

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПТИЦЕВОДСТВА»
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

На правах рукописи

Сысоева

СЫСОЕВА ИННА ГРИГОРЬЕВНА

**ФИТАЗА ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В
КОМБИКОРМАХ ДЛЯ БРОЙЛЕРОВ И КУР-НЕСУШЕК**

06.02.08 – кормопроизводство, кормление
сельскохозяйственных животных и технология кормов

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук

Егорова Татьяна Анатольевна

Сергиев Посад – 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	8
1.1. Фитат и его влияние на доступность фосфора организмом птицы....	8
1.2. Фитазы и факторы, влияющие на их эффективность.....	10
1.3. Влияние фитазы на переваримость питательных веществ, использо- вание фосфора, доступность энергии и аминокислот рациона.....	20
1.2. Влияние фитазы на продуктивность птицы.....	24
2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	36
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	48
3.1. Исследование 1. Результаты выращивания цыплят-бройлеров на ком- бикормах с пониженным уровнем доступного фосфора при включения но- вого концентрированного фитазосодержащего препарата.....	48
3.1.2 Производственная проверка эффективности использования концен- трированного фитазосодержащего препарата в комбикормах с понижен- ным уровнем доступного фосфора для бройлеров.....	68
3.2. Исследование 2. Результаты применения нового концентрированного фитазосодержащего препарата Берзайм-Р в комбикормах с пониженным уровнем доступного фосфора для кур-несушек.....	71
3.2.1 Производственная проверка эффективности использования нового концентрированного фитазосодержащего препарата Берзайм-Р в комбикор- мах с пониженным уровнем доступного фосфора для кур-несушек.....	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	90
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	92
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	93
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	116

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивная технология промышленного выращивания птицы требует тщательного подбора и сбалансирования компонентов комбикормов с учетом доступности питательных веществ для организма [28,65]. При этом в общем комплексе полноценного питания вопросы минеральной обеспеченности занимают особое место, в частности уделяется значительное внимание уровню доступного фосфора в комбикормах для птицы [39,55].

Фосфор играет важную роль во всех протекающих в организме энергетических процессах, незаменим в обмене белков, жиров, углеводов, синтезе ферментов, гормонов и других соединений [23,57].

В составе полнорационных комбикормов современной рецептуры основными легкоусвояемыми источниками фосфора для птицы являются корма животного происхождения (рыбная, мясокостная мука и др.) [16,31]. Однако в последние годы отмечается тенденция к снижению их уровня в рационах и замена таких кормов растительными, что сопровождается сокращением поступления в организм доступного фосфора [22,17].

В этой связи стоит отметить, что фосфор растительных компонентов корма усваивается птицей хуже, поскольку связан с фитиновой кислотой и не расщепляется пищеварительными ферментами [4,7].

Компенсировать недостаток фосфора возможно путем включения в комбикорма кормовых фосфатов, а также за счет применения ферментов класса фитаз, способствующих повышению доступности фосфора из растительного сырья [15,27,37,48,56].

Микробиологическая наука нашла эффективные штаммы микроорганизмов, продуцирующие фермент фитазу в больших количествах и с повышенной активностью по отношению к фитинам растительных кормов

К сожалению, фитазы практически не вырабатываются в пищеварительном тракте. Дефицит доступного фосфора в комбикормах можно восполнить за счет повышением доступности фосфора из растительных компонентов за счет использования специальных фитазосодержащих ферментов.

Практически вся фитаза в России импортного происхождения. Однако Правительство РФ поставило задачу разработать отечественный препарат на основе фитазы в рамках программы импортозамещения. И такая задача была успешно реализована Производственным Объединением «Сиббиофарм» совместно с Научно-исследовательским центром «Курчатовский институт». Был разработан новый концентрированный фитазный ферментный препарат – Берзайм-Р, стандартизирующийся по фитазной активности – 50 000 ед/г.

Поэтому изучение нового фитазосодержащего препарата в комбикормах разной структуры для бройлеров и кур-несушек является актуальным.

Цель и задачи исследований. Целью исследований являлось изучение эффективности использования нового концентрированного фитазного ферментного препарата – Берзайм-Р в комбикормах для бройлеров и кур-несушек, содержащие пониженные уровни доступного фосфора.

В связи с этим были поставлены следующие задачи.

- изучить продуктивные качества бройлеров и кур-несушек, некоторые физиолого-биохимические показатели, использование ими фосфора и других питательных веществ из комбикормов с разными уровнями фосфора и обогащенных фитазой;

- изучить действие фитазы на морфофункциональное состояние слизистой оболочки кишечника птицы при различной обеспеченности фосфором;

- исследовать состояние микробиоты кишечника цыплят-бройлеров на фоне применения комбикормов дефицитных по содержанию фосфора и обогащенных новой отечественной концентрированной фитазой с использованием молекулярно-генетического подхода (T-RFLP-анализ).

- определить экономическую эффективность использования фитазы в комбикормах для бройлеров и кур-несушек.

Научная новизна исследований заключается в том, что впервые дано физиолого-биохимическое обоснование нормам добавок новой отечественной концентрированной фитазы – Берзайм-Р в комбикорма для бройлеров и кур-несушек, содержащие пониженные уровни доступного фосфора.

Теоретическая и практическая значимость работы. Проведенные исследования по изучению новой отечественной фитазы на фоне комбикормов с пониженным уровнем доступного фосфора состоят в расширении и углублении знаний об обмене веществ у птицы, использовании ею питательных веществ корма. Определены рациональные уровни ввода концентрированной фитазы и содержание фосфора в комбикормах для бройлеров и кур-несушек, дефицитных по содержанию общего и доступного фосфора за счет сокращения на 50% монокальцийфосфата из рациона.

Установлено, что отечественный ферментный препарат Берзайм-Р, содержащий фитазу, характеризуется высокой ферментативной активностью, что подтверждено увеличением продуктивности птицы.

Материалы исследований были использованы при разработке «Методическое пособие по кормлению сельскохозяйственной птицы» (Сергиев Посад, ФНЦ «ВНИТИП» РАН, 2021).

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на семинарах по повышению квалификации специалистов птицеводческих предприятий (Сергиев Посад, 2019-2021 гг.), XX Международной конференции Российского отделения Всемирной научной ассоциации по птицеводству «Мировое и российское птицеводство: Состояние, динамика развития, инновационные перспективы» (19-22 мая 2020г., г. Сергиев Посад).

Методология и методы исследований. Для выполнения поставленных задач были проведены исследования на поголовье птицы кроссов «Кобб 500», «Смена 9» и «СП-789». Исследования, выполнены в соответствии с методологией, принятой при изучении вопросов питания, обмена веществ и здоровья сельскохозяйственной птицы [59]. Для проведения микробиологических исследований использовали новейшее зарубежное оборудование, а также комплекс гостированных биохимических, зоотехнических и экономических исследований с использованием аттестованных приборов и оборудования.

Положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Физиолого-биохимическое обоснование норм добавок новой отечественной фитазы в комбикорма для бройлеров с разным уровнем фосфора.
2. Физиолого-биохимические показатели, продуктивность и качество яиц кур-несушек кросса «СП 789» на комбикормах растительного типа, дефицитных по содержанию фосфора и обогащенных новой отечественной концентрированной фитазой – Берзайм-Р.
3. Экономическая эффективность использования новой отечественной фитазы при рациональном уровне фосфора в комбикормах для бройлеров и кур-несушек.

Степень достоверности и апробации результатов. Результаты получены на сертифицированном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследования на любых птицеводческих предприятиях и комбикормовых заводах. По всем проведенным исследованиям в диссертации представлены результаты, обработанные методами вариационной статистики с установлением критерия достоверности. Результаты исследований опубликованы в рецензируемых источниках и доложены на научных конференциях. Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на семинарах по повышению квалификации специалистов птицеводческих предприятий (Сергиев Посад, 2019-2021 гг.), XX Международной конференции Российского отделения Всемирной научной ассоциации по птицеводству «Мировое и российское птицеводство: Состояние, динамика развития, инновационные перспективы» (19-22 мая 2020г., г. Сергиев Посад).

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном личном участии в получении исходных данных в научных экспериментах, их производственной проверке, в обработке и интерпретации экспериментальных данных и подготовке публикаций по выполненной работе. Личное участие автора в получении результатов и анализе полученных данных составляет 91%.

Публикации результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 5 работ, в том числе 2 в рецензируемом журнале «Птицеводство», рекомендованном Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования России.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 124 страницах компьютерного текста, содержит 39 таблиц, 14 рисунков и состоит из следующих разделов: введение, обзор литературы, материал и методы исследований, результаты исследований, две производственные проверки, заключение, предложения производству, список литературы и два приложения. Список литературы включает 197 источников, из них 132 иностранных.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Фитат и его влияние на доступность фосфора организмом

ПТИЦЫ

Фосфор является одним из важнейших элементов в питании животных и птицы; он содержится во всех тканях организма птицы, в основном, в костяке в виде фосфатов кальция, поэтому особенно важен для растущего молодняка [21, 38, 58]. При недостатке фосфора у растущих цыплят снижаются аппетит и скорость роста, а у кур-несушек ухудшаются состояние костяка и качество скорлупы яиц [20, 41, 60]; возможно также развитие рахита у растущего молодняка и остеопороза у взрослой птицы [13]. Кроме того, фосфор участвует в регуляции активности ряда важнейших с метаболической точки зрения ферментов; выступает (в виде фосфатов) в качестве буфера для обеспечения кислотно-основного баланса в организме; участвует в синтезе белков тела; входит в состав фосфолипидов клеточных мембран, нуклеотидов, АТФ и других важнейших веществ [12,90].

В семенах растений фосфор частично присутствует в форме фитатного комплекса; на него приходится не менее двух третей всего фосфора, содержащегося в семенах [130,187]; доля фитатного фосфора может достигать до 90% [40]. В семенах разных растений фитат распределен неодинаково: у мелкозерновых злаков он сосредоточен, в основном, в шелухе (алейроновом слое, перикарпии), у кукурузы – в зародыше, у зернобобовых – в семядолях [3].

Фитаты представляют собой соли фитиновой (D-мио-инозитол-1,2,3,4,5,6-гексаксидигидрофосфорной) кислоты, содержащей 6 дигидрофосфатных групп, этерифицирующих 6 гидроксильных групп циклического шестиатомного спирта мио-инозитола [151]; эта довольно сильная кислота легко образует высокостабильные соли (фитаты) с катионами металлов, таких как кальций, железо, цинк, магний, калий и марганец, причем фитаты калия или натрия растворимы в воде, а кальция или магния – нерастворимы [139]. За гидролиз фитата в организме животных и человека, т.е. высвобождение остатков дигидрофосфата, отвечают ферменты, которые называют фитазами.

Фитат считается антипитательным фактором: он может связывать микроэлементы, протеин и крахмал, мешая их всасыванию в кишечнике и делая их недоступными для птицы [19,63,185,134]. Связанный с фитатом фосфор называют фитатным, и для моногастричных животных, включая птицу, его биодоступность низкая [30,146,148,191]. В результате потребность птицы в фосфоре не может удовлетворяться только за счет фитатного фосфора рациона, и для удовлетворения этой потребности, а также для достижения оптимального роста и продуктивности птицы, в ее рационы приходится добавлять неорганический фосфор.

Источники фосфора являются довольно дорогостоящими ингредиентами рационов моногастричных животных, включая птицу; так, сообщалось, что источники фосфора в рационах растущих свиней являются третьим по стоимости компонентом, после энергии и протеина [36, 124], что связано с высокой энергозатратностью процессов добычи и переработки неорганических фосфатов [106].

В таких кормовых компонентах, как спиртовая барда или пивная дробина, содержащих значительные количества общего фосфора, процент доступного фосфора выше, чем в зерне, а доля фитатного фосфора – ниже, за счет дрожжевой ферментации [88]. Для улучшения доступности фосфора для моногастричных животных разработан ряд кормовых стратегий, включая различные обработки кормов и использование в них ингредиентов с изначально низким содержанием фитата. В ряде исследований было показано, что фосфор из низкофитатных сортов растительных ингредиентов рациона, таких как кукуруза, соевый шрот, горох и ячмень, лучше усваивается птицей по сравнению с обычными, высокофитатными сортами [109,182]; сообщалось также о повышении доступности для молодняка свиней фосфора из пшеничных отрубей после их предварительной ферментации и экструдирования [119].

Чтобы фитатный фосфор стал доступным для птицы, необходимо подвергнуть фитат гидролизу в пищеварительном тракте до инозитола и фосфата [166]. Еще в 1967 г. было установлено, что птица плохо переваривает

фитатный фосфор [54]. То небольшое количество фитатного фосфора, которое птица в состоянии усвоить, высвобождается из фитата за счет эндогенной фитазной активности в щеточной кайме кишечного эпителия (гидролизует порядка 3% всего фитатного фосфора рациона) [131]; внутренней фитазной активности, присутствующей в кормах (порядка 5%) [132]; а также, как было обнаружено позднее, фитазной активности микробной популяции желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) птицы (порядка 2-3%) [40].

Ввод экзогенной фитазы в рационы птицы повышает доступность для нее фитатного фосфора, а также повышает биодоступность ряда микроэлементов, включая кальций, марганец и цинк [10,52,96,105]. Кроме того, добавки фитазы повышают переваримость птицей и других компонентов рациона, например, протеина и аминокислот [162], а также использование энергии [8,143]. Ввод в рационы микробных фитаз улучшает усвоение фосфата, образующегося из фитатного фосфора, а также снижает экскрецию фосфора в окружающую среду, предотвращая ее загрязнение фосфатами [107,121]. Добавки экзогенной фитазы также дают возможность снизить ввод в рационы неорганического фосфора без ухудшения продуктивности птицы [29,53,137].

1.2. Фитазы и факторы, влияющие на их эффективность

Фитаза (мио-инозитол-гексафосфат-фосфогидролаза) – это фермент, который постепенно гидролизует фитат до низших инозитол-фосфатов (пентафосфата, тетрафосфата и т.д.) и инозитола и неорганического фосфора [192]. Фитазная активность присутствует в растениях и микроорганизмах, а также в некоторых тканях организма животных [167]. В настоящее время наиболее распространенной единицей активности фитазы является так называемая фитазная единица (ФЕ) или FhyTase Unit (FTU) – количество фермента, высвобождающее 1 мкмоль/мин неорганического фосфора из 0,0051 М раствора фитата натрия при pH 5,5 и 37⁰C [1,43].

По положению целевой фосфатной группы в циклической структуре мио-инозитола фитазы делятся на два основных класса: 3-фитазы,

отщепляющие фосфат в положении 3, а также 6-фитазы, которые, в первую очередь, действуют на фосфатный остаток в положении 6 [196]. Фитазы класса 3 – обычно микробного происхождения, тогда как фитазы класса 6 извлекают из растительных источников [9,173]; однако это не всегда так: например, фитазы соевых бобов относятся к классу 3, а фитазы, продуцируемые *E. coli* – к классу 6 [167].

Еще одна классификация фитаз основана на оптимальном для их активности диапазоне рН: кислотные фитазы с оптимальным интервалом рН 3,0-5,5 и щелочные фитазы с оптимумом рН 7,0-8,0 [194]. Независимо от происхождения (бактериального, грибкового или растительного), кислотные фитазы обычно отщепляют 5 из 6 остатков фосфорной кислоты фитата, поэтому конечным продуктом гидролиза фитата кислотной фитазой является инозитол-монофосфат [98] или даже чистый инозитол [101], который сам по себе является питательным веществом (энергетическим субстратом) для животных и птицы. Для щелочных фитаз (например, продуцируемых штаммами *Bacillus*) инозитол-фосфаты с тремя и менее остатками фосфорной кислоты субстратом не являются, поэтому конечным продуктом гидролиза фитата в этом случае является инозитол-трифосфат [99].

У моногастричных животных, включая птицу, фитат, в основном, разлагается в процессах желудочно-кишечного пищеварения. В опыте на свиньях [169] им скармливали ячменно-пшенично-соевые рационы, различающиеся по внутренней фитазной активности (интактный контрольный и экструдированный для инактивации растительных фитаз), чтобы определить вклад фитаз корма и эндогенных фитаз в пищеварительном тракте в гидролиз кормового фитата. У контрольной группы гидролиз фитата в желудке был довольно заметным, тогда как на рационе с инактивированной фитазой разложения фитата в желудке практически не наблюдалось. Поскольку главным продуктом гидролиза фитата в желудке оказался 1,2,3,4,5-инозитол-пентафосфат, то отсюда можно заключить, что за разложение фитата в желудке отвечают, прежде всего, растительные фитазы ингредиентов рациона, относящиеся к классу 6-

фитаз. Эту точку зрения подкрепляют данные другого исследования, где в желудке и проксимальной части 12-перстной кишки также практически не наблюдалось разложения фитата из кукурузно-соевого рациона с низкой внутренней фитазной активностью (35 ФЕ/кг сухого вещества корма), тогда как при вводе в тот же рацион высокого уровня экзогенной фитазы, наоборот, отмечено значительное разложение фитата, в том числе усиление гидролиза промежуточных продуктов гидролиза, тетра- и пентафосфатов инозитола [113]. Другие авторы также отмечали усиление гидролиза фитата на рационах с высокой внутренней фитазной активностью или с добавкой экзогенной фитазы по сравнению с рационом с очень низкой внутренней фитазной активностью, 43 ФЕ/кг сухого вещества корма [158].

Поскольку в опыте Шлеммера с соавт. (2001) около двух третей всего фитата рациона находилось в жидкой фазе содержимого желудка, следовательно, порядка трети фитата оставалась связанной с кормовой матрицей и поэтому была, скорее всего, недоступна для ферментативного гидролиза, чем и объясняется неполный гидролиз фитата в желудке и верхней части тонкого кишечника. Это подтверждает высказанное ранее предположение, что эффективность гидролиза фитата в ЖКТ определяется скоростью высвобождения фитата из ингредиентов рациона [114].

Образование низших, более растворимых инозитол-фосфатов (пента-, тетра-) способствует дальнейшему гидролизу этих промежуточных продуктов до три- и дифосфата. Поскольку низшие инозитол-фосфаты меньше связывают минеральные компоненты рациона, высокая степень гидролиза фитата в желудке будет предотвращать ухудшение всасывания этих компонентов в кишечнике [171]. Таким образом, поскольку низшие инозитол-фосфаты обладают намного меньшей кальций-связывающей способностью и остаются растворимыми даже при более высоких значениях pH [129], усиление гидролиза фитата в желудке может предотвращать образование *de novo* кальций-фитатного комплекса в тонком кишечнике.

Растворимость инозитол-фосфатов в кишечном химусе зависит от уровня их фосфорилирования [170]. В исследовании Шлеммера с соавт. (2001) в твердой фазе химуса тонкого кишечника были найдены практически все инозитол-фосфаты, кроме дифосфата, из чего авторы заключили, что ингибирование фитатом всасывания ионов металлов в кишечнике может происходить не только из-за более высокого сродства высших фосфатов инозитола к ионам металлов, как полагали другие исследователи [100]. Этот эффект может также быть прямым следствием снижения растворимости минеральных компонентов рациона за счет их взаимодействия с фитатом в кишечном химусе. Однако продуктов гидролиза фитата в тонком кишечнике в этих исследованиях без ввода в рацион экзогенной фитазы обнаружено не было [113,169], тогда как в исследованиях с экзогенной фитазой (например, фитазой *Aspergillus niger*) гидролиз фитата в тонком кишечнике происходил. Так, по данным одного исследования гидролиза фитата в желудке, проксимальной части 12-перстной кишки и в конце тонкого кишечника степень гидролиза фитата из рационов с добавкой фитазы достигает 60-74%, а при отсутствии добавки экзогенной фитазы – всего 10% [108].

В исследовании Шлеммера с соавт. (2001) на обоих рационах в химусе толстого кишечника была обнаружена высокая концентрация фитата и очень низкие концентрации низших инозитол-фосфатов (от ди- до пента-), причем практически все они находились в твердой фазе химуса; основными продуктами гидролиза фитата здесь были 1,2,3,4,5- и 1,2,4,5,6-пентафосфаты инозитола. На интактном рационе гидролиза фитата при прохождении химуса от тонкого к толстому кишечнику не наблюдалось, тогда как на рационе с инaktivированной внутренней фитазой концентрация фитата (гексафосфата) в толстом кишечнике была почти вдвое ниже, чем в тонком, что говорит о том, что в толстом кишечнике гидролиз фитата идет более интенсивно, чем в тонком. Кроме того, у птицы в гидролиз фитата в кишечнике вносят заметный вклад фитазы кишечной микрофлоры [115].

В исследовании Шлеммера с соавт. (2001) концентрация фитата в фекалиях была очень низкой; основными продуктами его гидролиза в помете были 1,2,3,4,5- и 1,2,4,5,6-пентафосфаты инозитола. Хотя степень разложения фитата во всем ЖКТ была близкой как на интактном рационе (97,4%), так и на рационе с инактивированной фитазой (97,7%), кажущаяся переваримость общего фосфора в первом случае была достоверно выше – 45,7 против 29,5%, что говорит о важности степени разложения фитата в желудке для доступности и использования фитатного фосфора.

Шлеммер с соавт. (2001) отмечали снижение активности внутренней фитазы рациона в желудке на 90%. Ее активность в тонком кишечнике составляла лишь 2,5% от начальной, что говорит о значительной инактивации кормовых фитаз в процессе кишечного пищеварения, а также о том, что рН в 12-перстной кишке, по сравнению с желудком, неблагоприятен для растительных фитаз и благоприятен для кишечных протеолитических ферментов, которые расщепляют эти фитазы – именно поэтому их и не обнаруживали в дистальной части тонкого кишечника [193].

Уровень использования фитатного фосфора птицей обычно колеблется в пределах от 37 до 50% [161]. У птицы гидролиз фитата происходит, главным образом, в желудочном отделе ЖКТ (зоб, мышечный и железистый желудки), так как диапазон рН в них способствует большей активности фитазы; основным местом активности экзогенных фитаз считается зоб [115]. Сообщалось, что в зобе цыплят 3-5 недель жизни, получавших кукурузно-соевые рационы с добавкой фитазы (500 или 1000 ФЕ/кг), проявляется 25-50% активности этой экзогенной фитазы, в железистом желудке – 10-25%, а в химусе тонкого кишечника она близка к нулю [125]. Однако есть и другое мнение, что основным местом гидролиза кормового фитата микробными фитазами в ЖКТ птицы является мышечный желудок [184].

Гидролиз кормового фитата экзогенной фитазой был, наверное, впервые описан в 1971 г. американскими авторами, которые сообщили об улучшении усвоения фосфора у цыплят, получавших кукурузно-соевые рационы с

добавкой препарата грибов *Aspergillus* [142]. Однако в широкой практике кормления птицы фитазы стали использовать заметно позже, в конце 80-х годов, когда стала более острой проблема фосфорного загрязнения окружающей среды, а также когда прогресс в биотехнологии (в том числе появление генетически модифицированных грибов-продуцентов) привел к существенному снижению цен на препараты фитаз [103]. С расширением спектра организмов-продуцентов расширялся и спектр коммерческих препаратов фитаз, а также увеличивалась их эффективность. Так, сообщалось, что микробные фитазы в рационах бройлеров более эффективны, чем грибковые [64,78]; с тех пор эффективность микробных фитаз в высвобождении фитатного фосфора и повышению его биодоступности для птицы признана многими исследователями [51,67,85,173].

На эффективность фитаз могут влиять различные факторы, связанные с составом рациона, видом и возрастом птицы, условиями в ее пищеварительном тракте (прежде всего, диапазоном рН) а также с происхождением препарата фитазы.

Состав рациона. Из-за различий в составе, концентрации и местонахождении фитата, а также в активности фитазы в семенах ряда злаков и масличных культур, степень гидролиза микробной фитазой фитата из этих растительных ингредиентов рациона может сильно различаться [74]. Каждый препарат фитазы с разной эффективностью высвобождает фосфор из различных ингредиентов. Например, сообщалось, что при добавлении фитазы доступность фосфора из кукурузы повышается с 30,8 до 59,0%, из соевого шрота – с 34,9 до 72,4%, пшеницы – с 30,7 до 46,8%, пшеничных высевок – с 29,1 до 52,2%, ячменя – с 32,2 до 71,3% обезжиренных рисовых отрубей – с 33,2 до 48,0%, рапса – с 36,7 до 55,8%; минимальным это повышение доступности фосфора было у рапса (на 19,1%), а максимальным – у соевого шрота (на 37,5%) [123]. Поэтому для точного формулирования состава рациона с фитазой необходимо учитывать чувствительность к фитазе его различных ингредиентов.

Минеральный состав рациона. Ввод микробной фитазы в рацион считается одним из самых эффективных средств повышения доступности фосфора и высвобождения связанных фитатом минеральных компонентов рациона [61, 173]. Способность фитазы повышать доступность для птицы питательных веществ рациона зависит от его минерального состава, особенно содержания кальция и фосфора, который может влиять на эффективность гидролиза фитата фитазой в ЖКТ птицы [62, 162]. Комплекс кальция с фитатом с трудом расщепляется фитазой, что снижает биодоступность как фитатного фосфора, так и кальция.

В ранних исследованиях было показано, что высокие уровни кальция в рационах снижают доступность фитатного фосфора у несушек [110,134,168]. Сообщалось также, что высокие уровни кальция особенно сильно ухудшают гидролиз низших инозитол-фосфатов, от тетра- до дифосфата [80]. По сообщению Van der Klis et al. [186], повышение уровня кальция в рационе несушек с 30 до 40 г/кг при отсутствии добавки экзогенной фитазы снижает доступность фитатного фосфора с 33 до 9%. Сообщалось также, что на эффективность фитазы влияет размер частиц известняка в рационе, так как растворимость кальция из более мелких частиц выше, чем из более крупных [133]. В другом опыте повышение уровня кальция в рационе бройлеров без добавки фитазы с 4,7 до 11,6 г/кг линейно снижало переваримость фитатного фосфора в подвздошной кишке на 71%, тогда как при параллельном вводе в рацион фитазы (500 ФЕ/кг) степень высвобождения фитатного фосфора снижалась всего на 11%, с 76 до 65% [153].

Что касается соотношения в рационе Ca:P, то его повышение может негативно отражаться на активности фитазы: сообщалось, например, что снижение отношения Ca:P в рационе индеек с 2:1 до 1,2:1 повысило эффективность фитазы примерно на 16% при улучшении переваримости и использования питательных веществ рациона и продуктивности птицы [157]. Сообщалось также, что оптимальное соотношение в рационе кальция и нефитатного фосфора, при котором экскреция фосфора минимальна, а его удержание в

организме максимально, составляет для рационов с уровнем фитата 0,10; 0,28 и 0,24% 2,34:1; 2,53:1 и 2,40:1 соответственно [153]. Известно, что на переваримость птицей фитатного фосфора оказывает влияние содержание в рационе железа: сообщалось, что повышение уровня железа в рационе кур достоверно снижает активность кишечной фосфатазы [70]. В другом исследовании высокий уровень железа в рационе бройлеров (100 мг/кг) ингибировал фитазную активность и, как следствие, снижал переваримость бройлерами питательных веществ рациона и показатели продуктивности [74].

В недавнем исследовании изучали влияние разных концентраций (от 0,1 до 25 мг/кг) различных микроэлементов (железо, цинк, медь, марганец) в разных формах (органической и неорганической) на активность трех препаратов фитазы: 1) грибковой, *Aspergillus niger* (Натуфос); 2) бактериальной, *E. coli* (Файзайм); 3) грибковой, *Peniophora lycii* (Ронозайм). Железо жестко ингибировало все три фитазы; цинк сильнее подавлял активность фитаз №2 и 3, тогда как медь – №1 и 2; марганец оказал наименьший ингибирующий эффект. При этом органические формы микроэлементов давали менее выраженные ингибирующие эффекты по сравнению с неорганическими [33].

Источники фитазы. На рынке присутствует ряд препаратов фитазы грибкового происхождения, продуцируемой такими видами, как *Aspergillus niger* или *Aspergillus ficum*. В качестве продуцента фитазы для промышленных препаратов используют также бактерии вида *E. coli* и грибки *Peniophora lycii* [173]. Фитазы из разных источников могут иметь разные характеристики, такие как устойчивость к перевариванию в ЖКТ, термическая устойчивость, диапазон рН для оптимальной ферментативной активности [149]. Эти характеристики могут влиять на степень высвобождения фитатного фосфора, поэтому важно определить их влияние на фитазную активность. Эффективность фитазы в высвобождении связанных фитатом кальция, марганца, энергии, сырого протеина и аминокислот также зависит от ее происхождения и состава рациона. Сообщалось, например, что фитаза *Citrobacter braakii* (препарат Ронозайм Хайфос) в концентрациях 500, 1000 и 2000 ед./кг эквивалентна по

фосфору 0,63; 1,09 и 2,02 г/кг неорганического фосфора (дикальцийфосфата), тогда как для фитазы *E. coli* (препарат Квантум Блю) в концентрациях 250, 500 и 1000 ед./кг эти фосфорные эквиваленты составили 0,76; 1,31 и 2,40 г/кг. Сообщалось, что эквивалент фитазы СанФайз-5000 по обменной энергии составляет 88 кДж/кг, по сырому протеину – 1,68 г/кг, по кальцию – 1,00 г/кг, по доступному фосфору – 1,15 г/кг, лизину – 0,07 г/кг, метионину – 0,02 г/кг, метионину+цистину – 0,04 г/кг, триптофану – 0,01 г/кг и треонину – 0,07 г/кг [88].

Эндогенные факторы: pH в ЖКТ, присутствие других ферментов.

Эффективность различных коммерческих препаратов фитазы *in vivo* в диапазоне pH 2,5-4,5 может заметно различаться. В указанном диапазоне активность фитаз *E. coli* выше, чем грибковых фитаз. Кроме того, даже для разных препаратов фитазы *E. coli* кривые ферментативной активности в зависимости от pH среды также могут различаться, что объясняется различиями по экспрессии фитазы у разных штаммов продуцента и по технологиям производства препаратов [89,120,138]. Фитаза *Schizosaccharomyces pombe* характеризуется более высокой активностью в диапазоне pH 2,0-5,5, чем родственная фитаза *Pichia pastoris*. Оптимальным для фитазы *P. luscii* является диапазон pH 4-5, тогда как активность фитазы *Aspergillus niger* в этом же диапазоне pH довольно низкая [183]. Сообщалось, что на всем протяжении ЖКТ бройлеров активность фитазы *E. coli* достоверно выше, чем фитазы *P. luscii* [150]. Активность фитазы зависит от pH среды в разных участках ЖКТ: у всех фитаз есть оптимальные диапазоны pH, зависящие от источника фитазы, и этот диапазон определяет эффективность в разных сегментах ЖКТ [146]. Фитаза Натуфос (BASF Animal Nutrition, Людвигсхафен, Германия) имеет два оптимума pH, 2,5 и 5,5, тогда как фитаза Квантум (Syngenta Animal Nutrition, Inc.) имеет относительно широкий оптимальный диапазон pH – от 2,5 до 6,0. Такой широкий оптимальный диапазон pH может давать следующее преимущество: такая фитаза может более эффективно функционировать в ЖКТ в течение более продолжительного периода времени. Фитаза также может высвобождать связанный фитатом

протеин, делая его доступным для птицы. Фитаза, которая сама по себе – белок, также может гидролизироваться эндогенными ферментами ЖКТ птицы, например, протеазами. Сообщалось, что фитаза *E. coli* характеризуется высокой устойчивостью против эндогенных протеаз [138]. Различные коммерческие препараты фитаз характеризуются различной сопротивляемостью к действию желудочной протеазы; например, сообщалось, что у птицы фитаза *E. coli* более устойчива к эндогенным пищеварительным ферментам, чем фитаза *P. luscii* [79]. В целом фитазы могут гидролизовать фитат в довольно широком диапазоне рН в разных отделах ЖКТ, однако на эффективность гидролиза оказывает влияние ряд различных факторов.

Вид и возраст птицы. При одинаковой концентрации фитазы (100 ФЕ) у бройлеров она высвобождает связанный фосфор заметно менее эффективно, чем у кур-несушек; кроме того, гидролиз фитата соевого шрота из рациона без добавки фитазы у несушек происходит более эффективно, чем у бройлеров, которые могут быть связаны с чисто возрастными различиями по времени прохождения корма через ЖКТ, а также по составу кишечной микрофлоры [123]. Возможно, более высокая доступность фитатного фосфора для несушек в сравнении с бройлерами обусловлена важностью фосфора для прочности костяка и скорлупы яиц; однако эта гипотеза нуждается в дальнейших исследованиях, учитывая, что результатов по изучению эффективности фитазы в рационах бройлеров опубликовано намного больше, чем по несушкам.

Поскольку фитазы являются белками, они чувствительны к высоким температурам, и поэтому при вводе фитаз в гранулированные комбикорма их раствор распыляют на поверхность уже остывших гранул. Фитазы также чувствительны к влажности. Поэтому для повышения их эффективности в кормах необходимо учитывать термостабильность исходного препарата, что следует учитывать при их применении [104]. Сообщалось, что микробные фитазы нового поколения более термостабильны (до 90-95⁰С), и их можно вводить в корма в сверхдозировке – до 1000 ФЕ/кг комбикорма [24].

1.3. Влияние фитазы на переваримость питательных веществ, использование фосфора, доступность энергии и аминокислот рациона

Влияние фитазы на переваримость питательных веществ рациона. Фитат может ингибировать активность эндогенных пищеварительных ферментов, секретируемых в ЖКТ, за счет хелирования кофакторов, необходимых для достижения оптимальной активности этих ферментов, образования комплексов фитата с ферментами при рН ниже изоэлектрической точки этих ферментов, а также связывания продуктов гидролиза питательных веществ этими ферментами [112]. Экзогенная фитаза в рационе может улучшать использование не только фитатного фосфора, но и других питательных веществ. Например, сообщалось, что переваримость бройлерами сухого вещества корма при росте дозы ввода фитазы в рацион с 250 до 2500 ФЕ/кг постепенно возрастала и была выше, чем в контроле без фитазы при содержании в рационе 0,19% нефитатного фосфора [50,195]. В другом опыте ввод в рацион бройлеров фитазы (1000 ФЕ/кг) повышал переваримость сырой клетчатки, что дает дополнительный положительный эффект за счет высвобождения нутриентов из вещества клеточных стенок растительных компонентов рациона [77]. Повышение содержания в кормовых ингредиентах кажущейся обменной энергии в ответ на ввод фитазы может быть связано с некоторым улучшением кажущейся переваримости безазотистых экстрактивных (БЭВ) и эфирно-экстрактивных веществ (ЭЭВ). Так, сообщалось, что в ответ на ввод микробной фитазы (750 ФЕ/кг) в рационы бройлеров повышается переваримость сухого вещества корма, сырого протеина, ЭЭВ и БЭВ, а также использование азота [69]. В другой работе этот же автор также отмечает, что использование оптимальной дозы доступного фосфора (0,45%) в комбикорме для кур-несушек достоверно повышает переваримость органического вещества, сырого протеина, ЭЭВ и БЭВ, хотя переваримость сырой клетчатки остается без изменений [68]. Ввод микробной фитазы в рацион несушек также достоверно повышал переваримость питательных веществ, в частности, сырого протеина и ЭЭВ [128]. Улучшение

переваримости и использования протеина и аминокислот корма за счет ввода в него фитазы может отчасти объясняться снижением эндогенных потерь аминокислот [84]. Сообщалось, что у бройлеров, получавших с кормом высокие концентрации доступного фосфора, 0,40 и 0,45%, переваримость сухого вещества корма была выше, чем у бройлеров, получавших низкие дозы фосфора, 0,30 и 0,35% [94]. В этом исследовании ввод фитазы (600 ФЕ/кг) в низкофосфорные рационы повышал переваримость сухого вещества корма. Р.Н. Selle с соавт. (2009) установили, что ввод фитазы в рацион для бройлеров пшеничного типа достоверно ($p < 0,05$) повышает переваримость в подвздошной кишке кальция (на 32,2%) и фосфора (на 28,0%) по сравнению с группой отрицательного контроля [174]. Итак, фитаза весьма эффективно повышает переваримость питательных веществ различных ингредиентов комбикормов у цыплят-бройлеров и кур-несушек.

Влияние фитазы на использование фосфора. Для оценки влияния ввода фитазы в рационы птицы на биодоступность фитатного фосфора было предложено несколько алгоритмов, основанных на таких параметрах, как мясная или яичная продуктивность, состояние костяка, использование фосфора рациона, концентрация фосфора в крови, активность в крови щелочной фосфатазы [118,193]. В ранних исследованиях было установлено, что в корма для птицы можно вводить определенные количества фитазы взамен, по крайней мере, части неорганического фосфора, что в результате дает необходимое для птицы количество доступного фосфора. Замена ввода в рационы птицы неорганического фосфора на ввод фитазы – задача довольно сложная с практической точки зрения, поскольку выход доступного фосфора из фитата зависит от типа и концентрации конкретного препарата фитазы, которых на рынке довольно много, и каждый из них имеет свои химические особенности и чем-то отличается от других. Каждый препарат характеризуется индивидуальной эффективностью гидролиза фитата; участком ЖКТ, где его активность

максимальна; а также значениями концентрации кальция и кальций-фосфорного соотношения в рационе, оптимальными для активности фермента [132].

При вводе в рацион различных фитаз высвобождается разный процент фитатного фосфора, в зависимости от типа и концентрации фитазы. В более ранних исследованиях было показано, что процент высвобождения фитатного фосфора в комбикормах для бройлеров при дозах фитазы 250 и 1000 ед./кг составляет соответственно 31 и 58% [87]; в другом исследовании ввод 1000 ед./кг фитазы в рацион бройлеров высвобождал из соевого шрота в составе рациона до 37% нефитатного фосфора [193]. Позднее P.W. Waldroup с соавт. показали, что из кукурузно-соевого рациона для бройлеров фитаза высвобождает порядка 50% фитатного фосфора [189]. В рапсовом шроте содержится сравнительно много общего фосфора (1,12%), однако его доступность для птицы низкая – порядка 25-37% [123,164], и эффективность фитазы в рационах с рапсовым шротом невысока, поэтому требуются более высокие ее дозы [123]. В последнем исследовании также было установлено, что ввод фитазы в рацион с рапсовым шротом повышает доступность фосфора с 36,7 до 55,8%; для соевого шрота и кукурузы доступность фосфора повышалась с 30,8 до 59,0% и с 34,9 до 72,4% соответственно.

В ряде исследований было показано, что добавка фитазы в рацион эффективно повышает использование и удержание в организме как фитатного, так и общего фосфора, что в сумме ведет к снижению выделения фосфора с пометом в окружающую среду [72,79, 150]. В этих исследованиях ввод фитазы в низкофосфорные, по сравнению с общепринятыми нормами, рационы снижал экскрецию фосфора с пометом на 32-36%; 37,5% и 42-51% соответственно цитированным работам. Снижение экскреции фосфора с пометом уменьшает фосфорное загрязнение почв при внесении в них такого помета. Поэтому использование фитазы и низкофосфорных рационов является эффективным приемом для повышения доступности фитатного фосфора и снижения экскреции фосфора с пометом [152,189].

По сообщению K. Zula с соавт. (2011), фитаза достоверно повышает переваримость и использования несущками фитатного фосфора и кальция [19]. При этом в недавнем исследовании ввод фитазы в рацион несущек давал лишь небольшое и недостоверное повышение переваримости фитатного фосфора и кальция в подвздошной кишке [93]. Мета-анализ данных разных исследований на бройлерах и несущках [81] показал, что при средней дозе экзогенной фитазы в рационах несущек 371 ФЕ/кг использование фосфора может повышаться на 5,02%. Недавно сообщалось, что доза фитазы 1000 ФЕ/кг высвобождает в среднем на 40% больше фитатного фосфора, чем доза 500 ФЕ/кг [188]. Кроме того, в ряде исследований было показано, что фитаза играет ключевую роль в модулировании состава кишечной микрофлоры у бройлеров [156] и кур-несущек [92].

Российские ученые сравнили два отечественных препарата фитазы: с активностью 10 тыс. ФЕ/г и концентрированный препарат с активностью 50 тыс. ФЕ/г. Содержание общего фосфора в опытных группах было снижено на 0,1%, однако за счет ввода фитаз усвоение фосфора улучшалось на 3,4-7,1% в зависимости от дозы фермента [25,26].

Итак, различия между работами по степени высвобождения фитазами фитатного фосфора, вероятнее всего, связаны с типом и дозой изученных препаратов фитазы, а также с уровнями кальция, доступного фосфора и фитата в рационах. Хотя результаты различных исследований и могут несколько различаться, в большинстве из них ввод в рационы птицы фитазы повышал доступность фитатного фосфора для птицы и его использование в метаболических процессах в организме.

Влияние фитазы на доступность энергии и аминокислот рациона. Влияние ввода фитазы в рационы птицы на использование ею энергии в разных исследованиях было различным. Если одни авторы сообщали, что ввод фитазы повышает содержание в рационе кажущейся обменной энергии [143], то в других исследованиях такого эффекта не наблюдали [150]. В более ранних

исследованиях сообщалось о различном влиянии фитазы на доступность для птицы аминокислот, хотя в большинстве из этих исследований фитаза, в той или иной степени, повышала переваримость и использование протеина и аминокислот рационов [162]. При вводе фитазы повышается доступность не всех, а только некоторых аминокислот. Так, сообщалось, что экзогенная фитаза особенно эффективно повышает переваримость изолейцина соевого шрота [163]. Микробные фитазы в рационе могут улучшать аминокислотное питание птицы за счет снижения эндогенных потерь аминокислот в кишечнике [127]. Однако, по данным других авторов, с повышением уровня фитата в рационе у кур и уток возрастают эндогенные потери аминокислот, и при добавлении в те же рационы фитазы эти потери не снижались [149].

Фитаза оказывает влияние на высвобождение ионного кальция из его соли с фитатом, которая может образовывать в просвете кишечника металло-содержащие мылообразные комплексы, которые снижают использование птицей энергии жиров [159]; кроме того, высвобождаемые фитазой ионы кальция необходимы для активности α -амилазы, эндогенного пищеварительного фермента, участвующего в переваривании крахмала [116]. Итак, фитаза может улучшать использование птицей липидов рациона.

1.4. Влияние фитазы на продуктивность птицы

Цыплята-бройлеры

Фитаза в рационе бройлеров оказывает положительное влияние на прирост живой массы. Принято считать, что механизм этого влияния связан, прежде всего, с тем, что фитаза гидролизует фитат и снижает его антипитательные эффекты. В многочисленных исследованиях на бройлерах было показано, что рационы с фитазой способствуют повышению прироста живой массы и эффективности использования комбикормов. Так, в исследовании R.B. Shirley и H.M. Edward (2003) несексированным бройлерам скармливали с 1 или с 16 суток жизни разные уровни фитазы в рационах (0; 93,75; 187,5; 350; 750; 1500; 3000; 6000 и 12000 ед./кг); установлено, что все дозы фитазы достоверно

повышали прирост живой массы бройлеров по сравнению с контролем, причем с ростом дозы фитазы прирост живой массы возрастал с 287 до 515 г/гол. [176]. В другом исследовании в группе, получавшей фитазу, достоверно возрастал прирост живой массы цыплят в 21 суток жизни: на 13,2% по петушкам и на 5,8% по курочкам [179].

В недавнем исследовании бразильские авторы изучали влияние ввода в рацион бройлеров фитазы на продуктивность, пищеварение и состояние костяка и крови. Установлено, что в целом продуктивность бройлеров на рационе с фитазой выше, чем в отрицательном контроле; в группе с фитазой потребление корма, прирост живой массы и конверсия корма были выше контроля на 4,40; 11,04 и 7,14% соответственно [86]. В более раннем исследовании бройлеры получали в рационах три уровня нефитатного фосфора (на уровне рекомендаций NRC (1994), а также сниженные на 0,1 и 0,2% по сравнению с этими рекомендациями) и два уровня фитазы (0 и 500 ед./кг); показано, что ввод фитазы в низкофосфорные рационы повышает у бройлеров прирост живой массы и сохранность [126].

В опыте Е.Н. Андриановой с соавт. (2012) использовалась фитаза *Citrobacter freundii* и *Obesumbacterium proteus* (5000 ФЕ/г) при уровне ввода в комбикорма для бройлеров 100 г/т; содержание в корме общего фосфора было 0,55%, кальция 0,77%. Средняя живая масса в 35 дней была достоверно выше контроля на 8,7% ($p < 0,001$); по петушкам разница составила 8,9%, по курочкам 7,3%. Конверсия корма была лучше на 8,24%. Доступность фосфора увеличилась на 0,15%, кальция на 0,13% [2]. Аналогичные результаты были получены в другом исследовании, где использовали фитазу Файзим (Danisco Animal Nutrition, Финляндия) в сухой или жидкой форме, с активностью препарата 10 тыс. ФЕ/г и уровне ввода в комбикорма 100 г/т. Конверсия корма у бройлеров при этом улучшилась на 5,7 и 6,4%, использование фосфора – на 5,8 и 5,5%, использование кальция – на 5,1 и 4,8%, выход съедобных частей тушек – на 2,6 и 2,7% [14].

Опыты показывают, что ввод фитазы может оказывать благотворный эффект на рационах для бройлеров разных типов. Так, были проведены два одинаковых по схеме опыта – на рационе с рыбной мукой и рационе растительного типа. В рационе птицы контрольной группы было 0,70% общего и 0,40% доступного фосфора; в опытных группах уровень общего фосфора был понижен до 0,67; 0,64; 0,61; 0,59; 0,57; 0,55 и 0,53%. Использовалась фитаза Файзим (10 тыс. ФЕ/г, 50 г/т во всех опытных группах). Бройлеры, получавшие минимальную дозу общего фосфора, характеризовались более низкой сохранностью, чем все другие группы. Показатели продуктивности и минерального обмена у бройлеров на обоих типах комбикормов были лучше контроля при уровнях общего фосфора в рационах не менее 0,59% и дозе фитазы 50 г/т [4,14]. В другом исследовании птица получала корма с животными ингредиентами (2%) до 22 суток жизни и затем без животных ингредиентов до 35 суток жизни; в 1-й опытной группе добавляли в качестве источника неорганического фосфора фосфат кальция-натрия, во 2-й опытной группе дополнительно давали фитазу. Фитаза (100 г/т) недостоверно повысила живую массу в 35 суток на 2,3% по сравнению с контролем; конверсия корма улучшилась на 4,0%. При этом использование кальция и фосфора и их отложение в большеберцовых костях бройлеров были примерно одинаковыми во всех группах [32].

Ряд экспериментов отечественных ученых показал, что ввод экзогенной фитазы в комбикорма для бройлеров позволяет уменьшить ввод в них неорганического фосфора и кальция. В опыте с фитазой Кормофит НТ 10000 (Китай) использовали две дозы ее ввода, 50 или 100 г/т корма, с учетом или без учета матриц производителя. Уровень обменной энергии в комбикорме был снижен на 5 ккал/100 г за счет снижения уровня ввода растительного масла 1,3%, уровни кальция и фосфора – на 0,1% за счет снижения уровня ввода монокальцийфосфата на 0,44%. Петушки опытных групп достоверно превосходили по живой массе в 37 суток жизни сверстников из группы отрицательного контроля (без фитазы) на 3,4-5,4%, группы положительного контроля (с добавкой 50 г/т эталонной фитазы) – на 0,6-2,6%. Конверсия корма в опытных группах

улучшилась на 1,27-1,97%. Переваримость и использование питательных веществ повышалось во всех опытных группах; при этом экскреция азота с пометом снижалась на 0,10%, фосфора – на 0,13%. Фермент не оказал существенного влияния на содержание золы и жира в мышцах, однако содержание в них протеина повысилось на 0,67-1,36% по сравнению с отрицательным контролем [1].

В исследованиях Э.В. Анчикова было установлено, что ввод фитазы (40, 50 и 60 г/т) в комбикорма различной структуры с пониженным на 0,11% уровнем общего фосфора приводит к достоверному улучшению его использования и снижению его экскреции с пометом на 30,49-37,99%; при этом прирост живой массы бройлеров увеличивался на 2,1-5,2%, конверсия корма улучшалась на 1,2-2,9%. Использование азота повысилось на 1,12-3,64%, жира – на 1,20-3,34%; отмечено также снижение экскреции с пометом и увеличения отложения в костяке ряда микроэлементов, помимо кальция – марганца, цинка, железа, меди. Экономическая эффективность применения фитазы (Файзим ХР 10000 ТРТ, 50 г/т) в комбикормах с уровнем общего фосфора 0,59% была оценена на уровне 1788 руб./1000 гол. для растительных комбикормов и 1705 руб./1000 гол. – для комбикормов с животными ингредиентами [4].

Куры-несушки.

Яйценоскость. Давно известно, что ввод фитазы в рационы несушек, особенно низкофосфорные, улучшает у них яичную продуктивность и эффективность использования корма. Так, ввод грибковой фитазы (200, 300 и 400 ФЕ/кг) в низкофосфорные рационы достоверно повышал яйценоскость несушек [180]. В другом исследовании определяли минимальную потребность в фосфоре у несушек 1-го и 2-го (после линьки) периодов продуктивности; отмечено, что в обоих возрастах птицы низкие уровни доступного фосфора в рационах (0,10; 0,11 и 0,13%) достоверно снижали яйценоскость несушек и выход яйцемассы по сравнению с контролем, получавшим 0,45% доступного фосфора; такого заметного снижения не было обнаружено только в группе, получавшей 0,15% доступного фосфора [178]. При изучении эффективности

ввода фитазы (0 и 100 ФЕ/кг) в рационы с разными источниками фосфора (ортофосфаты кальция или натрия, микрогранулы дикальцийфосфата, трикальцийфосфата) было установлено, что фитаза оказывает достоверное влияние на показатели яичной продуктивности [83]. В исследованиях Ponnuel, P. et al. при вводе фитазы (500 и 1000 ед./кг) в низкофосфорные и низкоэнергетические рационы яйценоскость несушек повышалась [154]. А. Musarior с соавторами провел исследования, в котором было установлено, что ввод фитазы (1000 ФЕ/кг) не оказал влияния на яичную продуктивность [140], хотя Metwally M.A. сообщил, что аналогичная доза фитазы достоверно повышает яйценоскость, выход яйцемассы и интенсивность яйценоскости по сравнению с контролем без добавок на всем протяжении эксперимента, 32-48 недель жизни несушек [136].

При изучении влияния разных доз фитазы (0, 150 и 300 ФЕ/кг) на продуктивность несушек и качество яиц было установлено, что при всех дозах фитазы яйценоскость была выше, чем в контроле [73]. Ввода фитазы в кукурузно-соевые рационы с 0,15% нефитатного фосфора для несушек породы белый леггорн в течение 40 недель (с 21 до 60 недель жизни); способствовало снижению яйценоскости на начальную несущку в 61 нед. жизни в сравнении с группой положительного контроля, получавшей 0,35% доступного фосфора без добавки фитазы [102].

В опыте российских ученых фитазу (11500 ФЕ/г, 0,5 и 1,0 кг/т корма) добавляли со 150 суток жизни несушек кросса Ломанн Браун до конца продуктивного периода. Разница по яйценоскости у группы, получавшей дозу фитазы 1,0 кг/т, составила 5,36% с контролем и 4,77% с группой, получавшей 0,5 кг/т; по интенсивности яйценоскости на начальную несущку – соответственно 6,0 и 0,8%. При этом сохранность в опытных группах была выше на 4,0 и 3,0% [18].

По данным египетских авторов, ввод в рационы несушек кукурузного глютена (до 20%) и фитазы (300 ФЕ/кг) немного снизил их яйценоскость, выход яйцемассы и массу яиц [91], тогда как в другом недавнем исследовании

фитаза (20000 ФЕ/кг) улучшала яйценоскость [117]. Ввод фитазы (350 ФЕ/кг) в пшенично-кукурузно-соевый рацион повышал яйценоскость несушек без снижения качества скорлупы и содержимого яиц от более старых кур [93]. Положительное влияние фитазы на яичную продуктивность может быть связано с тем, что она повышает доступность для кур кальция, фитатного фосфора и других питательных веществ рациона: как известно, в конце продуктивного периода несушек повышение доступности кальция может улучшать яйценоскость и качество яичной скорлупы. Сообщалось также, что источник фитазы, используемой в рационе несушек, оказывает существенное влияние на их яйценоскость [95].

Хотя используемые в кормлении кур отходы пищевых производств, такие как сухая спиртовая барда, содержат много доступного фосфора и мало фитатного, ввод фитазы в комбикорма с подобными ингредиентами может улучшать яичную продуктивность несушек. Так, ввод ксиланазы (200 ед./кг) и фитазы (2000 ед./кг) в комбикорм с 20% сухой спиртовой барды повышал яйценоскость и выход яичной массы по сравнению с рационом с тем же уровнем барды, но без добавок обоих ферментов [181]; при этом показатели качества яиц оставались без изменений. В другом опыте ввод фитазы (300 ед./кг) в рацион с 10% спиртовой барды, сформулированный с учетом кальцийного и фосфорного эквивалентов фитазы, давал продуктивность несушек на уровне контроля [88]. Итак, в большинстве исследований отмечено положительное влияние фитазы на яйценоскость кур-несушек, хотя дозы фитазы, дающие такой эффект, в разных исследованиях различны.

Сообщалось, что добавка грибковой фитазы (200, 300 и 400 ФЕ/кг комбикорма) в низкофосфорные рационы для несушек значительно повысила их живую массу [180]. В другом исследовании изучали влияние концентрации фосфора в рационе с добавками или без добавок фитазы и сухих дрожжей на продуктивность несушек породы дандарави [136]; установлено, что на низкофосфорном рационе (0,25% доступного фосфора) с добавкой фитазы (1000 ФЕ/кг) или сухих дрожжей куры набирали более высокую живую массу к

концу опыта. Сообщалось, что ввод фитазы с 34 до 49 недель жизни несушек в рационы с пониженным уровнем фосфора и без добавки ксиланазы оказывал достоверное влияние на живую массу, однако на тех же рационах, но с добавкой ксиланазы, такого влияния не наблюдалось [177]. В другом исследовании в рационы с 0,15% доступного фосфора вводили фитазу в дозах 200, 400 или 600 ФЕ/кг; живая масса в 61 неделю жизни во всех опытных группах была ниже контроля, получавшего рацион с 0,35% нефитатного фосфора [102]. Египетские авторы изучали эффективность использования в кормах для несушек кукурузного глютена (0, 4, 8, 12, 16 и 20%) с добавкой фитазы (300 ФЕ/кг); при вводе фитазы в корма со всеми изученными уровнями глютена достоверного влияния на живую массу несушек не было отмечено [91]. Итак, в целом можно утверждать, что добавка фитазы в рацион повышает прирост живой массы несушек, однако данные экспериментов различаются вследствие различий по дозе фитазы, возрасту птицы и продолжительности опытов.

В исследовании S. Sebastian с соавт. (1996) курам родительского стада бройлеров с 240 суток жизни в течение 3 недель скармливали рационы с разными уровнями кальция (0,6; 1,0 и 1,25%) и добавкой фитазы (0 и 600 ФЕ/кг), чтобы определить влияние последней на использование курами минеральной части рациона и их продуктивность. Результаты показали, что независимо от концентрации кальция в рационе ввод фитазы повышает у кур прирост живой массы, потребление и конверсию корма [172].

Конверсия корма. Ввод в рацион несушек фитазы может улучшать эффективность его использование и/или потребление. Так, сообщалось, что куры потребляют больше комбикорма с фитазой по сравнению с комбикормом без добавки фермента [82,180], хотя в другом исследовании добавки фитазы (500 и 1000 ед./кг) улучшали конверсию корма, но не влияли на его потребление [154]. Ввод фитазы в рацион в дозе 200 ФЕ/кг позволяет снизить уровень ввода в рацион доступного фосфора до 0,3%. При определении минимальных потребностей несушек в фосфоре было установлено, что в 1-й и 2-й фазы

продуктивности она составляет 0,16 и 0,20% от массы рациона соответственно [178]. Конверсия корма на низкофосфорных рационах обычно бывает достоверно хуже, чем при уровне доступного фосфора 0,45%. Сообщалось, что ввод фитазы или дрожжей и уровень доступного фосфора оказывают лишь незначительное влияние на потребление несушками корма, однако их яичная продуктивность была выше на рационах с 0,45% доступного фосфора, чем на рационах с 0,25%; при этом конверсия корма при вводе в рацион фитазы (1000 ед./кг) или сухих дрожжей была лучше, чем в контроле без этих добавок [136].

В другом исследовании изучали влияние добавки лимонной кислоты в рацион несушек на использование фитатного фосфора и эффективность ввода в такой рацион микробной фитазы [144]; установлено, что в группе отрицательного контроля (с 0,2% доступного фосфора) и группах, получавших только добавку лимонной кислоты без фитазы, потребление корма было ниже, чем в группе положительного контроля (0,3% доступного фосфора) и группах, получавших добавку фитазы (300 ФЕ/кг). При этом конверсия корма на рационах с фитазой была на уровне положительного контроля. Сообщалось, что добавки 200, 400 и 600 ФЕ/кг фитазы в рацион с 0,15% нефитатного фосфора достоверно повышают потребление корма и снижают его конверсию [102]. Итак, как и в случае прироста живой массы и яйценоскости, добавки фитазы в рацион несушек улучшают конверсию корма.

Показатели качества яиц. Ввод фитазы в рационы несушек может улучшать показатели качества их яиц, в зависимости от получаемых в результате концентраций кальция и нефитатного фосфора. Так, сообщалось, что добавка фитазы повышает массу яиц [154]; ранее сообщалось, что уровни кальция и нефитатного фосфора в рационе и добавка в него фитазы оказывают достоверный совместный эффект на индекс Хау белка яиц в возрасте несушек 31-41 недели жизни [126]. По данным другого исследования, на рационе с 0,45% нефитатного фосфора и при уровне ввода фитазы 1000 ед./кг абсолютная и относительная (к массе яйца) масса белка были выше, чем в контроле или на рационах с добавкой дрожжей вместо фитазы [136]. В исследовании

эффективности совместного ввода в рацион промышленных несушек кросса Хайлайн W-36 (53-64 недели жизни) этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) и микробной фитазы было установлено, что эти два фактора оказывали достоверный совместный эффект на индекс Хау [145].

В работе H.S. Lim с соавт. (2003) также сообщалось, что низкофосфорные рационы повышают толщину скорлупы яиц в возрасте несушек 31-41 недель жизни, а высокофосфорные увеличивают выход боя, насечки и бесскорлупных яиц в первые 10 недель продуктивности кур. Рационы с низким уровнем кальция снижали толщину и прочность скорлупы яиц во всех возрастах кур, тогда как добавка фитазы (1000 ед./кг) достоверно улучшала качество скорлупы. По данным другого исследования, снижение концентраций в рационе кальция и фосфора ниже уровней группы положительного контроля (3,30% кальция, 0,50% общего и 0,28% доступного фосфора) достоверно снижало прочность скорлупы яиц, однако добавка фитазы (300 ФЕ/кг) в рацион группы отрицательного контроля (где уровень кальция был снижен на 0,12%, общего фосфора – на 0,14% и доступного фосфора – на 0,13%) привела к улучшению качества скорлупы яиц по сравнению с группой положительного контроля [128]. В опыте Р. Жамангулова и О. Богатовой (2010) средняя масса яиц в опытных группах, получавших 0,5 и 1,0 кг/т фитазы в рационе, повысилась на 2,25 и 2,75 г; масса белка яиц – на 1,3 и 1,5 г; толщина скорлупы – на 2,3 и 0,8%; содержание в яйцах белка – на 0,5 и 0,7%, жира – на 0,4 и 0,6%; энергетическая ценность яиц – на 3,6 и 5,5% [18].

Отмечался достоверный совместный эффект добавок в рацион несушек фитазы и ЭДТА на массу скорлупы яиц; ввод фитазы в низкофосфорные рационы в этом исследовании также достоверно повышал массу скорлупы и ее прочность [145]. По данным чешских исследователей, ввод фитазы (350 ФЕ/кг) в рацион несушек с уровнем нефитатного фосфора 1,8 г/кг улучшал качество скорлупы яиц по сравнению с рационом с 2,1 г/кг нефитатного фосфора, но без добавки фитазы [92]. Сообщалось, что препараты фитазы разного происхождения достоверно улучшали показатели качества яиц в возрасте

несушек 50-60 недель жизни [95]. При этом другие авторы, изучавшие влияние разных уровней в рационе экзогенной фитазы (0, 500 и 1000 ФЕ/кг), кальция (2,28 и 3,35%) и доступного фосфора (0,175 и 0,250%) на использование несушками фитатного фосфора, не обнаружили положительного влияния фитазы на показатели качества скорлупы яиц [141]. К сожалению, этому факту трудно предложить какое-либо логичное объяснение, так как в этой работе приводится слишком мало сведений по данному вопросу. Отсутствие влияния разных доз фитазы (10, 20 и 30 тыс. ФЕ/кг) на показатели качества яиц несушек, обнаруженное в недавнем исследовании [117], может объясняться тем, что в экспериментальных рационах в этом опыте концентрации доступного фосфора и кальция были адекватны потребностям несушек. Итак, в целом ввод фитазы в рационы несушек улучшает показатели качества их яиц при разных уровнях фермента и в разных возрастах кур.

Концентрации микроэлементов в плазме крови и в костяке. Сообщалось, что при скормливании несушкам рациона с 0,45% нефитатного фосфора концентрации кальция и фосфора в плазме крови были выше, чем при скормливании рациона с 0,25% нефитатного фосфора [136]. В этом же исследовании ввод в рационы фитазы или дрожжей повышал концентрации этих макроэлементов в плазме крови кур, а ввод фитазы в рацион с 0,45% нефитатного фосфора также повышал их концентрации в большеберцовых костях. В другом исследовании ввод фитазы в рацион также повышал концентрацию фосфора в крови кур и достоверно снижал активность в плазме крови щелочной фосфатазы [140]. Авторы отмечают наличие значимых взаимодействий между концентрациями в рационах фитазы, кальция и доступного фосфора по влиянию на концентрацию кальция в плазме крови. Кроме того, отмечено значительное влияние ввода фитазы в рацион на абсолютное и относительное содержание золы в большеберцовых костях и на уровень в них фосфора. Концентрация в рационе доступного фосфора оказывала значительное влияние на процентное содержание золы в большеберцовых костях, а концентрация кальция – на абсолютную массу золы; отмечено также достоверное совместное влияние

уровней в рационе фитазы и кальция на накопление фосфора в большеберцовой кости. В другом исследовании этих же авторов [141] добавки фитазы в рацион несушек (500 и 1000 ФЕ/кг) повышали уровень фосфора в плазме крови. Кроме того, обе дозировки фитазы повышали абсолютную и относительную массу золы большеберцовых костей кур. Влияние разных уровней кальция (2,28 и 3,25%) на абсолютную массу золы было достоверным, как и совместное влияние дозы фитазы и уровня в рационе доступного фосфора на содержание фосфора в большеберцовой кости.

Фитат способен связывать ряд важных микроэлементов и снижать их доступность для птицы, а фитаза высвобождает их и делает снова доступными. Сообщалось, что добавка фитазы в рацион для несушек повышала концентрацию фосфора в плазме крови кур с 5,17 мг/дл (в контроле без добавки фитазы) до 6,3 мг/дл при дозе фитазы 700 ед./кг [177]. Однако в другом исследовании разные уровни фитазы в рационах не оказали достоверного влияния на концентрации в плазме крови кальция и фосфора и на активность щелочной фосфатазы в возрасте кур 52 недели жизни [111]. В недавнем исследовании также не было обнаружено влияния фитазы на концентрации в плазме крови кальция и фосфора [175]. Фитат может связывать такие макро- и микроэлементы, как кальций, магний, медь, цинк, железо и калий, постепенно снижая их растворимость [147]; видимо, именно с этим и связан положительный эффект добавки фитазы в рацион на минерализацию большеберцовых костей. Недавно также сообщалось, что фитаза может высвободить связанное фитатом железо и таким образом улучшать состояние его депо в организме кур [66].

Таким образом, обзор опубликованной литературы свидетельствует о том, что ввод фитазы в рацион птицы улучшает ее продуктивность, эффективность использования кормов и минеральное питание. На эффективность фитазы и использование фитатного фосфора значительное влияние оказывает концентрация кальция в рационе. Ввод экзогенной фитазы в рационы считается одним из наиболее эффективных приемов для высвобождения и использования связанных фитатом микроэлементов. Снижение экскреции фосфора с

пометом при вводе в рационы фитазы снижает его выброс в окружающую среду. Однако результаты исследований могут довольно сильно различаться, и поэтому требуются дальнейшие исследования для изучения влияния таких факторов, как доза фитазы, продолжительность ее скармливания, вид, направление продуктивности и возраст птицы, источник препарата фитазы и др. Кроме того, для подтверждения положительных эффектов фитазы на продуктивность птицы требуются эксперименты промышленного масштаба.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в отделе питания Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук и в виварии Селекционно-генетического центра «Загорское экспериментальное племенное хозяйство» в период 2019–2021 гг.

Объектом исследований являлся отечественный концентрированный препарат фитазы Берзайм-Р (50000 ед./г).

Было проведено: научно-производственный опыт на цыплятах-бройлерах кросса «Кобб 500» и опыт на курах-несушках кросса «СП-789» и две производственные проверки на бройлерах кросса «Смена 9» и курах-несушках кросса «СП-789». В каждой группе было по 35 голов цыплят и по 30 кур-несушек. Содержание птицы – клеточное, при рекомендуемых параметрах микроклимата.

Задачей первого научно-производственного опыта являлось: установить рациональный уровень включения нового концентрированного фитазного ферментного препарата Берзайм-Р в комбикорма для цыплят-бройлеров с пониженным уровнем доступного фосфора.

Для этого из суточного молодняка бройлеров были сформированы контрольная и три опытных группы. Количество голов в каждой группе – 35, цыплята подобраны по принципу аналогов. При выращивании птицы было использовано двухфазное кормление (I фаза – до 3-х недельного возраста, II фаза – с 4-х недель и до убоя). В первые пять дней кормление птицы осуществлялось общими престартерными кормами.

Питательность комбикормов соответствовало нормам для кросса, все они были выровнены по содержанию питательных веществ. Бройлеры контрольной группы 1 получали стандартные ростовой и финишный комбикорма с уровнем доступного фосфора 0,40%; птица опытных групп 2-4 получала

аналогичные комбикорма с пониженным до 0,30% уровнем доступного фосфора, обогащенные фитазой в дозах 6, 12 и 30 г/т (300, 600 и 1500 ед./кг) соответственно. Энзим вводился в комбикорма методом ступенчатого смешивания. Схема научно-производственного опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1- Схема первого научно-производственного опыта на цыплятах-бройлерах

Группа	Особенности кормления бройлеров
1 - контрольная	Полнорационный комбикорм (ПК) с уровнем доступного фосфора 0,40 %
2 - опытная	ПК с уровнем доступного фосфора 0,30% + 6 г/т Берзайма – Р (300 ед. фитазы на 1 кг корма)
3 - опытная	ПК с уровнем доступного фосфора 0,30% + 12г/т препарата Берзайма – Р (600 ед. фитазы на 1 кг корма)
4 - опытная	ПК с уровнем доступного фосфора 0,30% + 30 г/т препарата Берзайма – Р (1500 ед. фитазы на 1 кг корма)

В таблице 2 приведены состав и питательность комбикормов для бройлеров.

Таблица 2 - Состав и питательность комбикормов для бройлеров первого и второго периодов выращивания, % (опыт 1)

Компонент, %	Периоды выращивания			
	I период		II период	
	1к	2о,3о,4о	1к	2о,3о,4о
1	2	3	4	5
Пшеница	37,29	37,76	38,32	38,78
Соя экструдированная полуобезжир.	33,72	33,58	32,94	32,80
Кукуруза	20,0	20,0	20,0	20,0
Рыбная мука	4,0	4,0	2,0	2,0
Масло подсолнечное	1,71	1,60	3,25	3,14
Известняк	1,63	1,85	1,48	1,70
Монокальций фосфат	0,73	0,29	0,95	0,51
Лизин	0,21	0,21	0,16	0,17
Метионин	0,25	0,25	0,30	0,30
Треонин	-	-	0,07	0,07
Соль	0,25	0,25	0,25	0,25

1	2	3	4	5
Сульфат натрия	-	-	0,07	0,07
Бленд минеральный	0,10	0,10	0,10	0,10
Холин хлорид	0,08	0,08	0,08	0,08
Бленд витаминный	0,03	0,03	0,03	0,03
Итого:	100,0	100,0	100,0	100,0
В 100 г комбикорма содержится, %				
Обменной энергии, ккал /100г	310,0	310,0	318,0	318,0
Сырого протеина	22,5	22,5	21,0	21,0
Сырой клетчатки	3,30	3,30	3,28	3,28
Лизина усвояемого	1,23	1,23	1,09	1,09
Метионина усвояемого	0,56	0,56	0,57	0,57
Метионина+Цистин усвояемых	0,93	0,93	0,92	0,92
Треонина усвояемого	0,76	0,70	0,71	0,71
Триптофана усвояемого	0,25	0,25	0,23	0,23
Кальция	1,00	1,00	0,90	0,90
Фосфора общего	0,65	0,55	0,64	0,54
Фосфора усвояемого	0,40	0,30	0,40	0,30
Натрия	0,16	0,16	0,16	0,16

Задачей второго научно-производственного опыта являлось: определить рациональный уровень ввода фосфора в комбикорма пшеничного типа и изучить влияние комбикормов, обогащенных фитазой, на продуктивность и использование питательных веществ корма курами-несушками.

Было сформировано 7 групп кур-несушек промышленного стада кросса «СП-789» 120-дневного возраста. В каждой группе было по 30 кур. Птицу содержали в переоборудованной клеточной батарее БКН при соблюдении всех технологических параметров. Опыт продолжался в течение 6 месяцев продуктивного периода. Кормление кур-несушек осуществляли полнорационными комбикормами с питательностью, соответствующей нормам ВНИТИП [44].

Контролем служила группа, получавший стандартный полнорационный комбикорм для несушек с уровнем доступного (усвояемого) фосфора 0,40%; в рационах опытных групп этот уровень был понижен до 0,34 и 0,30%. Были изучены три дозы препарата Берзайм-Р: 6, 12 и 30 г/т, что соответствует

фитазной активности 300, 600 и 1500 ед./кг соответственно. Схема научно-производственного опыта представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Схема второго научно-производственного опыта на курах-несушках

Группа	Особенности кормления
1 - контрольная	Полнорационный комбикорм (ПК) с уровнем доступного фосфора 0,40 %
2 - опытная	ПК с уровнем доступного фосфора 0,34% +6 г/т препарата Берзайм-Р
3 - опытная	ПК с уровнем доступного фосфора 0,34% +12 г/т препарата Берзайм-Р
4 - опытная	ПК с уровнем доступного фосфора 0,34% +30 г/т препарата Берзайм-Р
5 - опытная	ПК с уровнем доступного фосфора 0,30% +6 г/т препарата Берзайм-Р
6 - опытная	ПК с уровнем доступного фосфора 0,30% +12 г/т препарата Берзайм-Р
7 - опытная	ПК с уровнем доступного фосфора 0,30% +30 г/т препарата Берзайм-Р

Состав и питательность комбикормов приведена в таблице 4.

Таблица 4. - Состав и питательность комбикормов для кур-несушек (опыт 2) %

Компонент, %	Группа		
	1к	2о,3о,4о	5о,6о,7о
1	2	3	4
Пшеница	43,63	43,96	44,20
Кукуруза	15,0	15,0	15,0
Жмых подсолнечный	13,98	13,96	13,94
Соевый шрот	13,78	13,71	13,66
Масло соевое	2,55	2,47	2,41
Известняк	8,66	8,81	8,91
Монокальций фосфат	1,30	0,99	0,78
Метионин	0,12	0,12	0,12
Лизин	0,12	0,12	0,12
Соль	0,36	0,36	0,36
Премикс 0,5%	0,50	0,50	0,50
Итого:	100,0	100,0	100,0
в 100 г комбикорма содержится, %:			
Обменной энергии, ккал/100г	270,0	270,0	270,0

1	2	3	4
Сырого протеина	17,0	17,0	170,0
Сырой клетчатки	5,0	5,0	5,0
Лизина	0,77	0,77	0,77
Лизина усвояемого	0,69	0,69	0,69
Метионина	0,41	0,41	0,41
Метионина усвояемого	0,39	0,39	0,39
Метионина+Цистин	0,71	0,71	0,71
Метионина+Цистина усвояемый	0,64	0,64	0,64
Треонина	0,59	0,59	0,59
Треонина усвояемого	0,49	0,49	0,49
Триптофана	0,22	0,22	0,22
Триптофана усвояемого	0,19	0,19	0,19
Кальция	3,60	3,60	3,60
Фосфора общего	0,70	0,66	0,61
Фосфора доступного	0,40	0,34	0,30
Натрия	0,16	0,16	0,16

Перед началом эксперимента был проведен анализ большеберцовых костей птицы, для чего убивали 6 кур, кормившихся комбикормом контрольной группы. Кроме того, анализировали витаминный состав желтка и белка яиц (по 10 штук) от каждой группы птицы.

В конце каждого научно-производственного опыта на бройлерах и на пике яйцекладки у кур-несушек проводили балансовые опыты для определения переваримости и использования ими питательных веществ корма. Схемы проведения балансовых опытов соответствовали схемам научно-производственных.

Для изучения мясных качеств цыплят, а также исследования биохимических показателей печени, ножных и грудных мышц убивали по три петушка и три курочки от каждой группы. В конце опыта на несушках убивали по три головы кур для изучения биохимических показателей печени, гистологических и микробиологических исследований кишечника.

В ходе экспериментов учитывали следующие показатели:

- сохранность поголовья ежедневно с выявлением причин отхода;
- живую массу бройлеров в суточном, 5, 14, 21, 28, 36 -дневном возрасте, кур-несушек – в начале и конце опыта;
- яйценоскость кур путем ежедневного учета снесенных яиц;
- интенсивность яйценоскости;
- потребление корма – ежедневно, путем учета заданного количества комбикорма и остатков;
- затраты корма на 1 кг прироста живой массы, 10 шт. яиц, 1 кг яичной массы;
- мясные качества бройлеров;
- морфологические показатели яиц;
- переваримость и использование питательных веществ корма – по рекомендациям ВНИТИП (2013 г) в физиологических опытах;
- содержание общего азота (%) в кормах, помете, мышцах (методом Кьельдаля);
- содержание аминокислот (%) в кормах, помете, мышцах (методом ионообменной хроматографии на автоматическом анализаторе ААА-Т 339);
- содержание сырого жира (%) в кормах, помете, печени, мышцах (в аппарате Сокслета);
- содержание сырой клетчатки (%) в кормах, помете (методом кислотно-щелочной обработки, описанным П.Т. Лебедевым и др. (1976);
- содержание (%) кальция (на атомно-абсорбционном спектрометре) и фосфора (фотометрическим методом) в кормах и помете;
- содержание сырой золы (%) в кормах, помете, мышцах (методом сухого озоления образца);
- содержание кальция и фосфора в крови несушек (на полуавтоматическом биохимическом анализаторе BS-3000P, используя наборы по определению кальция и фосфора компании «ДИАКОН-ВЕТ»);

- содержание витаминов А, Е, В₂ в яйце и печени (методом жидкостной хроматографии высокого разрешения);
- гистологические исследования 12- перстной кишки бройлеров и кур-несушек;
- состояние микробиоты слепых отростков кишечника бройлеров в 36-дневном возрасте при убое по 6 голов из каждой группы молекулярно-генетическим методом T-RFLP.

Гистологические исследования проводили в ФГБОУ ВО «МГАВМиБ имени К.И. Скрябина». Для этого материал фиксировали в 10%-ном водном растворе нейтрального формалина. Подготавливали материал методом заливки в парафин с последующим приготовлением гистосрезов толщиной 5-7 мкм на микротоме МНС-2 по общепринятым методикам (Лилли Р., 1969, Меркулов Г.А., 1969) и окрашиванием их для обзорных целей и морфометрии гематоксилином Майера и эозином. Весь материал исследовали с использованием биологического микроскопа ScienOp VP-20 при увеличении окуляров 7х, 10х и объективов 4х, 10х и 40х. Фотографировали цифровой камерой-окулярром для микроскопа DCM35 (350K pixels, USB2.0). Морфометрические исследования проводились с помощью объект-микрометра ОМ-П и окулярной сетки с перекрестием.

В молекулярно-генетической лаборатории ООО «БИОТРОФ была проведена оценка влияния разных концентраций фитазы на состав микробиома слепых отростков кишечника бройлеров с применением молекулярно-генетического метода T-RFLP.

T-RFLP-анализ микрофлоры ЖКТ птиц включает следующие стадии (рис. 1):

1. Выделение общей (тотальной) ДНК микроорганизмов.
2. ПЦР-амплификацию фрагментов генов бактерий (16S рДНК) с флуоресцентномечеными праймерами (обычно с 5'-конца).
3. Ферментативную обработку амплификата с помощью эндонуклеаз рестрикции (обычно используют эндонуклеазы, узнающие

последовательности из 4 нуклеотидов).

4. Разделение полученных в результате рестрикции фрагментов ДНК в полиакриламидном геле в секвенаторе вместе с флуоресцентномеченым ДНК-маркером известного размера.

Секвенатор снабжен компьютерной программой автоматического подсчета длины фрагментов, основанной на определении электрофоретической подвижности фрагментов каждой пробы относительно заложенных в пробу стандартов длины.

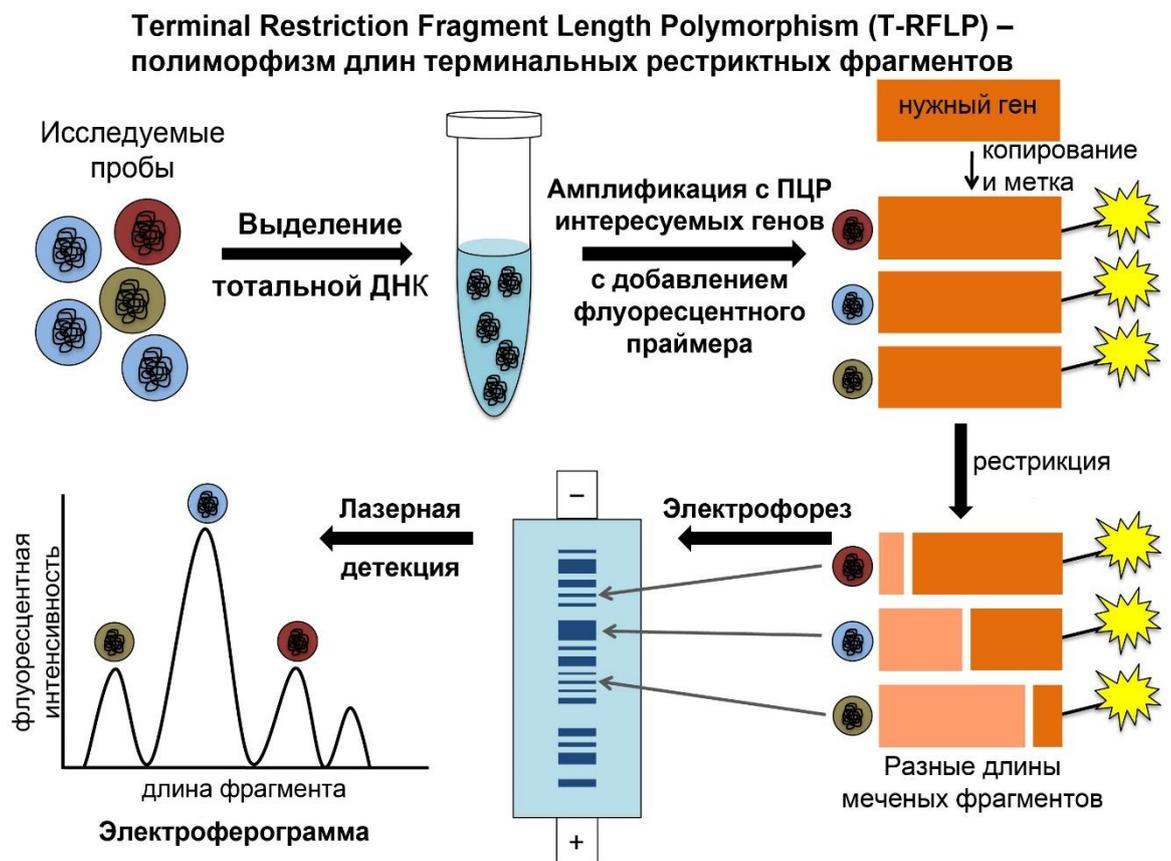


Рис.1. Стадии выполнения T-RFLP-анализа ЖКТ птиц

Каждый пик в T-RFLP-граммах отражает вид микроорганизма, а интенсивность флуоресценции пика – его процентное содержание в микробном сообществе.

Определение филогенетической принадлежности микроорганизмов проводится с помощью программ и баз данных Arlequin, FragSort, TRAMPR и T-

REX.

Для выполнения исследований по определению содержания кальция и фосфора в крови несушек кровь брали у птицы в состоянии натошак после 16-часового голодания из подкрыльцовой вены, в количестве 2-3 мл с добавлением цитрата натрия. Кровь центрифугировали при скорости 5000 оборотов в минуту на протяжении 5 минут и определяли в плазме крови кальций и фосфор.

Для определения экономической эффективности использования отечественной фитазы Берзайм – Р в комбикормах для бройлеров и кур-несушек были проведены производственные проверки полученных результатов. Схема производственной проверки на бройлерах приведена в таблице 5.

Таблица 5- Схема производственной проверки на цыплятах-бройлерах

Группа	Особенности кормления
Базовый	Полнорационный комбикорм (ПК) с уровнем доступного фосфора 0,40 %
Новый	ПК с уровнем доступного фосфора 0,30% + 12г/т препарата Берзайма – Р (600 ед. фитазы на 1 кг корма)

Было сформировано 2 группы птицы по 105 голов в каждой. Цыплята содержались в клеточных батареях Р-15. Кормление опытного поголовья производилось вручную. До пятидневного возраста цыплята всех групп получать одинаковый престартовый комбикорм.

Первая группа (базовый вариант) являлась контрольной и получала комбикорма с питательностью, соответствующей рекомендациям для кросса. Вторая группа (новый вариант) получала комбикорма, в которых использовали пониженный уровень доступного (усвояемого) фосфора до 0,30%, обогащенные фитазой в дозе 12 г/т (600 ед. фитазы на 1 кг корма).

Состав и питательность комбикормов первого и второго периодов выращивания бройлеров приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Состав и питательность комбикормов для бройлеров первого и второго периодов выращивания, % (производственная проверка на бройлерах).

Компонент, %	Периоды выращивания			
	I период		II период	
	Базовый	Новый	Базовый	Новый
Пшеница	45,71	46,15	44,06	44,51
Соя экстрадированная полуобезжир.	30,18	30,06	25,32	25,20
Кукуруза	15,0	15,0	15,0	15,0
Шрот подсолнечный	-	-	6,0	6,0
Рыбная мука	4,0	4,0	2,0	2,0
Масло подсолнечное	1,38	1,28	3,97	3,87
Известняк	1,25	1,47	1,11	1,32
Монокальций фосфат	0,81	0,37	0,96	0,52
Лизин	0,31	0,31	0,30	0,30
Метионин	0,34	0,34	0,27	0,27
Треонин	0,17	0,17	0,11	0,11
Соль	0,27	0,27	0,32	0,32
Премикс 0,5 Агрофид	0,50	0,50	0,50	0,50
Холин хлорид	0,08	0,08	0,08	0,08
Итого:	100,0	100,0	100,0	100,0
В 100 г комбикорма содержится, %				
Обменной энергии, ккал /100г	310,0	310,0	318,0	318,0
Сырого протеина	22,5	22,5	21,0	21,0
Сырой клетчатки	3,22	3,23	3,93	3,93
Лизина усвояемого	1,23	1,23	1,09	1,09
Метионина усвояемого	0,65	0,65	0,57	0,56
Метионина+Цистин усвояемых	0,93	0,93	0,84	0,84
Треонина усвояемого	0,81	0,81	0,71	0,71
Триптофана усвояемого	0,23	0,23	0,23	0,22
Кальция	1,00	1,00	0,90	0,90
Фосфора общего	0,66	0,56	0,67	0,57
Фосфора усвояемого	0,40	0,30	0,40	0,30
Натрия	0,16	0,16	0,16	0,16

Схема производственной проверки на курах- несушках представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Схема производственной проверки на курах-несушках

Вариант	Особенности кормления
Базовый	Полнорационный комбикорм с уровнем доступного фосфора 0,40 %
Новый	ПК с уровнем доступного фосфора 0,30% +12 г/т препарата Берзайм – Р

Производственную проверку проводили на курах со 150-дневного возраста в течение 6 месяцев продуктивного периода. Было сформировано 2 группы по 150 голов в каждой. Куры базового варианта получали комбикорма с питательностью, соответствующей рекомендациям ВНИТИП [46], с уровнем доступного фосфора 0,40%. В рационах несушек нового варианта этот уровень был понижен до 0,30%, комбикорма были обогащены ферментным препаратом Берзайм-Р в количестве 12 г на 1 тонну корма, что соответствует фитазной активности 600 ед./кг. Состав и питательность комбикормов выращивания несушек приведены в таблице 8.

Таблица 8 - Состав и питательность комбикормов для кур-несушек (производственная проверка на курах), %

Компонент, %	Группа	
	Базовый	Новый
1	2	3
Пшеница	60,04	60,53
Жмых подсолнечный	15,03	14,99
Соя экстрад. полуобезжир.	12,02	11,76
Масло подсолнечное	1,78	1,67
Известняк	8,80	9,17
Монокальций фосфат	1,07	0,63
Метионин	0,12	0,12
Лизин	0,15	0,15

1	2	3
Треонин	0,02	0,02
Соль	0,29	0,28
Сульфат натрия	0,10	0,10
Холин хлорид	0,08	0,08
Премикс 0,5% Агрофид	0,50	0,50
Итого:	100,0	100,0
в 100 г комбикорма содержится, %:		
Обменной энергии, ккал/100г	270,0	270,0
Сырого протеина	17,0	17,0
Сырой клетчатки	5,0	5,0
Лизина усвояемого	0,69	0,69
Метионина усвояемого	0,38	0,38
Метионина+Цистина усвояемый	0,64	0,64
Треонина усвояемого	0,49	0,49
Триптофана усвояемого	0,19	0,19
Кальция	3,60	3,60
Фосфора общего	0,69	0,59
Фосфора доступного	0,40	0,30
Натрия	0,16	0,16

Расчет экономической эффективности был проведен в соответствии с «Методикой определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений» [34].

Обработка цифрового материала, полученного в экспериментах, проведена методом вариационной статистики по Н.А. Плохинскому [45], на персональном компьютере с использованием программного обеспечения Microsoft Excel. Достоверные разности обозначали:

a – $p < 0,05$, b – $p < 0,01$, c – $p < 0,001$.

Личное участие автора в получении результатов и анализе полученных данных составляет 91%.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Исследование 1. Результаты выращивания цыплят-бройлеров на комбикормах с пониженным уровнем доступного фосфора при включении нового концентрированного фитазосодержащего препарата

ООО ПО «Сиббиофарм» создан ряд ферментных препаратов нового поколения – содержащих целлюлазу, ксиланазу, бета-глюкканазу, пектиназу, протеазу и др., которые уже прошли апробацию. ООО ПО «Сиббиофарм» был разработан новый концентрированный фитазный ферментный препарат – Берзайм-Р, который был получен на основе штамма *Komagataella (Pichia) pastoris* ВКПМ У-4225 (стандартизуется по фитазной активности – 50000 ед/г). Препарат термостабилен, хорошо смешивается со всеми ингредиентами комбикормов.

Опыт на цыплятах-бройлеров по определению эффективности нового концентрированного фитазного ферментного препарата Берзайм-Р был проведен на комбикормах с уменьшенной нормой ввода кормовых фосфатов при 0,1 % дефиците доступного фосфора.

Одним из главных зоотехнических показателей выращивания птицы являются показатели сохранности, живой массы поголовья, а также затраты кормов на прирост живой массы.

Сохранность поголовья во всех группах была высокой и не зависела от условий кормления (таблица 9).

Таблица 9 - Сохранность бройлеров

Показатель	Группа			
	1к	2о	3о	4о
Начальное поголовье, гол.	35	35	35	35
Пало, гол.	-	-	-	-
Сохранность, %.	100	100,0	100	100

Динамика показателей средней живой массы в период выращивания представлены в таблице 10.

Анализ экспериментальных данных показывает, что живая масса цыплят в опытной и контрольных группах в 5 суток была практически одинаковой. Различия обозначились начиная с 14 суток. Так, в опытной группе 2 живая масса бройлеров соответствовала контролю, в опытной группе 3 – была выше на 2,0%, в опытной группе 4 – также выше на 1,3%.

Таблица 10 - Динамика живой массы бройлеров

Показатель	Группа			
	1к	2о	3о	4о
Живая масса бройлеров (г) в возрастах: суточном	42,7 ±0,33	42,0 ±0,27	42,9 ±0,21	42,5 ±0,31
5 суток	157,8 ±2,30	158,4 ±1,71	157,7 ±2,00	157,4 ±1,89
14 суток	351,5 ±7,78	353,2 ±6,62	358,5 ±5,95	355,9 ±6,92
% к контролю	100,0	100,5	102,0	101,3
21 сутки	891,5 ±21,49	896,8 ±15,06	916,8 ±21,36	905,8 ±15,15
% к контролю	100,0	100,6	102,8	101,6
28 суток	1144,7 ±31,64	1154,7 ±24,60	1179,5 ±27,86	1164,5 ±21,02
% к контролю	100,0	100,9	103,0	101,7
В среднем в 36 суток	2002,9	2028,9	2065,5	2043,9
% к контролю	100,0	101,3	103,1	102,0
в т.ч.: курочки	1836,5 ±32,97	1856,0 ±26,59	1891,2 ±18,57	1889,3 ±29,69
% к контролю	100,0	101,1	103,0	102,9
петушки	2169,2 ±39,22	2201,7 ±40,71	2239,7 ±37,78	2198,4 ±37,98
% к контролю	100,0	101,5	103,3	101,3

При взвешивании поголовья на 21 сутки живая масса цыплят под влиянием ферментного препарата Берзайм -Р оказалась выше, чем в контрольной

группе 1: на 0,5% - в опытной группе 2, на 2,8% - в опытной группе 3, на 1,6% - в опытной группе 4.

В 28 суток данная закономерность повторилась. Цыплята – бройлеры опытных групп 2, 3 и 4, получавшие ферментный препарат Берзайм Р, обеспечили повышение живой массы бройлеров в данном возрасте по сравнению с контрольной группой 1 на 0,9; 3,0 и 1,7%.

К концу выращивания птицы тенденция сохранилась. При использовании Берзайма-Р в дозировке 300 ед./кг корма (опытная группа 2) в комбикормах с уровнем доступного фосфора 0,30% разница по живой массе бройлеров составила 1,3%, в том числе курочек – 1,1%, петушков -1,5%.

Более высокая дозировка фермента – 600 ед./кг корма (опытная группа 3) – отразилась на увеличении живой массы бройлеров, повысив ее на 3,1% по сравнению с контролем, в том числе курочек – на 3,0%, петушков – на 3,3%.

Дальнейшее увеличение количества Берзайма-Р в комбикорме до 1500 ед./ кг корма (опытная группа 4) – отразилась на живой массе цыплят, увеличив ее на 2,0%, в том числе курочек – на 2,9%, петушков – на 1,3%.

На рисунках 2 - 4 представлена живая масса цыплят в разные возрастные периоды, из которых наглядно видно ее изменение под влиянием ферментного препарата Берзайм -Р.

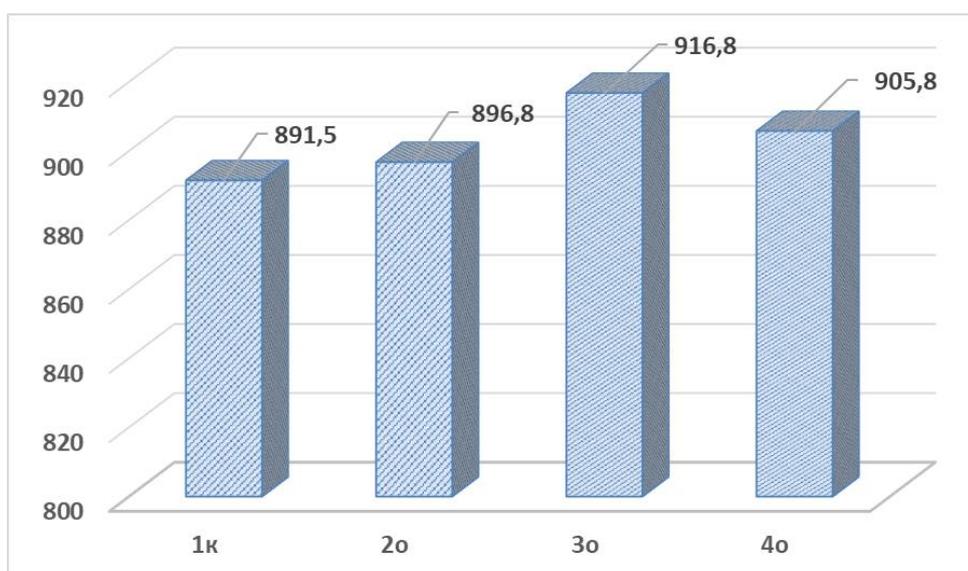


Рис. 2. Живая масса бройлеров на 21 сутки, г

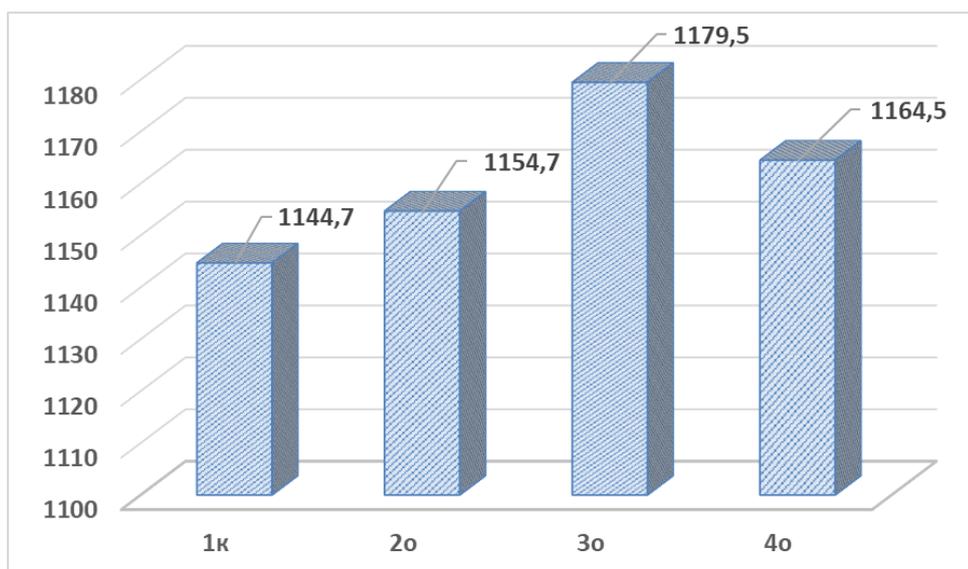


Рис. 3. Живая масса бройлеров в 28 суток, г

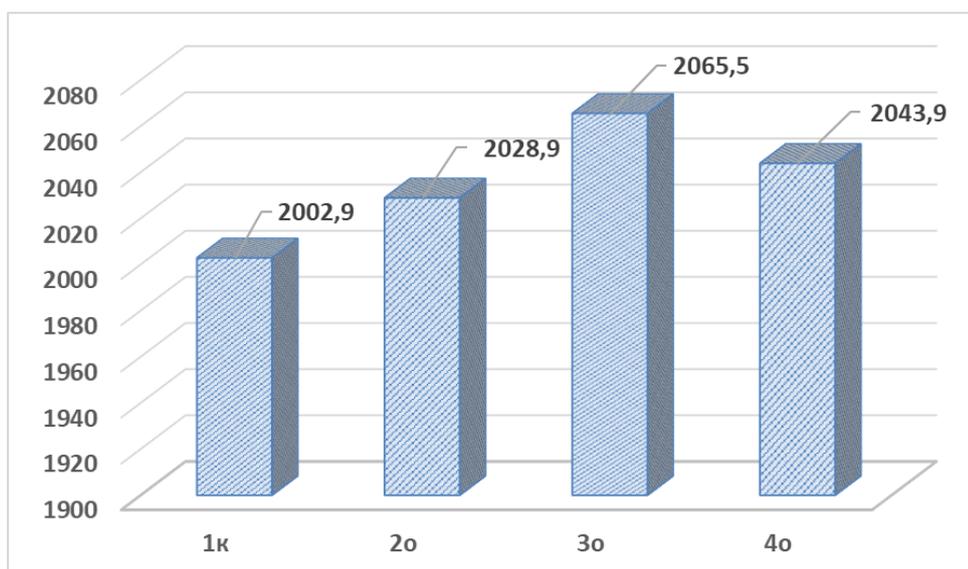


Рис. 4. Живая масса бройлеров в 36 суток, г

Аналогично живой массе изменялись и показатели абсолютного и относительного прироста бройлеров (таблица 11). Данные таблицы подтверждают, что использование в комбикормах для бройлеров с пониженным уровнем доступного фосфора на 0,1% (до 0,30 %) ферментного препарата Берзайм-Р в дозировке 600 ед. фитазы на 1 кг корма, или 12 г на 1 т корма способствовало повышению прироста живой массы бройлеров по сравнению с контролем на 3,0 % в опытной группе 3. В других опытных группах, получавших более

низкую и более высокую дозировку энзима, разница с контролем по данному показателю была не столь заметной и составила 0,7 и 1,7%.

Таблица 11- Прирост живой массы бройлеров, г

Показатель	Группа			
	1к	2о	3о	4о
21 сутки				
Абсолютный прирост, г	848,8	854,8	873,9	863,3
% к контролю	100,0	100,7	103,0	101,7
Среднесуточный прирост, г	40,3	40,7	41,6	41,1
% к контролю	100,0	101,0	103,2	102,0
28 суток				
Абсолютный прирост, г	1102,0	1112,7	1136,6	1122,0
% к контролю	100,0	101,0	103,1	101,8
Среднесуточный прирост, г	39,4	39,7	40,6	40,1
% к контролю	100,0	100,8	103,0	101,7
36 суток				
Абсолютный прирост, г	1960,2	1986,9	2022,6	2001,4
% к контролю	100,0	101,4	103,2	102,1
Среднесуточный прирост, г	54,5	55,2	56,2	55,6
% к контролю	100,0	101,3	103,1	102,0

В течение последующего периода выращивания цыплят различия по абсолютному приросту живой массы сохранились. Так, наиболее высоким он был в опытной группе 3, получавшей 12 г на 1 т корма ферментного препарата, составив 3,2%. В опытных группах 2 и 4, комбикорма которых обогащали дозировками Берзайм-Р – 6 и 30 г на 1 т корма, разница по данному показателю была меньше и составила 1,4 и 2,1%. Среднесуточный прирост живой массы в данных опытных группах был на уровне 55,2 и 55,6 г против 54,5 г в контроле

и 56,2 г в опытной группе 3. Следовательно, максимальный среднесуточный прирост живой массы цыплят был в опытной группе 3.

Потребление корма птицей является косвенным показателем ее здоровья и продуктивности. Обогащение комбикормов фитазосодержащим препаратом Берзайм-Р оказало влияние на затраты кормов на 1 кг прироста живой массы птицы, снизив их по сравнению с контролем (таблица 12).

Таблица 12 – Потребление и затраты корма у бройлеров

Показатель	Группа			
	1к	2о	3о	4о
Потребление корма на 1 голову за период опыта, кг	3,16	3,14	3,07	3,10
% к контролю	100,0	99,4	97,2	98,1
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,61	1,58	1,52	1,55
% к контролю	100,0	98,1	94,4	96,3

При использовании комбикормов с уровнем доступного фосфора 0,30% минимальные затраты кормов на продукцию были получены в опытных группах 3 и 4 – меньше на 5,6 и 3,7%, чем в контрольной группе 1. Более низкая дозировка фермента – 300 ед./кг корма способствовала уменьшению данного показателя на 1,9% (группа 2).

Полученные различия в продуктивности бройлеров опытных групп по сравнению с контрольной зависели от переваримости и использования ими питательных веществ корма (таблица 13).

Анализ результатов балансового (физиологического) опыта свидетельствует об улучшении усвоения ими фитинового фосфора под влиянием Берзайма-Р, что отразилось на изменении данных показателей в сторону увеличения. Причем разные дозировки энзима оказали различное влияние на изменение всех изученных показателей. Так, в опытной группе 2 использование фосфора по сравнению с контрольной группой было выше на 3,4%, 3 – на 6,2%, 4

– на 4,4%. При этом использование кальция было также выше на 1,5%, 3,2 и 2,3% соответственно группам 2, 3 и 4.

Таблица 13 - Переваримость и использование питательных веществ корма бройлерами, %

Показатель	Группа			
	1к	2о	3о	4о
Переваримость: сухого вещества корма	72,1	72,9	74,7	73,6
протеина	87,3	88,2	90,2	88,9
жира	79,7	80,8	82,9	81,8
клетчатки	11,3	14,0	15,8	15,6
Использование: азота	59,1	60,4	61,9	61,0
кальция	44,1	45,6	47,3	46,4
фосфора	34,9	38,3	41,1	39,3
лизина	86,5	88,3	89,9	88,7
метионина	84,3	86,0	88,1	86,8

Как следует из данных, приведенных в таблице 3.4, наиболее высокие показатели переваримости и использования питательных веществ корма были получены в опытной группе 3, комбикорма которой обогащали фитазой в дозировке 600 ед./ кг корма. Так, переваримость сухого вещества корма цыплятами данной группы была на 2,6% выше, чем в контрольной группе 1. Лучше птица группы 3 переваривала протеин корма – на 2,6%, жир – на 3,2%, клетчатку – на 4,5%. Использование азота превышало показатель контрольной группы 1 на 2,8%, лизина – на 3,4%, метионина – на 3,8%.

Использование более низкой дозировки Берзайма-Р – 300 ед./ кг корма (опытная группа 2) способствовало улучшению переваримости сухого вещества корма на 0,8%, протеина – на 0,9%, жира – на 1,1%, клетчатки – на 2,7%.

Использование азота в ней было выше, чем в группе 1, на 1,3%, лизина – на 1,8%, метионина – на 1,7%.

Увеличение дозировки энзима до 1500 ед./ кг корма (опытная группа 4) позволило повысить цыплятами переваримость сухого вещества корма по сравнению с контролем на 1,4%, протеина – на 1,6%, жира – на 2,1%, клетчатки – на 4,3%, использование азота – на 1,9%, лизина – на 2,2%, метионина – на 2,2%.

На рисунке 5 наглядно видна разница по использованию кальция и фосфора бройлерами контрольной и опытных групп под влиянием фитазосодержащего препарата Берзайм-Р.

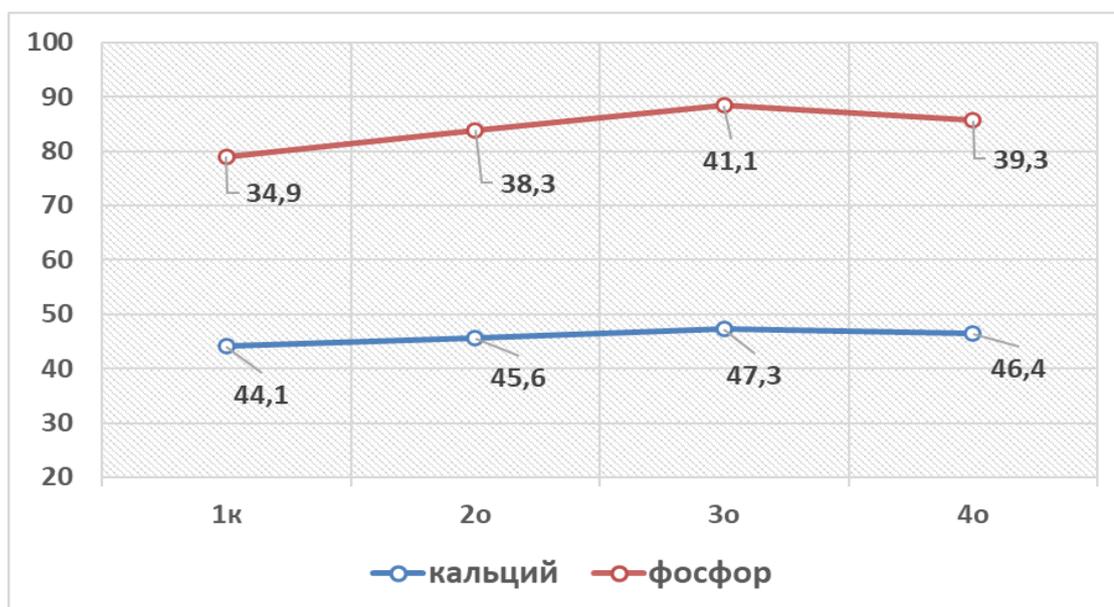


Рис.5. Использование кальция и фосфора бройлерами, %

Исходя из того, что под влиянием фитазосодержащего препарата улучшилось усвоение организмом бройлеров фосфора и кальция, представляло интерес изучение содержания минеральных веществ в их большеберцовых костях (таблица 14).

Из таблицы следует, что значительных различий в содержании сырой золы в костях цыплят не было. Отмечена незначительная тенденция к увеличению кальция и фосфора в костяке бройлеров опытных групп.

Таблица 14 - Содержание золы, кальция и фосфора в большеберцовых костях бройлеров, %

Группа	сырая зола	кальций	фосфор
1к	48,34	17,24	6,78
2о	47,22	17,39	6,77
3о	48,84	17,35	6,81
4о	47,56	17,29	6,80

Кроме макроэлементов, было изучено влияние фитазы на усвоение микроэлементов, для чего был проведен анализ содержания некоторых из них в большеберцовых костях бройлеров (таблица 15).

Таблица 15 - Содержание микроэлементов в большеберцовых костях бройлеров

Группа	Микроэлементы, мг%			
	железо	марганец	медь	цинк
1к	18,52	0,500	0,400	17,00
2о	20,45	0,548	0,457	18,87
3о	20,59	0,571	0,471	19,61
4о	20,78	0,575	0,488	19,58

Результаты исследований свидетельствуют об увеличении количества железа в костяке цыплят на 1,93 – 2,26 мг%, марганца – на 0,048 – 0,075, меди – на 0,057 – 0,088, цинка – на 1,87 – 2,61 мг%.

Важнейшим критерием оценки мясных качеств бройлеров, выращенных на комбикормах с добавкой фитазы, является убойный выход мяса потрошенной тушки. Установлено, что данный показатель находился в пределах 72,3-73,4 % против 71,4% в контрольной группе 1 (таблица 16). Причем выход наиболее ценной части тушек – грудных мышц - составлял 24,4-25,1%, тогда как в контроле – 23,8%.

Таблица 16 - Результаты контрольного убоя цыплят (петушки) (37-дней)

Показатель	Группа			
	1к	2о	3о	4о
Живая масса птицы, г	2191,0 ±19,30	2193,3 ±3,33	2259,3 ±20,02	2226,7 ±31,80
Масса потрошеной тушки, г	1564,4 ±14,52	1585,8 ±29,64	1658,3 ±31,14	1621,0 ±11,41
Убойный выход потрошеной тушки, %	71,4	72,3	73,4	72,8
Выход грудных мышц к потрошеной тушке, %	23,8	24,0	25,1	24,7

Анатомическая разделка тушки цыплят показала, что масса внутренних органов находилась в пределах физиологической нормы (таблица 17). Так, достоверных различий в массе печени, сердца, мышечного желудка опытных групп по сравнению с контролем получено не было.

Таблица 17- Масса некоторых внутренних органов бройлеров

Показатель	Группа			
	1к	2о	3о	4о
Масса мышечного желудка, г	24,33 ±0,31	24,74 ±0,32	25,77 ±0,61	24,96 ±0,39
Относительная масса, г /100 г живой массы	0,011	0,011	0,011	0,011
Масса печени, г	44,38 ±0,20	44,53 ±0,49	46,18 ±0,68	45,07 ±0,29
Относительная масса, г /100 г живой массы	0,022	0,022	0,022	0,022
Масса сердца, г	10,18 ±0,25	10,51 ±0,31	10,29 ±0,14	10,41 ±0,09
Относительная масса, г /100 г живой массы	0,005	0,005	0,005	0,005

Основные процессы пищеварения происходят в 12-перстной кишке, поэтому представляло интерес изучение гистологического анализа ее стенки (рис.6 и 7).

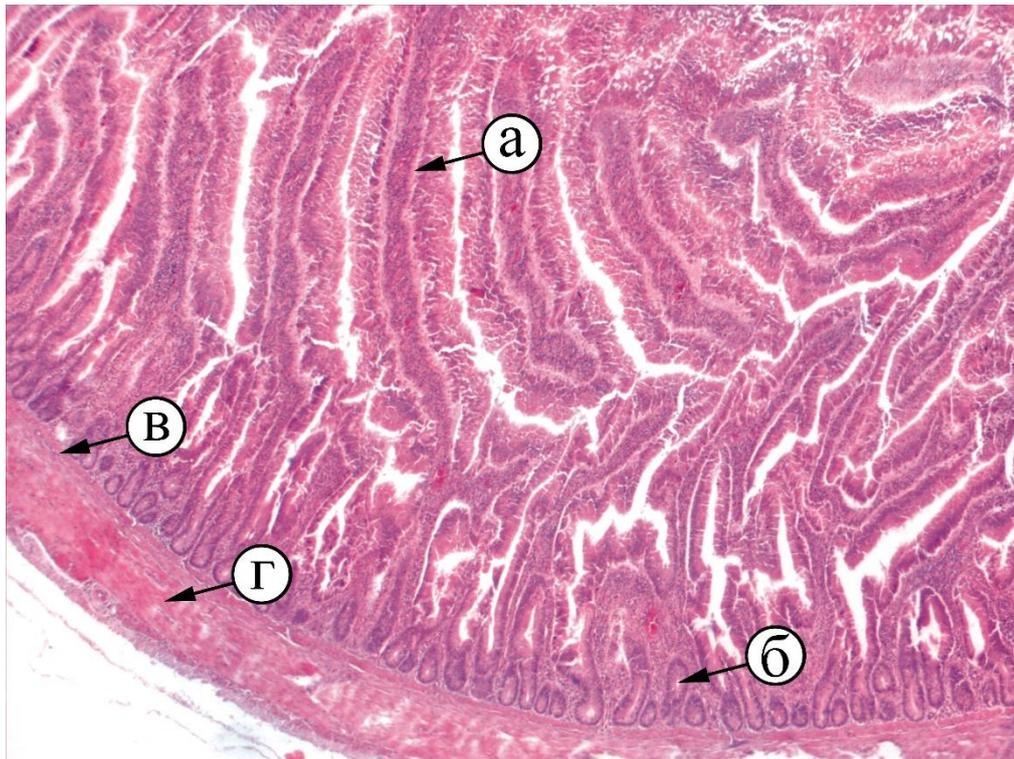


Рис. 6. Кишечник бройлеров. Группа 1.

Окраска гематоксилин - эозином; окуляр x10, объектив x10.

- а) – Кишечные ворсинки;
- б) – Кишечные крипты;
- в) – Подслизистый слой кишечной стенки;
- г) – Мышечный слой кишечной стенки.

Установлено, что в контрольной и опытной группе 3 цыплят стенка кишечника представлена хорошо сформированными слизистой, мышечной и серозной оболочками. Слизистая оболочка состоит из однослойного призматического эпителия, имеющего сильно вытянутую, неправильную форму, цитоплазма энтероцитов относительно равномерно окрашена, щётчатая кайма на апикальной части клеток хорошо выражена, базофильные гиперхромные ядра располагаются ближе к базальной части клеток.

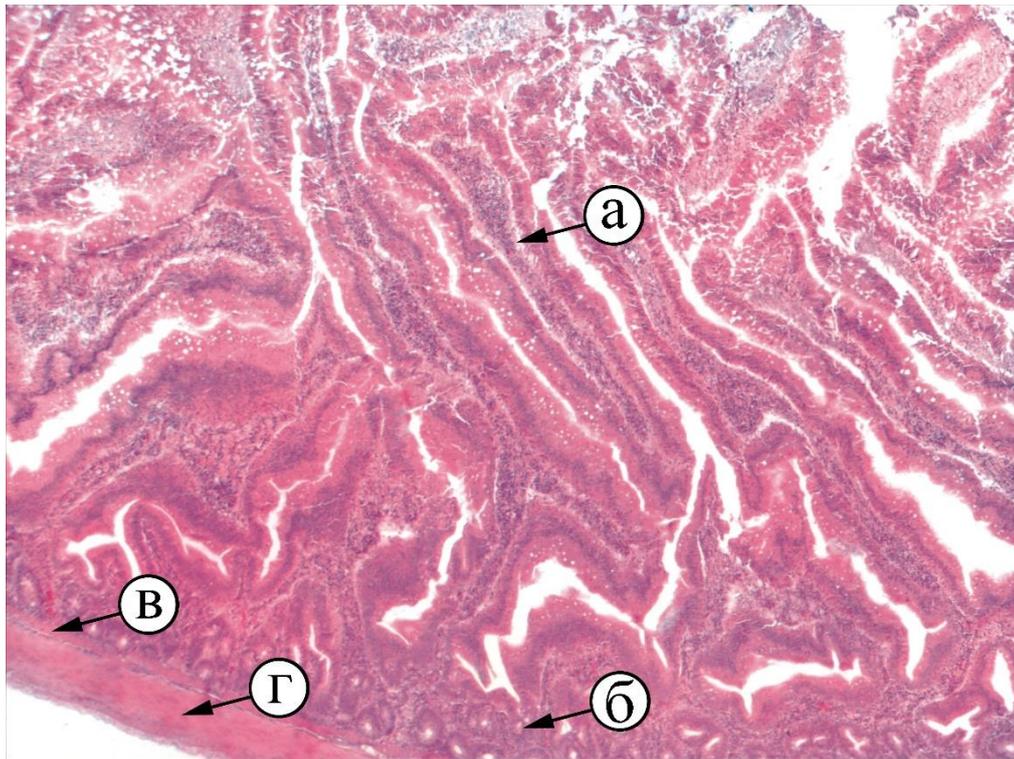


Рис.7. Кишечник бройлеров. Группа 3.

Окраска гематоксилин - эозином; окуляр x10, объектив x10.

- а) – Кишечные ворсинки;
- б) – Кишечные крипты;
- в) – Подслизистый слой кишечной стенки;
- г) – Мышечный слой кишечной стенки.

Собственный слой слизистой оболочки состоит из хорошо развитой рыхлой соединительной ткани, с проходящими в ней сосудами, и мышечной пластинки. Кишечные ворсинки правильной пальцевидной формы, относительно равномерной толщины и длины. Наблюдается незначительная десквамация энтероцитов слизистой оболочки в просвет кишечника. В собственной пластинке слизистой оболочки располагаются крипты, состоящие из отдельных каёмчатых энтероцитов, незначительного количества бокаловидных клеток, базофильных эндокриноцитов и слабо дифференцированных стволовых клеток. Крипты хорошо развиты, они глубоко залегают, и состоят из большого количества железистых структур. Сосуды собственной пластинки и подслизистого слоя умеренно кровенаполнены. Мышечная оболочка представлена

двумя слоями хорошо развитой мышечной ткани, гладкие миоциты которой имеют вытянутую форму, относительно равномерно окрашенную цитоплазму и продолговатое гиперхромное ядро. Серозная оболочка состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани, с проходящими в ней сосудами, и покрыта мезотелием. Сосуды серозной оболочки умеренно расширены, просвет сосудов обычно пуст.

Таким образом, гистоархитектоника тонкого отдела кишечника контрольной и опытной группы 3 птиц сохранена и характерна для цыплят бройлеров в данный период развития. Общее состояние характеризуется повышением функциональных возможностей органа, что определяется увеличением объёма железистого эпителия крипт, и увеличением длины кишечных ворсинок, и меньшей десквамацией энтероцитов.

По данным морфометрии, глубина крипт и высота ворсинок в контрольной и опытной группах практически идентичны (таблица 18).

Таблица 18- Морфометрические показатели тонкого отдела кишечника бройлеров

Группа	Толщина слизистой оболочки, мкм	Толщина мышечного слоя, мкм	Высота энтероцитов, мкм
1к	1895,3±334,5	175,4±26,4	83,2±12,4
3о	1715,6±309,0	165,3±15,6	87,4±13,2

Введение в рацион животных и птиц фитазы может оказывать влияние на физические и химические свойства химуса в желудочно-кишечном тракте, прежде всего, на уровень рН. Изменения уровня рН пищеварительной системы могут приводить к сдвигам профилей кишечной микробиоты и активности ее представителей [49].

Известно, что микробиоценоз кишечника птицы представляет собой достаточно богатое и сложное по структуре сообщество видов симбиотических микроорганизмов [75,76,97], состоящее из бактерий, архей [122], микромицетов [71], простейших [135] и вирусов [160]. Основными обитателями

микробиома кишечника кур являются бактерии [190]. Появление методики секвенирования генов 16S рРНК позволило выявить в составе микробиоэкосистемы кишечника кур представителей 13 бактериальных филумов, доминирующими (> 90%) из которых были Firmicutes, Bacteroidetes и Proteobacteria. В целом в кишечнике кур было обнаружено более 900 эквивалентов операционным таксономическим единицам (ОТУ), 117 из которых принадлежали к известным бактериальным родам. Тем не менее, данные о влиянии включения в корма фитазы на микробную экосистему желудочно-кишечного тракта крайне ограничены.

В молекулярно-генетической лаборатории ООО «БИОТРОФ» была проведена оценка влияния разных концентраций фитазы на состав микробиома слепых отростков кишечника бройлеров с применением молекулярно-генетического метода T-RFLP. Результаты анализа микрофлоры слепых отростков исследованных птиц из данного опыта представлены в таблице 19.

Анализ микрофлоры слепых отростков птицы показал различия в микробиальном составе слепых отростков птиц исследованных групп.

В контрольной группе 1 отмечено наиболее низкое содержание представителей нормальной микрофлоры в лице бактерий-целлюлозолитиков (руминококков, эубактерий, бактероидов, клостридий и т.д.) и бацилл среди остальных исследованных образцов опыта. При этом, доля селеномонад в данном образце была наивысшей среди остальных проб.

Вместе с тем в образце из данной группы отмечено наибольшее содержание условно-патогенных актинобактерий, энтеробактерий, патогенных пептококков. Также установлено присутствие патогенных фузобактерий, кампилобактерий, патогенных клостридий и пастерелл.

В опытной группе 2 отмечено высокое содержание представителей нормофлоры, наибольшее содержание лактобацилл среди остальных опытных образцов, высокая доля селеномонад.

Таблица 19 – Содержание микроорганизмов в слепых отростках ЖКТ птицы (Т-RLP-анализ), %

Микроорганизмы	Роль микроорганизма	№ группы			
		№1	№2	№3	№4
Нормофлора					
Целлюлозолитики (сем. <i>Eubacteriaceae</i> , <i>Clostridiaceae</i> , <i>Lachnospiraceae</i> , <i>Ruminococcaceae</i> , <i>Bacteroidetes</i> и т.д.)	«Полезные» микроорганизмы, расщепляющие растительную клетчатку и некрахмалистые полисахариды углеводов кормов	49,1	52,52	55,2	55,37
Бациллы (<i>Bacillus</i> sp.)	«Полезные» микроорганизмы, обладающие антимикробной активностью в отношении патогенов и др. полезными свойствами	0,99	1,58	8,67	4,51
Лактобациллы (<i>Lactobacillus</i> sp.)	«Полезные» микроорганизмы, обладающие антимикробной активностью в отношении патогенных микроорганизмов	9,38	13,74	5	7,53
Бифидобактерии (сем. <i>Bifidobacteriaceae</i>)		0,23	0,3	0	0
Селеномонады (<i>Selenomonas</i> sp., <i>Veillonella</i> sp)	Разлагают органические кислоты	17,38	16,64	12,45	8,5
Условно-патогенная микрофлора					
Актинобактерии (<i>Microbacterium</i> sp., <i>Arthrobacter</i> sp.)	Возбудители актиномикозов	7,48	3,74	3,14	6,47
Энтеробактерии (сем. <i>Enterobacteriaceae</i>)	Возбудители гастроэнтеритов	1,73	0,46	0,61	0,12
Патогенная микрофлора					
Фузобактерии (<i>Fusobacterium</i> sp.)	Возбудители различных инфекционных заболеваний	0,88	0,16	1,91	1,19
Пептококки (сем. <i>Peptococcaceae</i>)		2,06	0,79	0	0,96
Стафилококки (<i>Staphylococcus</i> sp.)		0	0	1,88	0,19
Кампилобактерии (сем. <i>Campylobacteriaceae</i>)		1,13	2,77	0,18	0,66
Патогенные клостридии <i>C. perfringens</i> , <i>C. noviy</i>		0,73	0	0	0
Пастереллы (сем. <i>Pasterellaceae</i>)		0,09	0	0	0,23
Некультивируемая и транзитная микрофлора					
Псевдомонады (сем. <i>Pseudomonadaceae</i>)	Микроорганизмы, поступающие с кормом	0,91	2,64	1,41	2,01
Некультивируемые бактерии	Роль не ясна	7,91	4,66	9,55	12,26

В данном образце также отмечено присутствие представителей условно патогенных актинобактерий, энтеробактерий и патогенных фузобактерий, пептококков, наивысшая доля присутствия патогенных кампилобактерий среди остальных групп.

В опытной группе 3 выявлено высокое содержание представителей нормофлоры, наибольшая доля присутствия бацилл и наименьшая доля лактобацилл среди остальных опытных образцов.

В данном образце установлена наименьшая доля присутствия условно-патогенных актинобактерий, но при этом наибольшая доля патогенных фузобактерий и стафилококков среди исследованных образцов. Также было отмечено присутствие условно-патогенных энтеробактерий и патогенных кампилобактерий.

В опытной группе 4 обнаружена высокое содержание представителей нормофлоры, наибольшая доля присутствия бактерий-целлюлозолитеиков и наименьшая доля селеномонад среди остальных опытных образцов.

Также в данном образце отмечена наименьшая доля присутствия условно-патогенных энтеробактерий, установлено наличие условно-патогенных актинобактерий, патогенных фузобактерий, пептококков, стафилококков, кампилобактерий и пастерелл.

Также в исследованных образцах было выявлено присутствие некультивируемой микрофлоры. Данные микроорганизмы невозможно выявить и изучить с помощью традиционных методов микробиологии - культивирования на питательных средах. Их роль в пищеварении птицы также пока неизвестна.

Кроме того, анализ полученных данных показал, что у всех исследуемых цыплят в кишечнике присутствовала транзитная микрофлора в лице псевдомонад. Данные микроорганизмы поступают в желудочно-кишечный тракт с кормом и не играют существенной роли.

На рисунке 8-10 наглядно представлено влияние разных концентраций фитазы на представленность различных групп микроорганизмов в слепых отростках цыплят.

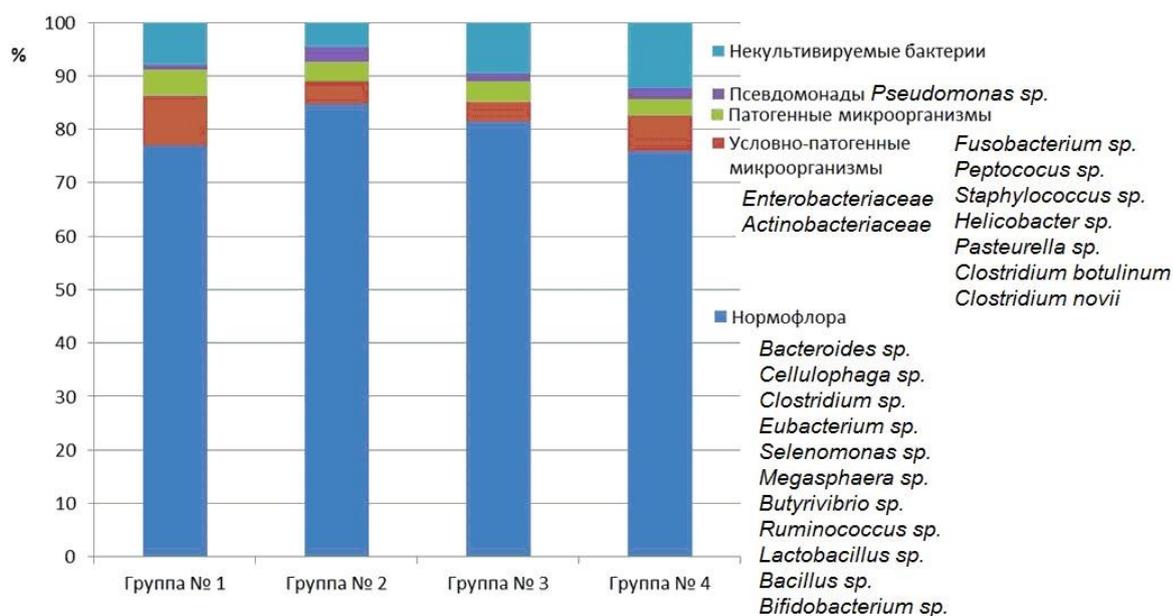


Рис.8. Влияние фитаз на представленность различных групп микроорганизмов в слепых отростках цыплят

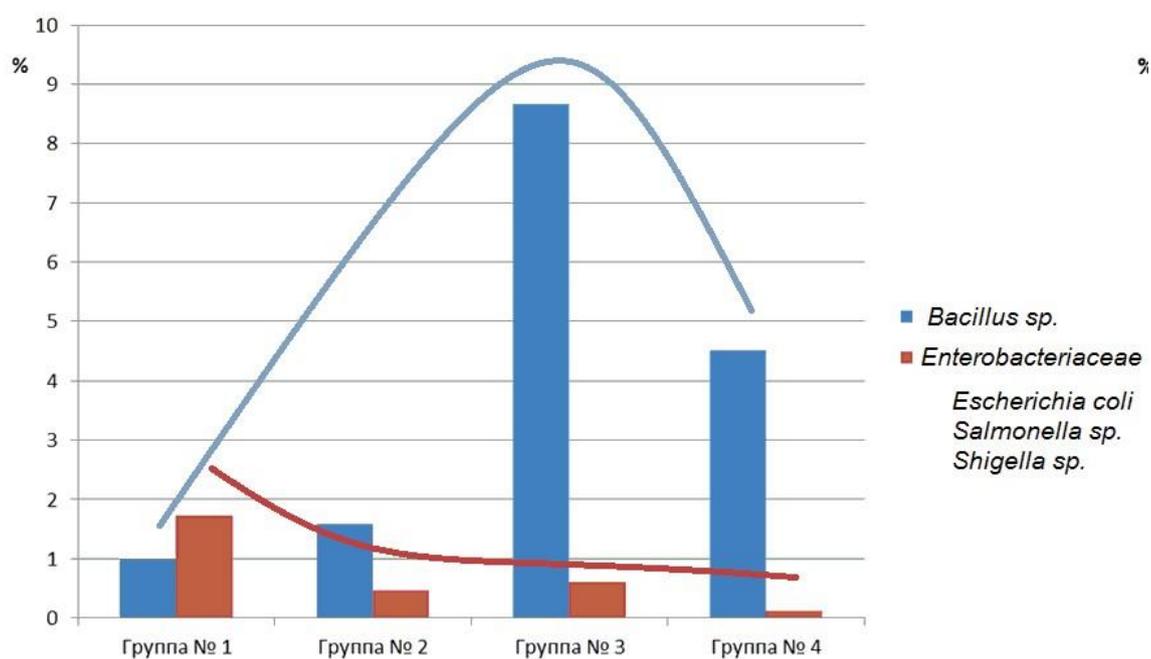


Рис.9. Зависимость между относительным количеством бацилл и условно-патогенными бактериями *Enterobacteriaceae*

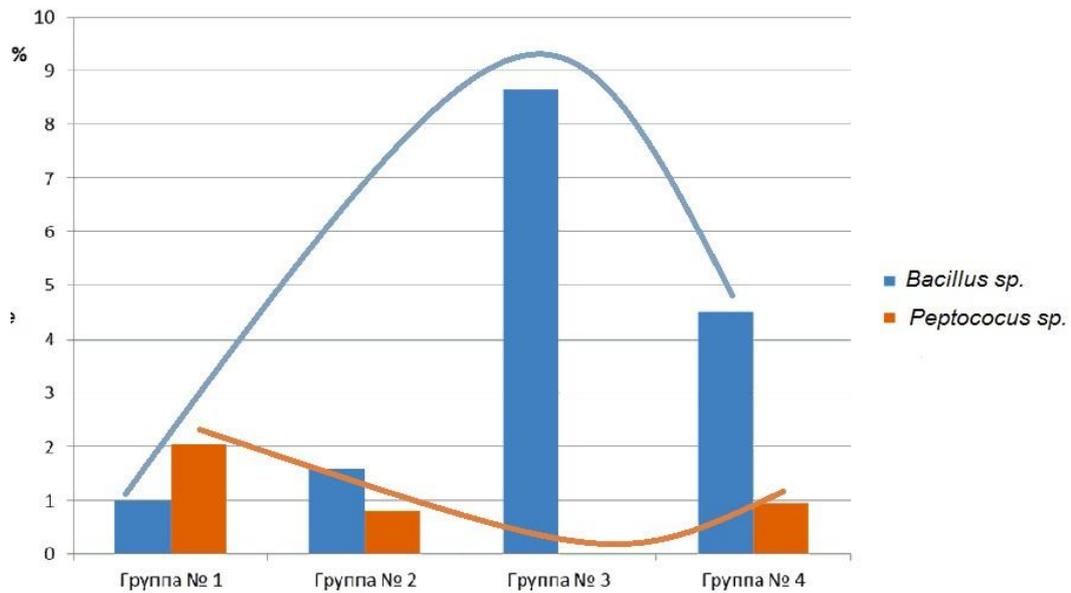


Рис.10. Зависимость между относительным количеством бацилл и патогенными бактериями *Peptococcus sp.*

Таким образом, введение в рацион птиц фитазы приводило к изменению в качественном и количественном составе микробиома слепых отростков цыплят: представители нормофлоры, в основном, получали конкурентное преимущество, а численность условно-патогенных и патогенных форм падала. Модулирующая роль фитазы на состав микрофлоры может быть связана с повышением доступности фосфора, изменением уровня pH, а также других физико-химических показателей в просвете желудочно-кишечного тракта. Несмотря на то, что сведения об изменении микробных сообществ кишечника кур под влиянием фитазы крайне ограничены, есть отдельные исследования, результаты которых указывают на то, что введение в рацион данного фермента также способствовало сдвигам в структуре микробиома. Так, Птак с соавторами [155] было показано увеличение численности группы *Lactobacillus sp./Enterococcus sp.* под влиянием введения в рацион кур фитазы.

Качественная характеристика мяса в большей степени зависит от кормовых факторов, поэтому нами был изучен химический состав грудных и ножных мышц бройлеров, а также их аминокислотный состав (таблица 20, 21). Из

данных, представленных в таблицах, следует, что значительных различий между контрольной и опытными группами в химическом составе мышц обнаружено не было. Аминокислотный состав как грудных, так и ножных мышц бройлеров не претерпел существенных различий в зависимости от уровня дозирования энзима.

Таблица 20 - Химический состав грудных мышц бройлеров (на естественную влажность), %

Показатели	Группа			
	1к	2о	3о	4о
Белок	22,23	22,50	22,93	23,21
Жир	0,89	0,92	0,93	0,92
Лизин	1,85	1,94	1,88	1,88
Гистидин	0,88	0,83	0,92	0,86
Аргинин	1,36	1,38	1,45	1,42
Аспарагиновая кислота	1,81	1,85	1,93	1,87
Треонин	0,95	0,86	0,83	0,92
Серин	0,90	0,89	0,89	0,84
Глутаминовая кислота	3,09	3,21	3,11	3,22
Пролин	0,89	0,83	0,89	0,89
Глицин	0,90	0,85	0,89	0,96
Аланин	1,35	1,42	1,45	1,48
Цистин	0,28	0,26	0,32	0,27
Валин	1,04	1,08	1,09	1,10
Метионин	0,57	0,65	0,62	0,65
Изолейцин	1,07	1,09	1,08	1,22
Лейцин	1,65	1,60	1,65	1,68
Тирозин	0,84	0,91	0,93	0,97
Фенилаланин	1,34	1,46	1,37	1,48
Сумма аминокислот	20,76	21,11	21,32	21,72
Незаменимые аминокислоты	10,72	10,89	10,90	11,21
Заменимые аминокислоты	10,05	10,22	10,41	10,51
Соотношение аминокислот	1,07	1,06	1,05	1,07

Таблица 21 - Химический состав ножных мышц бройлеров
(на естественную влажность), %

Показатели	Группа			
	1к	2о	3о	4о
Белок	18,18	18,76	18,31	18,25
Жир	4,93	5,00	4,72	4,67
Лизин	1,30	1,22	1,34	1,14
Гистидин	0,48	0,52	0,47	0,43
Аргинин	0,99	0,89	0,91	1,23
Аспарагиновая кислота	1,25	1,35	1,24	1,07
Треонин	0,69	0,67	0,73	0,74
Серин	0,61	0,57	0,57	0,67
Глутаминовая кислота	2,38	2,48	2,40	2,81
Пролин	0,77	0,59	0,76	0,63
Глицин	0,76	0,69	0,66	0,95
Аланин	0,94	0,86	0,79	0,97
Цистин	0,17	0,17	0,18	0,18
Валин	0,72	0,67	0,61	0,84
Метионин	0,50	0,52	0,52	0,55
Изолейцин	0,69	0,67	0,64	0,87
Лейцин	1,26	1,17	1,09	1,29
Тирозин	0,58	0,52	0,54	0,51
Фенилаланин	0,68	0,60	0,65	0,54
Сумма аминокислот	14,76	14,18	14,09	15,42
Незаменимые аминокислоты	7,31	6,93	6,95	7,64
Заменимые аминокислоты	7,45	7,25	7,14	7,78
Соотношение аминокислот	0,98	0,96	0,97	0,98

В таблице 22 представлено содержание витаминов в печени, как косвенный показатель действия экзогенных ферментов на доступность биологически активных веществ из комбикорма. Из таблицы 3.13 следует, что накопление витаминов в печени цыплят опытных групп не имело достоверных различий с контрольной группой 1, разница составила всего: 4,12-6,26мкг/г – витамина А; 1,08-1,73 мкг/г – витамина Е; 0,32-1,26 мкг/г – витамина В₂.

Таблица 22 - Содержание витаминов в печени цыплят-бройлеров, мкг/г

Витамины	Группа			
	1к	2о	3о	4о
А	85,2	84,74	89,32	91,46
Е	10,54	11,62	12,27	11,89
В ₂	8,86	9,18	10,12	9,80

Таким образом, на основании проведенных исследований было сделано заключение о высокой ферментативной активности отечественного ферментного препарата Берзайм-Р, содержащего фитазу.

Рациональным уровнем препарата Берзайм-Р (50000ед/г) в комбикормах следует считать 600 ед. фитазы на 1 кг корма, или 12 г на 1 т корма в комбикормах для бройлеров с пониженным уровнем доступного фосфора на 0,1% (до 0,30 %). При этом усвояемость фосфора увеличивается на 6,2%, что способствует улучшению продуктивности птицы на 3,1% за счет повышения переваримости и использования ею питательных веществ корма. Использование Берзайма-Р позволяет уменьшить количество кормового фосфата в рационах. При этом включать указанную дозировку следует непосредственно при приготовлении премиксов для птицы.

3.1.2 Производственная проверка эффективности использования концентрированного фитазосодержащего препарата в комбикормах с пониженным уровнем доступного фосфора для бройлеров

В результате проведенных исследований были определены рациональные уровни ферментного препарата Берзайм-Р (600 ед. фитазы на 1 кг корма, или 12 г на 1 т корма) в комбикормах для бройлеров с пониженным уровнем доступного фосфора на 0,1% (до 0,30%). Исходя из этого, для производственной проверки эффективности использования препарата Берзайм-Р в кормлении бройлеров были выбраны в качестве опытной группы (новый вариант) цыплята, получавшие аналогичные количества данного ферментного

препарата в составе комбикорма на фоне пониженного содержания доступного фосфора на 0,1%.

Бройлеры базового варианта получали комбикорма с питательностью, соответствующей рекомендациям для кросса (базовый вариант), с уровнем доступного фосфора 0,40%.

Результаты производственной проверки представлены в таблице 23. Результаты производственной проверки показали, что сохранность цыплят в вариантах базовый и новый была на уровне 100%.

В новом варианте живая масса цыплят 36-дневного возраста превысила аналогичный показатель в базовом варианте на 2,1%. Конверсия корма была лучше на 1,9%. С учетом производственных затрат на получение прироста живой массы бройлеров себестоимость 1 кг прироста в новом варианте была ниже на 1,9% за счет увеличения продуктивности птицы и снижения стоимости комбикорма.

Экономическую эффективность выращивания бройлеров рассчитывали по формуле: $(C_б - C_н) \times A_н = Э$, где:

Э- экономическая эффективность, руб.;

$C_б$ - себестоимость 1 кг мяса бройлеров в базовом варианте, руб.;

$C_н$ - себестоимость 1 кг мяса бройлеров в новом варианте, руб.;

$A_н$ - количество произведенной продукции в новом варианте, кг [34].

$$Э = (105,61 - 103,61) \times 153,1 = 306,2 \text{ руб.}$$

Таким образом экономическая эффективность использования концентрированной фитазы в количестве 12 г на 1 тонну корма на фоне пониженного содержания фосфора на 0,1 % в комбикормах, составила с учетом производственных затрат на содержание бройлеров 306,2 рублей.

В пересчете на 1000 голов цыплят-бройлеров экономическая эффективность в новом варианте, по сравнению с базовым вариантом, составила 2916,19 (в ценах 2020 года).

Акт производственной проверки прилагается (Приложение 1).

Таблица 23 - Результаты производственной проверки эффективности использования концентрированного фитазосодержащего препарата в комбикормах с пониженным уровнем доступного фосфора для бройлеров

Показатель	Вариант	
	Базовый	Новый
Принято на выращивание, гол.	105	105
Поголовье на конец выращивания, гол.	105	105
Сохранность, %	100	100
Срок выращивания, дн.	36	36
Кормодни	3780	3780
Средняя живая масса суточных цыплят, г	41,7	42,0
Средняя живая масса 1 гол. на конец выращивания, г	2008,7	2050,3
Среднесуточный прирост, г	54,6	55,8
Валовая живая масса, кг	210,91	215,28
Валовый прирост живой массы, кг	206,54	210,87
Расход корма всего, кг	335,47	335,61
Потребление корма на 1 гол в сутки, г	88,7	88,7
Потребление корма на 1 гол за период выращивания, кг	3,19	3,20
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,62	1,59
Масса потрошенной тушки, кг	1,422	1,458
Убойный выход потрошенной тушки, %	70,8	71,1
Убойный выход потрошенной тушки, кг	149,3	153,1
Средняя стоимость 1 кг комбикорма, руб.	28,20	27,98
Стоимость 1 суточного цыпленка, руб.	41,42	41,42
Средняя цена реализации 1 кг мяса, руб.	116,51	116,51
Общие затраты (руб.), в.т.ч.:	15767,08	15862,11
стоимость суточных цыплят	4349,1	4349,1
стоимость кормов	9460,25	9390,37
прочие прямые затраты	1957,73	2122,64
Выручка от реализации мяса птицы, руб.	17394,94	17837,68
Прибыль, руб.	1627,86	1975,57
Рентабельность производства бройлеров, %	10,3	12,5
Себестоимость 1 кг мяса, руб.	105,61	103,61
Экономическая эффективность, руб.		306,2
Экономическая эффективность в расчете на 1000 голов, руб.		2916,19

3.2. Исследование 2. Результаты применения нового концентрированного фитазосодержащего препарата Берзайм-Р в комбикормах с пониженным уровнем доступного фосфора для кур-несушек.

Исследования, выполненные на бройлерах, показали, что рациональным уровнем препарата Берзайм-Р (50000ед/г) в комбикормах следует считать 600 ед. фитазы на 1 кг корма, или 12 г на 1 т корма в комбикормах для бройлеров с пониженным уровнем доступного фосфора на 0,1% (до 0,30 %). Дальнейшим этапом работы являлось изучение эффективности использования данного ферментного препарата в комбикормах для кур-несушек.

Опыт на курах-несушках по определению эффективности нового концентрированного фитазного ферментного препарата Берзайм-Р был проведен на комбикормах с пониженным уровнем доступного фосфора на 0,06-0,1% и уменьшенной нормой ввода кормовых фосфатов.

Учитывая, что в пшенице содержание фитинового фосфора составляет 67% от общего (2,2 г/кг), были использованы комбикорма пшеничного типа.

Сохранность кур за весь период эксперимента была высокой - 100% (таблица 24).

Таблица 24 - Сохранность кур-несушек

Показатели	Группа						
	1к	2о	3о	4о	5о	6о	7о
Начальное поголовье	30	30	30	30	30	30	30
Пало голов	-	-	-	-	-	-	-
Конечное поголовье	30	30	30	30	30	30	30
Сохранность, %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Как видно из данных таблицы 25, при формировании контрольной и опытных групп, птица была подобрана хорошо. К концу опыта, несмотря на более высокую продуктивность кур опытных групп, птица по живой массе практически не отличалась от контроля.

Таблица 25 - Живая масса кур-несушек, г

Показатели	Группа						
	1к	2о	3о	4о	5о	6о	7о
Живая масса в начале опыта, г	1425,2 ±10,33	1406,9 ±13,37	1407,8 ±15,07	1408,4 ±15,47	1414,8 ±13,06	1413,6 ±14,63	1404,9 ±13,55
Живая масса в конце опыта, г	1877,7 ±36,21	1872,9 ±27,47	1885,2 ±29,25	1844,6 ±31,17	1841,8 ±34,06	1861,4 ±31,45	1848,8 ±36,67
% к контролю	100,0	99,7	100,4	98,2	98,1	99,1	98,5

Интенсивность яйценоскости несушек зависела от дозировки используемого ферментного препарата и уровня доступного фосфора в составе комбикорма (таблица 26).

Таблица 26 - Интенсивность яйценоскости кур-несушек, %

Месяц продуктивности	Группа						
	1к	2о	3о	4о	5о	6о	7о
1	77,3	80,7	82,0	81,4	80,6	81,3	79,7
2	80,9	86,0	86,3	85,9	83,5	85,4	83,8
3	89,2	93,5	94,7	93,0	92,2	94,1	92,9
4	87,4	92,6	93,8	92,0	91,6	91,9	89,6
5	85,0	89,9	89,7	86,6	87,6	88,6	88,0
6	84,3	87,7	88,0	87,8	87,0	87,7	87,4
В среднем за 6 месяцев	84,0± 0,86	88,4± 0,75 ^c	89,1± 0,73 ^c	87,8± 0,77 ^b	87,1± 0,79 ^a	88,2± 0,76 ^c	86,9± 0,80 ^a
% к контролю	100,0	104,4	105,1	103,8	103,1	104,2	102,9
Яйценоскость на начальную несушку, шт.	153,7	161,8	163,0	160,6	159,4	161,3	159,0
% к контролю	100,0	105,2	106,0	104,5	103,7	104,9	103,4

- a - $P \leq 0,05$ b - $P \leq 0,01$ c - $P \leq 0,001$

Так, в опытной группе 2, получавшей комбикорма с уровнем доступного фосфора 0,34% и Берзайм-Р в дозе 6 г на 1 т корма, интенсивность

яйценоскости кур была выше, чем в контрольной группе 1, на 4,4% ($p \leq 0,001$). В опытной группе 3, получавшей аналогичные комбикорма, но добавка фитазы составляла 12 г на 1 т корма, разница с контролем по интенсивности яйценоскости была на уровне 5,1% ($p \leq 0,001$). Дальнейшее увеличение количества Берзайма-Р до 30 г на 1 т комбикорма с уровнем доступного фосфора 0,34% (группа 4) способствовало увеличению данного показателя на 3,8% ($p \leq 0,01$).

При снижении уровня доступного фосфора в комбикормах до 0,3% их обогащение ферментным препаратом Берзайм-Р в количестве 6 г на 1 т корма (группа 5) увеличило интенсивности яйценоскости кур на 3,1% ($p \leq 0,05$), 12 г – на 4,2% ($p \leq 0,001$), 30 г – на 2,9% ($p \leq 0,05$) соответственно группам 6 и 7.

По поедаемости кормов значительных различий между группами не отмечено, за исключением групп 3,4 и 7, в которых она была ниже, чем в контрольной группе, на 1,2 – 1,7% (таблица 27).

Таблица 27 - Потребление и затраты корма на единицу продукции курами-несушками

Показатели	Группа						
	1к	2о	3о	4о	5о	6о	7о
Потребление корма, на 1го-лову/сутки, г	118,3	118,2	116,4	116,8	117,6	118,6	117,0
% к контролю	100,0	99,9	98,4	98,7	99,4	100,3	98,9
Затраты корма на 10 шт. яиц, кг	1,41	1,34	1,31	1,33	1,35	1,34	1,35
% к контролю	100,0	95,0	92,9	94,3	95,7	95,0	95,7
Затраты корма на 1 кг яичной массы, кг	2,26	2,15	2,10	2,12	2,18	2,15	2,15
% к контролю	100,0	95,1	92,9	93,8	96,4	95,1	95,1

Наиболее низкие затраты корма на 10 штук яиц были получены в группе 3, получавшей комбикорма с уровнем доступного фосфора 0,34% и добавкой Берзайма-Р в дозе 12 г на 1 т корма – на 7,1% ниже, чем в контроле. В опытных группах 2 и 4, птицу которых кормили аналогичным комбикормом, но с разными уровнями Берзайма-Р – 6 и 20 г на 1 т – данный показатель был также меньше по сравнению с контрольной группой на 5,0 и 4,7%. Использование комбикормов с уровнем доступного фосфора 0,3% при аналогичных дозировках фитазы способствовало снижению затрат корма на 10 шт. яиц на 4,7%, 5,0% и 4,7% соответственно группам 5, 6 и 7.

На рисунке 11 наглядно видна разница по интенсивности яйценоскости несушек и по затратам корма на 10 штук яиц курами-несушками контрольной и опытных групп, которые зависели от дозировки используемого ферментного препарата и уровня доступного фосфора в составе комбикорма.

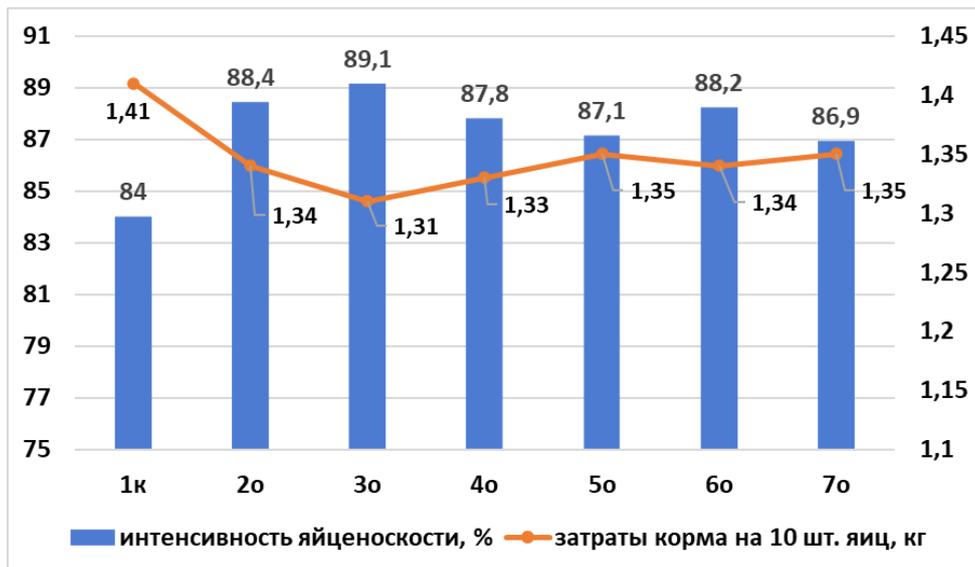


Рис. 11. Продуктивность кур-несушек

Наиболее объективным показателем затрат кормов на единицу продукции является расход кормов на 1 кг яичной массы, который зависит не только от количества потребленного птицей корма, но и полученной массы яиц (таблица 28).

Таблица 28 - Масса яиц и выход яичной массы у кур-несушек

Месяц продуктивности	Группа						
	1к	2о	3о	4о	5о	6о	7о
1	57,24 ±0,55	56,84 ±0,57	57,88 ±0,59	58,58 ±0,63	58,41 ±0,63	58,18 ±0,65	58,62 ±0,70
2	60,85 ±0,51	60,61 ±0,62	61,34 ±0,56	61,75 ±0,61	61,36 ±0,58	61,19 ±0,37	61,42 ±0,58
3	63,41 ±0,55	63,79 ±0,55	63,33 ±0,52	64,21 ±0,46	63,85 ±0,56	64,06 ±0,60	64,30 ±0,50
4	65,81 ±0,57	66,04 ±0,52	65,56 ±0,42	65,84 ±0,56	66,25 ±0,48	66,06 ±0,70	65,12 ±0,68
5	64,49 ±0,71	64,46 ±0,60	64,43 ±0,55	64,67 ±0,53	64,81 ±0,58	64,21 ±0,61	64,62 ±0,57
6	62,64 ±0,61	61,58 ±0,54	61,19 ±0,49	62,23 ±0,53	61,33 ±0,65	61,18 ±0,65	62,11 ±0,54
Средняя масса яиц, г	62,4 ±0,37	62,2 ±0,41	62,3 ±0,38	62,9 ±0,40	62,7 ±0,40	62,5 ±0,42	62,7 ±0,40
% к контролю	100,0	99,7	99,8	100,8	100,5	100,2	100,5
Яичная масса, кг	9,59	10,06	10,15	10,10	9,99	10,08	9,96
% к контролю	100	104,9	105,8	105,3	104,1	105,1	103,9

В среднем за 6 месяцев яйцекладки кур по массе яиц между группами достоверных различий не было, поэтому количество яичной массы зависело от количества снесенных яиц.

Исходя из полученных данных, следует, что затраты корма на 1 кг яичной массы зависели дозировок Берзайма-Р. По отношению к контрольной группе они были ниже на 4,9%, 7,1; 6,2; 3,6; 4,9 и 4,9% соответственно группам 2, 3, 4, 5, 6 и 7.

Для объяснения полученных результатов был проведен балансовый опыт (табл. 29), результаты которого свидетельствуют, что под влиянием фитазосодержащего препарата у несушек увеличилось усвоение фосфора, несмотря на снижение уровня доступного фосфора в комбикормах. Разница с контролем по данному показателю составила 3,8%; 4,6; 2,9; 2,6; 3,7 и 2,1% соответственно группам 2-7. При этом кальций корма также использовался лучше на 1,4-4,5%.

Таблица 29 - Переваримость и использование питательных веществ корма курами-несушками, %

Показатель	Группа						
	1к	2о	3о	4о	5о	6о	7о
Переваримость: сухого вещества корма	70,8	74,6	75,8	73,9	73,0	74,4	72,7
протеина	90,9	92,7	93,1	92,3	92,0	92,3	91,7
жира	78,6	82,4	83,5	81,6	81,2	81,8	79,8
клетчатки	14,5	16,8	17,3	16,4	17,0	17,3	17,1
Использование: азота	41,4	44,7	45,5	44,1	43,5	44,2	43,3
кальция	45,2	48,5	49,7	47,8	47,1	47,9	46,6
фосфора	36,8	40,6	41,4	39,7	39,4	40,5	38,9
лизина	84,8	88,4	89,1	87,7	87,8	88,3	87,3
метионина	84,2	86,5	88,3	86,3	86,0	86,6	85,4

Кроме влияния на использование минеральных компонентов комбикормов (кальций и фосфор), добавка Берзайма-Р способствовала улучшению переваримости других питательных веществ. Наиболее высокая переваримость сухого вещества корма по сравнению с контрольной группой была в группах

2 (на 3,8%), 3 (на 5,0%), 4 (на 3,1%), 6 (на 3,6%). Разница с контролем по переваримости протеина в данных группах составила 1,4-2,2%, жира – 3,0-4,9%, клетчатки – 1,9-2,8%. По использованию азота различия составили 2,7-4,1%, лизина – 2,9 – 4,3%, метионина – 2,1-4,1%.

На рисунке 12 наглядно видна разница по использованию кальция и фосфора курами-несушками контрольной и опытных групп.

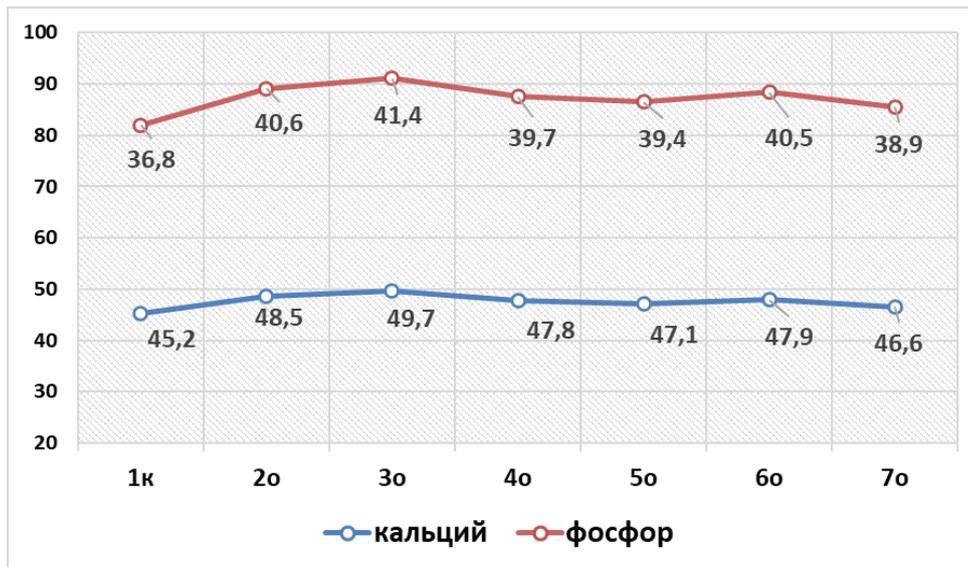


Рис.12. Использование кальция и фосфора курами-несушками, %

Таким образом, результаты физиологического (балансового) опыта согласуются с результатами научно-производственного опыта. В группах, в которых была самая высокая переваримость и использование питательных веществ корма, отмечалась и самая высокая продуктивность птицы.

Основные процессы пищеварения происходят в 12-перстной кишке, поэтому представляло интерес изучение гистологического анализа ее стенки (рис.13 и 14).

Установлено, что в контрольной и опытной группе 6 цыплят стенка кишечника представлена хорошо сформированными слизистой, мышечной и серозной оболочками. Стенка кишечника представлена сформированными слизистой, подслизистой, мышечной и серозной оболочками.

Слизистая оболочка состоит из однослойного призматического эпителия (энтероцитов) и собственной пластинки слизистой оболочки. Энтероциты

имеют крупный размер, сильно вытянуты вертикально, правильной призматической формы, с неравномерно окрашенной слегка зернистой цитоплазмой. Щётчатая кайма большинства клеток хорошо выражена. Ядра энтероцитов среднего размера, базофильные, нормохромные, располагаются в центральной части клеток ближе к базальной поверхности. Десквамация энтероцитов слизистой оболочки слабая, наблюдается редко.

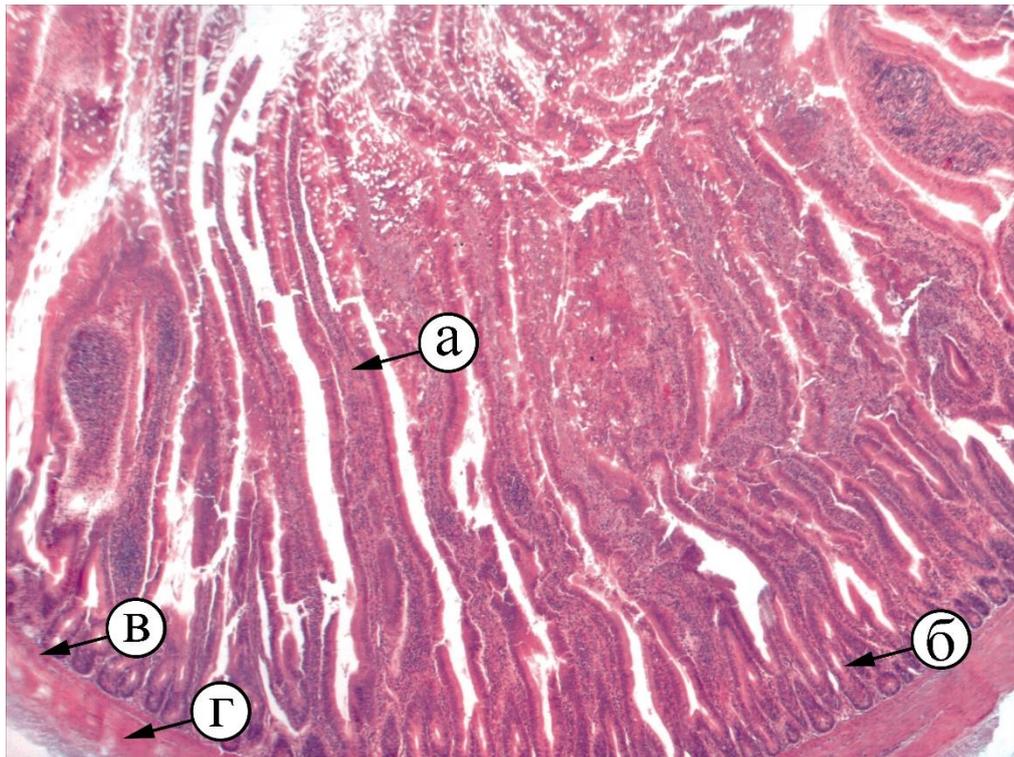


Рис. 13. Кишечник кур-несушек. Группа 1.

Окраска гематоксилин - эозином; окуляр x10, объектив x10.

Окраска гематоксилин - эозином; окуляр x10, объектив x10.

- а) – Кишечные ворсинки;
- б) – Кишечные крипты;
- в) – Подслизистый слой кишечной стенки;
- г) – Мышечный слой кишечной стенки.

Собственная пластинка слизистой оболочки состоит из слабо развитой рыхлой волокнистой соединительной ткани, с проходящими в ней сосудами. Сосуды собственной пластинки и подслизистой оболочки умеренно кровенаполнены.

Эпителий слизистой оболочки и собственная пластинка формируют кишечные ворсинки. Они хорошо развиты, среднего и крупного размера, высокие, относительно равномерной толщины. Форма их чаще всего пальцевидная или цилиндрическая, иногда булавовидная или листовидная.

В собственной пластинке слизистой оболочки располагаются крипты, состоящие из отдельных каёмчатых энтероцитов, незначительного количества железистых клеток, базофильных эндокриноцитов и слабодифференцированных стволовых клеток. Крипты умеренно развиты, имеют средний размер, небольшую глубину залегания, и располагаются обычно в 2-3 ряда. В криптах нередко встречаются фигуры митоза.

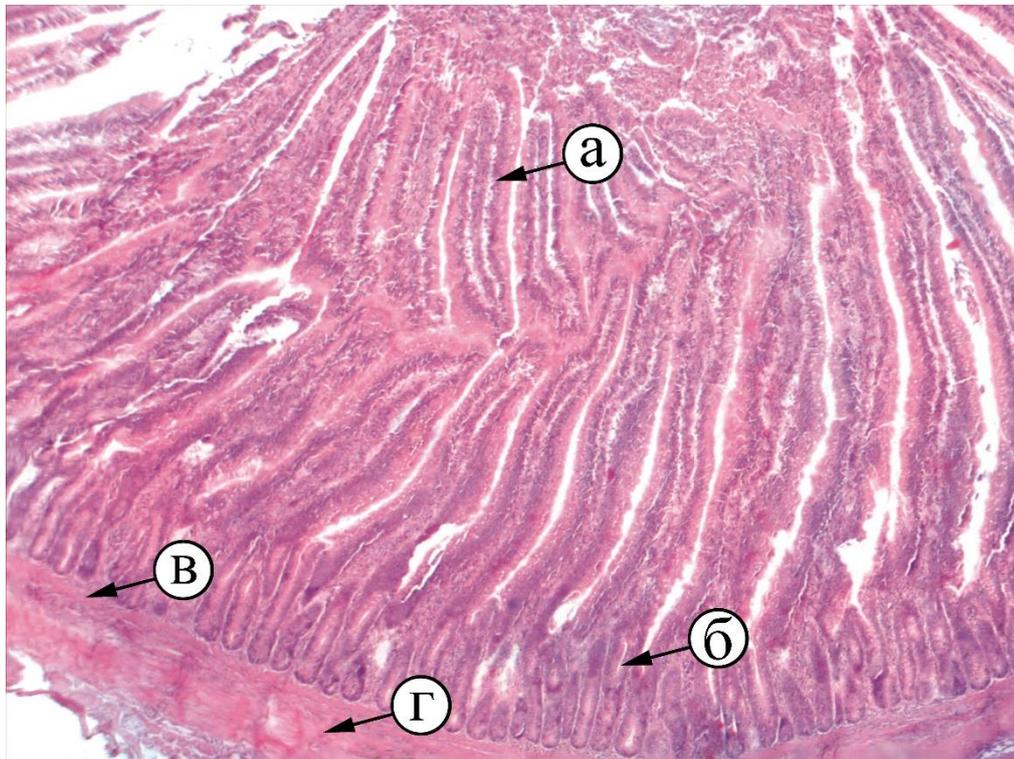


Рис.14. Кишечник кур-несушек. Группа 6.

Окраска гематоксилин - эозином; окуляр x10, объектив x10.

- а) – Кишечные ворсинки;
- б) – Кишечные крипты;
- в) – Подслизистый слой кишечной стенки;
- г) – Мышечный слой кишечной стенки.

Подслизистая основа состоит из хорошо развитой рыхлой волокнистой соединительной ткани, с проходящими в ней сосудами. Сосуды собственной пластинки и подслизистой оболочки умеренно кровенаполнены.

Мышечная оболочка представлена двумя слоями (продольным и поперечным) умеренно развитой мышечной ткани, гладкие миоциты которой имеют вытянутую форму, относительно равномерно окрашенную цитоплазму и продолговатое гиперхромное ядро.

Серозная оболочка состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани с проходящими в ней сосудами, покрыта мезотелием. Сосуды серозной оболочки умеренно кровенаполнены, просвет сосудов обычно пуст. Клетки мезотелия плоские с овальным гипохромным ядром, располагающимся в клетке центрально.

Таким образом, морфология тонкого отдела кишечника контрольной и опытной группы 6 птиц сохранена и характерна для кур-несушек в данный период развития. Общее её строение характеризуется хорошо развитой слизистой оболочкой, включая эпителий ворсин и крипт. Существенной разницы между морфологией органов контрольной и опытной групп не обнаружено.

По данным морфометрии, глубина крипт и высота ворсинок в контрольной и опытной группах практически идентичны (таблица 30).

Таблица 30- Морфометрические показатели тонкого отдела кишечника

Группа	Толщина слизистой оболочки тонкого отдела кишечника, мкм	Толщина мышечного слоя тонкого отдела кишечника, мкм	Высота энтероцитов тонкого отдела кишечника, мкм
1-контрольная	1845,5±318,3	164,5±13,7	47,8±5,6
6- опытная	1694,1±313,5	170,5±15,3	53,4±6,3

Изучение витаминного состава яиц (таблица 31) свидетельствует о том, что в конце эксперимента он несколько изменился по сравнению с данными,

полученными в начале опыта. Так, отмечена тенденция к более высокому накоплению витамина А в желтке яиц кур опытных групп. Аналогичная закономерность прослеживается и по витаминам В₂, Е, а также витамину В₂ в белке яиц.

Таблица 31- Витаминный состав яиц, мкг/г

Витамины	Группа							
	до начала опыта	в конце опыта						
		1к	2о	3о	4о	5о	6о	7о
Содержание в 1г желтка: Ретинола(А)	4,58	4,54	4,73	4,74	4,84	4,95	5,08	5,10
Рибофлавина (В ₂)	5,48	5,64	6,50	6,54	6,45	5,65	5,88	5,72
Токоферола (Е)	84,89	98,85	96,68	103,24	93,70	87,18	88,70	88,42
Содержание рибофлавина в 1 г белка	3,89	4,06	4,32	4,44	4,04	4,03	4,26	3,96

Для изучения морфологического состава яиц было отобрано по 10 штук яиц от каждой группы кур в начале и конце опыта. Полученные данные свидетельствуют о том, что удельная плотность яиц во всех группах была одинаковой и соответствовала норме (таблица 32, 33).

Индекс формы яиц был также в пределах нормы во всех группах (76,5-77,0). Другие промеры яиц - масса белка и желтка, относительная масса белка и желтка, а также скорлупы были в пределах нормы и не зависели от рационов кормления птицы.

Таблица 32 - Морфологические качества яиц в начале и в конце опыта

Показатели	Группа						
	1к	2о	3о	4о	5о	6о	7о
в начале опыта							
Толщина скорлупы, мкм в тупом конце	348,0 ±2,5	345,9 ±2,9	346,1 ±2,34	345,3 ±2,3	342 ±2,64	342,9 ±2,2	349,8 ±3,15
на экваторе	358,3 ±2,7	353,3 ±3,5	348,7 ±2,88	358,0 ±2,5	357,0 ±2,4	358,0 ±2,1	360,0 ±2,74
в остром конце	356 ±2,9	351,0 ±3,8	347,3 ±3,45	351,0 ±2,1	345,9 ±1,8	355,0 ±1,8	356,4 ±2,83
в среднем	354	350	347	351	348	352	355
Упругая деформация, мкм	20,30	20,00	19,83	20,16	19,74	20,77	20,23
Прочность, кг	4,41 ±0,13	4,37 ±0,18	4,51 ±0,08	4,49 ±0,19	4,38 ±0,16	4,42 ±0,17	4,21 ±0,20
в конце опыта							
Толщина скорлупы, мкм в тупом конце	335 ±0,38	341 ±0,71	350 ±0,31	346 ±0,51	342 ±0,46	333 ±0,85	334 ±0,49
на экваторе	348 ±0,41	345 ±0,22	355 ±0,44	350 ±0,33	352 ±0,67	357 ±0,39	351 ±0,63
в остром конце	345 ±0,23	340 ±0,54	349 ±0,38	347 ±0,24	339 ±0,66	350 ±0,67	344 ±0,29
в среднем	343 ±0,34	342 ±0,49	351 ±0,38	348 ±0,36	344 ±0,60	347 ±0,63	346 ±0,47
Упругая деформация, мкм	21,95	21,43	20,94	21,16	22,11	22,03	22,45
Прочность скорлупы, кг	4,11 ±0,22	3,93 ±0,21	4,59 ±0,13	4,57 ±0,07	4,25 ±0,27	4,38 ±0,08	4,09 ±0,33

По величине упругой деформации яиц можно судить о состоянии скорлупы. В норме она должна составлять не более 25 мкм. В наших исследованиях данная величина колебалась от 20,94 до 22,45 мкм, следовательно, соответствовала нормативам. Самые низкие показатели упругой деформации яиц были получены в опытной группе 3. Толщина скорлупы яиц во всех группах была в пределах нормы, не ниже контроля.

Таблица 33 - Морфологический анализ яиц в конце опыта

Показатели	Группа						
	1к	2о	3о	4о	5о	6о	7о
Масса яиц, г	61,5 ±0,92	62,3 ±0,83	62,1 ±0,86	62,4 ±0,85	61,8 ±0,72	62,5 ±0,66	61,9 ±0,80
Удельная плотность, г/см ³	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Индекс формы яиц, %	76,6	77,0	76,7	76,9	77,0	76,5	76,6
Индекс белка, %	6,24	6,29	5,84	5,76	6,32	5,93	6,25
Индекс желтка, %	42,34	41,80	41,90	40,85	41,84	41,28	41,65
Масса скорлупы, г	5,9 ±0,11	6,1 ±0,18	6,1 ±0,18	6,0 ±0,14	6,2 ±0,17	6,2 ±0,20	6,0 ±0,16
% от массы яйца	9,6	9,8	9,8	9,6	10,0	9,9	9,7
Масса белка, г	40,1 ±0,34	40,8 ±0,36	40,6 ±0,39	40,9 ±0,41	40,2 ±0,53	40,5 ±0,44	40,3 ±0,40
% от массы яйца	65,2	65,5	65,4	65,5	65,0	64,8	65,1
Масса желтка, г	18,5 ±0,15	18,4 ±0,24	18,4 ±0,31	18,5 ±0,25	18,4 ±0,34	18,8 ±0,20	18,6 ±0,28
% от массы яйца	30,1	29,5	29,6	29,6	29,8	30,1	30,0
Отношение массы белка к массе желтка, %	2,17	2,22	2,21	2,21	2,18	2,15	2,17

По количеству кальция и фосфора в скорлупе яиц (табл. 34) отмечена тенденция к их более высокому содержанию в опытных группах 6 и 7.

Таблица 34 - Содержание кальция и фосфора в скорлупе яиц, %

Показатель	Группа						
	1к	2о	3о	4о	5о	6о	7о
Кальций	0,195	0,194	0,196	0,198	0,197	0,200	0,205
Фосфор	0,80	0,79	0,79	0,84	0,82	0,86	0,87

Микроэлементный состав яичной массы (табл. 35) показал, что значительных различий между группами по содержанию магния, марганца, железа, меди и цинка не было.

Таблица 35 - Содержание микроэлементов в яичной массе, мг%

Группа	Магний	Марганец	Железо	Медь	Цинк
1к	0,027	0,146	5,46	0,501	3,45
2о	0,031	0,149	5,61	0,631	3,52
3о	0,030	0,151	5,88	0,569	3,94
4о	0,029	0,158	5,81	0,602	3,81
5о	0,033	0,155	5,64	0,640	3,73
6о	0,029	0,161	5,49	0,694	3,72
7о	0,032	0,162	5,56	0,644	3,41

Учитывая, что фитиновая кислота обладает способностью связывать металлы, отрицательно влиять на минерализацию костей и обеспеченность организма микроэлементами, мы определили содержание некоторых минеральных элементов

Содержание кальция и фосфора в большеберцовых костях кур-несушек не претерпело значительных изменений до и после изменения рационов кормления птицы (табл. 36). Минерализация костной ткани не имела существенных различий с контрольной группой (табл. 37).

Таблица 36 - Содержание кальция, фосфора и зола в большеберцовых костях кур, %

Группа	Кальций	Фосфор	Зола
до начала опыта	21,02	8,52	53,15
в конце опыта			
1к	21,85	8,64	53,34
2о	22,34	8,78	53,78
3о	22,13	9,32	54,14
4о	21,62	8,69	53,75
5о	21,76	8,76	53,52
6о	22,20	8,95	53,77
7о	22,01	8,73	53,48

Таблица 37 - Содержание микроэлементов в большеберцовых костях кур, мг%

Группа	Марганец	Железо	Медь	Цинк
до начала опыта	1,04	10,24	0,205	20,34
в конце опыта				
1к	1,05	10,31	0,208	21,65
2о	1,09	10,86	0,231	21,89
3о	1,15	11,54	0,256	22,56
4о	1,10	11,12	0,244	22,24
5о	1,06	10,96	0,220	22,32
6о	1,11	11,03	0,235	22,61
7о	1,08	10,84	0,213	22,15

Главная особенность минерального обмена у кур состоит в том, что процессы поступления в организм минеральных веществ и их выведение не уравновешены между собой, поэтому поступление и контроль в организме минеральных веществ оказывает влияние на показатели продуктивности [5,6, 11,42,47].

Исследования кальция и фосфора в сыворотке крови несушек, полученные в конце опыта (табл. 38), свидетельствуют, что достоверных различий между группами получено не было.

Таблица 38 - Биохимические показатели сыворотки крови кур-несушек

Показатель	Группа		
	1к	3о	6о
Кальций, ммоль/л	3,5 ±0,08	3,9 ±0,02	3,7 ±0,06
Фосфор, ммоль/л	1,8 ±0,07	2,0 ±0,03	2,1 ±0,05

Таким образом, на основании проведенных исследований было сделано заключение, что уровень доступного фосфора в комбикормах для кур-несушек можно снизить при условии их обогащения ферментным препаратом Берзайм-Р. При использовании рационов с уровнем доступного фосфора 0,34% можно применять дозировки препарата в количестве 6-20 г на 1 т корма. Это позволяет увеличить интенсивность яйценоскости кур на 3,8-5,1%, снизить затраты кормов на 10 штук яиц на 5,0-7,1% и на 1 кг яичной массы на 4,7- 7,0%%, без отрицательного влияния на качество яиц и минерализацию костной ткани птицы.

При снижении уровня доступного фосфора в комбикормах до 0,30% использование Берзайма-Р в аналогичных дозировках способствует увеличению интенсивности яйценоскости кур на 2,9-4,2%, снижению затрат кормов на 10 штук яиц на 4,3-5,0% и 1 кг яичной массы на 2,8-4,3%, а также обеспечивает хорошее качество яиц и нормальную минерализацию костей.

Результаты научно-производственного опыта позволяют сделать заключение о высокой ферментативной активности отечественного ферментного препарата Берзайм-Р, содержащего фитазу. Данный препарат следует использовать в комбикормах для кур-несушек с пониженным уровнем доступного фосфора до 0,30 %. При этом усвояемость фосфора увеличивается на 2,1 – 4,6

%, что способствует улучшению продуктивности птицы за счет повышения переваримости и использования ею питательных веществ корма. Использование Берзайма-Р позволяет уменьшить количество кормового фосфата в рационах.

3.2.2 Производственная проверка эффективности использования нового концентрированного фитазосодержащего препарата Берзайм -Р в комбикормах с пониженным уровнем доступного фосфора для кур-несушек

Производственную проверку проводили на курах со 150-дневного возраста в течение 6 месяцев продуктивного периода на комбикормах дефицитных по содержанию доступного фосфора (таблица 39).

Куры базового варианта получали комбикорма с питательностью, соответствующей рекомендациям ВНИТИП [46], с уровнем доступного фосфора 0,40%. Несушки нового варианта получали комбикорма, в которых уровень доступного фосфора был снижен до 0,30% и обогащали их ферментным препаратом Берзайм-Р в количестве 12 г на 1 тонну корма.

Из таблицы 39 следует, что обогащение комбикормов, дефицитных по фосфору фитазосодержащим препаратом Берзайм-Р способствовало улучшению зоотехнических показателей.

Использование новой фитазы на комбикормах с уменьшенной нормой ввода кормовых фосфатов при 0,1% дефиците доступного фосфора (новый вариант) позволило получить 100%-ную сохранность поголовья птицы.

Несмотря на снижение питательности комбикорма по доступному фосфору в данной группе, включение в него нового фитазосодержащего препарата Берзайм-Р позволило увеличить интенсивность яйценоскости кур на 4,1% по сравнению с базовым вариантом, а также снизить затраты кормов на 10 шт. яиц на 3,5% и на 1 кг яичной массы на 2,6%.

Таблица 39 - Результаты производственной проверки использования новой концентрированной фитазы в комбикормах для кур-несушек

Показатель	Вариант	
	Базовый	Новый
Поголовье на начало, гол.	150	150
Поголовье на конец опыта, гол.	148	150
Среднее поголовье, гол.	149	150
Сохранность, %	98,7	100,0
Кормодни (180 дней)	26820	27000
Валовое производство яиц, шт.	22421	23677
Снесено яиц на среднюю несушку, шт.	150,5	157,8
Интенсивность яйценоскости, %	83,6	87,7
Затраты комбикорма, кг в.т. ч.: всего на 10 яиц	3161,4 1,41	3220,1 1,36
Средняя масса яйца, г	61,9	61,2
Выход яичной массы всего, кг	1387,9	1449,0
Выход яичной массы на сред. несушку, кг	9,21	9,66
Средняя живая масса 1 гол. в конце продуктивного периода, кг	1,75	1,75
Выход мяса птицы в убойной массе, кг	173,2	175,5
Средняя цена реализации 10 яиц, руб.	56	56
Средняя цена реализации 1 кг мяса, руб.	80	80
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	19,38	19,15
Стоимость 1 гол ремонтного молодняка (150 дней), руб.	200	200
Общие затраты, руб. в.т.ч.:	124258	124869
стоимость кормов всего	61268	61665
стоимость птицы (150 дней)	30000	30000
прочие затраты	32590	33204
Себестоимость 10 шт. товарных яиц, руб.	55,4	52,7
Выручка от реализации яиц, руб.	125557,6	1325912
Выручка от реализации мяса птицы, руб.	13856	14040
Выручка суммарная, руб.	139413,6	1146631,2
Прибыль, руб.	15155,6	21762,2
Рентабельность производства яиц, %	12,2	17,4
Экономическая эффективность, руб.:		6392,79
общая		42,62
на 1 начальную несушку		270
на 1000 яиц		

Экономический эффект для кур-несушек рассчитывается по формуле:

$$(C_6 - C_H) \times A_H = \mathcal{E}, \text{ где:}$$

\mathcal{E} - экономическая эффективность, руб.;

C_6 - себестоимость товарных яиц в базовом варианте;

C_H - себестоимость товарных яиц в новом варианте;

A_H -валовое производство яиц в новом варианте, шт.;

$$\mathcal{E} = (55,4 - 52,7) \times 2367,7 = 6392,79 \text{ руб.}$$

Расчет экономической эффективности использования концентрированной фитазы в количестве 12 г на 1 тонну корма на фоне пониженного содержания фосфора на 0,1% в комбикормах показал, что с учетом производственных затрат на содержание кур-несушек экономическая эффективность в новом варианте по сравнению с базовым вариантом составила 6392,79 рублей, или 270 рублей в расчете на 1000 яиц (в ценах 2020 года).

Таким образом, результаты производственной проверки подтвердили данные, полученные в научно-производственном эксперименте. Обогащение комбикормов дефицитных по содержанию доступного фосфора отечественной концентрированной фитазой обеспечивает не только высокую продуктивность кур, но и способствует получению дополнительной прибыли.

Акт производственной проверки прилагается (Приложение 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Добавка фитазосодержащего препарата Берзайм -Р в количестве 12 г на 1 т корма, как в комбикормах с включением компонентов животного происхождения, так и растительного типа позволяет снизить уровень доступного фосфора на 0,1% (при его содержании в рационе 0,30%) на протяжении всего периода выращивания бройлеров и содержания кур-несушек за счет увеличения его доступности. При этом норму ввода монокальцийфосфата можно уменьшить в два раза.
2. Ввод отечественной фитазы в комбикорма с пониженным уровнем доступного фосфора на 0,1% приводит к увеличению прироста живой массы бройлеров на 1,3-3,1%, снижению затрат кормов на 1 кг прироста живой массы на 1,9-5,6% за счет лучшего использования питательных веществ: протеина – на 0,9-2,6%, жира – на 1,1-3,2%, клетчатки – на 2,7-4,5%, азота – на 1,3-2,8%, кальция – на 1,5-3,2% и фосфора – на 3,4-6,2%, в сравнении с комбикормами, содержащими более высокий уровень фосфора без включения фитазы.
3. Обогащение концентрированной фитазой Берзайм-Р комбикормов для кур-несушек, не содержащих кормов животного происхождения при сниженном уровне доступного фосфора на 0,1% способствует повышению переваримости: сухого вещества корма – на 3,6-5,0%, протеина – на 0,8-1,4%, жира – на 1,2-3,2%, клетчатки – на 2,5-2,8%, использование азота – на 1,9-2,8%, кальция – на 1,4-2,7% и фосфора – на 2,1-3,7%, обеспечивая увеличение яйценоскости кур на 2,9-4,2% при снижении затрат кормов на 10 шт. яиц – на 4,3-5,0% и на 1 кг яичной массы – на 3,6-4,9%, без отрицательного влияния на качество яиц и минерализацию костной ткани птицы.
4. Потребление птицей комбикормов, содержащих пониженные уровни общего и доступного фосфора, но обогащенных новой отечественной фитазой, не сказалось отрицательно на накоплении кальция и фосфора,

а также марганца, меди и цинка в большеберцовых костях, крови, скорлупе и яичной массе.,

5. Введение в рацион бройлеров фитазосодержащего препарата приводило к изменению в качественном и количественном составе микробиома слепых отростков цыплят: представители нормофлоры, в основном, получали конкурентное преимущество, а численность условно-патогенных и патогенных форм снижалась.
6. Гистологические исследования тонкого отдела кишечника бройлеров и кур-несушек свидетельствует о том, что гистоструктура сохранена и характерна для птицы в данный период развития.
7. Экономическая эффективность использования концентрированной фитазы в количестве 12 г на 1 тонну корма на фоне пониженного содержания фосфора на 0,1 % в комбикормах для бройлеров, составила 2916,19 рублей (в ценах 2020 года) в расчете на 1000 голов и кур-несушек - 6392,79 рублей (в ценах 2020 года) в расчете на 1000 яиц.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения эффективности производства мяса бройлеров и яиц, снижения уровня выделения фосфора и микроэлементов с пометом рекомендуется в комбикормах для бройлеров и кур-несушек на фоне пониженного содержания доступного фосфора на 0,1%, использовать концентрированную отечественную фитазу Берзайм -Р в количестве 12 г на 1 тонну корма.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абашкина, Е. Эффективность применения фитазы при выращивании цыплят-бройлеров / Е. Абашкина, В. Манукян, Е. Байковская // Комбикорма. – 2019. – № 6. – С.44-48.
2. Андрианова, Е.Н. Фитаза в комбикормах для цыплят-бройлеров / Е.Н. Андрианова, Л.М. Присяжная, А.А. Гончарук // Сб. науч. тр. ВНИТИП. – Т. 86. – 2012. – С. 36-41.
3. Анчиков, Э.В. Использование фитазы в комбикормах для свиней и птицы (обзор иностранной литературы) / Э.В. Анчиков // Сельскохозяйственная биология – 2008. – № 4. – С. 3-14.
4. Анчиков, Э.В. Фитаза в комбикормах для цыплят-бройлеров: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.08 / Анчиков Эдуард Владимирович. – Сергиев Посад, 2012. – 171 с.
5. Вертипрахов, В.Г. Морфо-биохимические исследования крови у сельскохозяйственной птицы: учебное пособие / В.Г. Вертипрахов, А.А. Грозина, С.В. Овчинникова, М.В. Кощеева, И.В.Кислова// Благовещенск, Дальневосточный ГАУ, 2021. -133с.
6. Вишняков, А.И. Последствия антропогенного влияния на состав крови цыплят-бройлеров / А.И. Вишняков, А.А. Торшков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 4. – № 24/1. – С. 166-167.
7. Гесслер, Н.Н. Фитазы и перспективы их применения (обзор)/Н.Н. Гесслер, Е.Г. Сердюк, Е.П. Исакова, Ю.И. Дерябина// Прикладная биохимия и микробиология. -2018. - том:54, №4. - С.347-356.
8. Гордеева, Т.Л. Новая рекомбинантная фитаза из *Kosakonia sacchari*: характеристика и биотехнологический потенциал / Т.Л. Гордеева, Л.Н.
9. Борщевская, А.Н. Новая рекомбинантная фитаза из *Kosakonia sacchari*: характеристика и биотехнологический потенциал / А.Н. Борщевская,

- Н.В. Калинин, С.П. Булушова, С.П. Синецкий, М.Д. Воронин // Биотехнология. – 2019. – №4. – С. 33-41.
10. Грин, А.А. Эффективность использования ферментного препарата «Фитим» в кормлении цыплят-бройлеров /А.А. Грин, Е.В. Шацких // Молодежь и наука. – 2017. – №4-2. – 84 с.
 11. Гусаков, В.К. Подсчет форменных элементов крови у кур: учебно-методическое пособие /В.К. Гусаков, Е.Н. Кудрявцева, А.В. Островский. - Витебск: Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины, 2002. -12с.
 12. Джоунс, Г. Как выбрать наилучшую фитазу при составлении рациона /Г. Джоунс // Ценовик. -2014.- № 10.- С. 102-103.
 13. Егоров, И. Фитаза в растительных комбикормах для бройлеров / И. Егоров, Э. Анчиков // Птицеводство. – 2007. – № 4. – С. 35-37.
 14. Егоров, И. Фитаза в комбикорме различной структуры для бройлеров / И. Егоров, Э. Анчиков // Комбикорма. – 2013. – № 1. – С. 68-70.
 15. Егоров, И.А. Совместное использование препаратов Акстра ХАР 101 ТРТ и Файзим ХР 10000 ТРТ в комбикормах для бройлеров / И.А. Егоров, Т.В. Егорова // Птицеводство. – 2016. – №4. – С. 2-8.
 16. Егоров, И.А. Ферментные препараты отечественного производства в низкоэнергетических комбикормах для цыплят-бройлеров / И.А. Егоров, Т.А. Егорова, А.И. Панин, М.А. Кержнер // Птицеводство. -2021. -№7-8.- С.27-31.
 17. Егорова, Т.А. Научно-практическое обоснование использования нетрадиционных кормовых средств, новых биологически активных веществ и кормовых добавок при производстве яиц и мяса птицы: дис...д. с.-х. наук: 06.02.08 / Егорова Татьяна Анатольевна.- Сергиев Посад,2018.- 435с.
 18. Жамангулов, Р. Влияние фермента Оллзайм Фитаза на продуктивные качества кур / Р. Жамангулов, О. Богатова // Птицеводство. – 2010. – №11. – С. 14-15.

19. Зиновьев, С.В. Антипитательное действие фитатов-экстрафосфорный эффект фитазы (обзор)/ С.В. Зиновьев, В.С. Крюков, Х.М. Мутиева, И.В. Глебова, Н.И. Ярован // Генетика и развитие животных. - 2021. -№4.- С.74-84.
20. Клетикова, Л.В. Динамика обмена кальция и фосфора у высокопродуктивных кур в зависимости от периода яйцекладки/ Л.В. Клетикова// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. - № 1. – С.57-58.
21. Кощаев, И.А. Биологическая эффективность источников фосфора в рационах сельскохозяйственной птицы / И.А. Кощаев, Ю.Н. Литвинов, О.С. Кощаева // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. – 2018. – №3(9). – С. 36-40.
22. Крюков, В. О применении фитаз в кормлении животных / В. Крюков, Ю. Петрушенко, И. Глебова, С. Зиновьев// Эффективное животноводство. - 2018. -№ 9(148). – С.76-80.
23. Крюков, В.С. Оценка действия фитаз в пищеварительном тракте и использование препаратов фитазы в питании животных (обзор)/ В.С. Крюков, И.В. Глебова, А.А. Антипов // Проблемы биологии продуктивных животных.- 2019. -№ 2.- С. 19-43.
24. Лазарева, Н. Ферменты с фитазной активностью в рационах бройлеров / Н. Лазарева // Животноводство России. – 2015. – № 5. – С. 18-20.
25. Ленкова, Т.Н. Отечественная фитаза / Т.Н. Ленкова, Т.А. Егорова, И.Г. Сысоева, Л.В. Кривопишина// Птицеводство. – 2015. -№10. –С.2-6.
26. Ленкова, Т.Н. Отечественная фитаза в комбикормах для кур-несушек/ Т.Н. Ленкова, Т.А. Егорова, И.А. Меньшенин, и др.// Птица и Птицепродукты. – 2016. – №1. –С. 37-40.
27. Ленкова, Т.Н. Новые отечественный энзим / Т.Н. Ленкова, Т.А. Егорова, И.Г. Сысоева// Птицеводство. –2016.- №6. – С.17-20.
28. Ленкова, Т.Н. Как повысить усвояемость фосфора из комбикормов для цыплят-бройлеров / Т.Н. Ленкова, И.А. Егоров, Т.А. Егорова, В.А.

- Манукян, А.А. Грозина, И.Н. Никонов // Птица и птицепродукты. – 2019. – № 1. – С. 30-32.
29. Ленкова, Т.Н. Микробиота кишечника и продуктивные качества бройлеров при использовании фитазы для повышения усвояемости фосфора и питательных веществ из комбикормов / Т.Н. Ленкова, И.А. Егоров, Т.А. Егорова, В.А. Манукян, В.Г. Вертипрахов, А.А. Грозина, И.Н. Никонов, В.А. Филиппова, Е.А. Ёылдырым, Л.А. Ильина, А.В. Дубровин, Г.Ю. Лаптев // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – №2. – С. 406-416.
30. Лютых, О. Пищеварительная формула /О. Лютых// Эффективное животноводство. – 2020. – №3(160). – С. 80-85.
31. Мальцева, Н.А. Ферментные препараты с фитазой в комбикормах птицы / Н.А. Мальцева, О.А. Ядрищенская // Птица и птицепродукты. – 2016. – №3. – С.55-57.
32. Манукян, В.А. Фитаза в комбикормах с пониженным уровнем общего фосфора для цыплят-бройлеров с включением фосфата кальция натрия кормового / В.А. Манукян, С.И. Шарпило // Птица и птицепродукты. – 2015. – № 2. – С. 40-42.
33. Мёрфи, Р. Влияние микроэлементов на активность фитазных препаратов / Р. Мёрфи, Г.Т. Айдинян // Птицеводство. – 2018. – № 9. – С. 33-34.
34. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений ВАСХНИЛ.- М., 1980.-112 с.
35. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы, молекулярно-генетические методы определения микрофлоры кишечника / И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.Н. Ленкова и др., Сергиев-Посад, 2013.- 51с.
36. Мудведский, В.А. Биологические основы минерального питания сельскохозяйственной птицы /В.А. Медведский, М.В. Базылев, Л.П.

- Большакова, Х.Ф. Мунаяр // Научное образование. Биологические науки. - 2016.-№2.- С.93-108.
37. Околелова, Т.М. Российские ферментные препараты для импортозамещения зарубежных аналогов / Т.М. Околелова, Р.Ш. Мансуров, С.Н. Гаврилов и др. // Птицеводство. - 2016.- С. 30–33.
38. Околелова, Т.М. Болезни, возникающие при неправильном кормлении и содержании птицы. / Т.М. Околелова //- Алматы, 2018. - 262 с.
39. Околелова, Т.М. Научные основы кормления и содержания сельскохозяйственной птицы /Т.М. Околелова, С.В. Енгашев //Монография-Москва, 2021.-437с.
40. Подобед, Л.И. Руководство по минеральному питанию сельскохозяйственной птицы / Л.И. Подобед, А.Н. Степаненко, Е.А. Капитонова. – Одесса: Акватория, 2016. – 360 с.
41. Пономаренко, Ю.А. Корма, биологически активные вещества, безопасность / Ю.А. Пономаренко, В.И. Фисинин, И.А. Егоров. – Минск-Москва: Белстан, 2014. – 872 с.
42. Пронин, В.В. Клинические и биохимические показатели крови птицы: монография / В.В. Пронин, Л.В. Клетикова, Л.В. Маловичко [и др.]. – Иваново: ПресСто, 2014. – 287с.
43. Редкозубов, О. Фитаза. Что изменилось за последние 15 лет / О. Редкозубов // Комбикорма. – 2014. – № 12. – С. 71-74.
44. Руководство по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова, Т.М. Околелова и др. - Сергиев Посад: ВНИТИП, 2014. - 155с.
45. Руководство по биометрии для зоотехников / Н.А. Плохинский. – М.: Колос, 1969. – С.49, 54-58.
46. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы/ И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.Н. Ленкова, Т.А. Егорова, И.Г. Сысоева и др.- Сергиев Посад, 2018.- 225с.

47. Русакова, Е. А. Влияние фитазы на морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров при различном уровне фосфора в рационе / Е. А. Русакова, С. В. Лебедев, Д. Б. Косян, А. М. Мирошников, В. А. Родионов, Н.Ю. Копанева // Вестник Оренбургского государственного университета. -2011.-№ 15.- С. 118-122.
48. Русакова, Е.А. Влияние фитазы на рост и развитие цыплят-бройлеров при различном уровне фосфора в рационе / Е.А. Русакова // Символ науки. – 2016. – №6-2(18). – С. 227-230.
49. Русакова, Е.А. Оценка морфофункционального состояния тонкого отдела кишечника цыплят-бройлеров при введении фитазы в рацион / Е.А. Русакова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 6(68). – С.138-141.
50. Сабыржанов, А.У. Морфологические изменения в иммунокомпетентных органах молодняка кур, получавших кормовую добавку «Виломикс» / А.У. Сабыржанов, О.Т. Муллакаев, К.Ж. Кушалиев, А.Г. Хайруллин // Ветеринарный врач. – 2017. – №4. – С. 49-52.
51. Смит, А. Фитаза в рационах свиней и птицы / А. Смит// Животноводство России. – 2015. – №12. – С.58-59.
52. Смит, А. Эффект повышенных дозировок фитаз /А. Смит// Комбикорма. – 2016. – №7-8. – С. 71-73.
53. Толоконцева, Е.О. Определение массовой доли фосфора в комбикормах для кур несушек /Е.О. Толоконцева, О.С. Половецкая, М.В. Мельникова// MODERN SCIENCE. – 2020.- №4-3. - С.24-27.
54. Труфанов, О.В. Фитаза в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы. /О.В. Труфанов// Киев: ПолиграфИнко, -2011. - 112 с.
55. Фисинин, В.И. Кормление сельскохозяйственной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.М. Околелова [и др.] // Сергиев Посад: -ВНИТИП, 2004. – 375 с.
56. Фисинин, В.И. Ферменты в кормлении птицы / В.И. Фисинин, Т.М. Околелова, Д.А. Догодаев и др. - Сергиев-Посад, 2005. - 46 с.

57. Фисинин, В.И. Биологически активные и кормовые добавки в птицеводстве / В.И. Фисинин, Т.М. Околелова, И.А. Егоров и др. // Методические рекомендации. Сергиев-Посад, 2009. -95 с.
58. Фисинин, В.И. Научные основы кормления сельскохозяйственной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.М. Околелова и др. - 2е изд., перераб. и доп.- Сергиев-Посад, 2011.-352с.
59. Фисинин, В.И. Методические наставления по использованию в комбикормах для птицы новых биологически активных, минеральных и кормовых добавок / В.И. Фисинин, Т.М. Околелова, И.А. Егоров и др. - Сергиев-Посад, 2011. - 98 с
60. Фисинин, В.И. Промышленное птицеводство / В.И. Фисинин, Я.С. Ройтер, А.В. Егорова и др. //- 6е изд., перераб. и доп. - М., 2016. -534 с.
61. Шестак, Е. О супердозировке фитазы / Е. Шестак // Комбикорма. – 2015. – №9. – С. 96-97.
62. Шестак, Е. Натуфос Е- Эффективная гибридная фитаза/ Е. Шестак// Животноводство России. -2016. -№1. –С.20-21.
63. Шестак, Е. Фитат: проблемы и пути их решения / Е. Шестак // Комбикорма. – 2017. – №11. – С. 87-89.
64. Шестак Е. Кормовые фосфаты или гибридная 6-фитаза? / Е. Шестак // Животноводство России. – 2020. – №1. – С. 54-56.
65. Щербинин, С. Экзогенные ферменты - ключ к максимальному использованию питательных веществ / С. Щербинин // Комбикорма. – 2019. – №10. – С.54-57.
66. Abbasi, M. Is dietary iron requirement of broiler breeder hens at the late stage of production cycle influenced by phytase supplementation? / M. Abbasi, Z. Mojtaba, G. Mehdi, Kh. Saeed // J. Appl. Anim. Res. – 2015. – V. 43. – P. 166-176.
67. Abd El Hack, M.E. The uses of microbial phytase as a feed additive in poultry nutrition – a review / M.E. Abd El Hack, M. Alagawany, M. Arif, M. Emam,

- M. Saeed, M.A. Arain, F.A. Siyal, A. Patra, S.S. Elnesr, R.U. Khan // *Ann. Anim. Sci.* – 2018. – V. 18. – P. 639-658.
68. Abd-Elsamee, M.O. Effect of different levels of available P and microbial phytase on laying hen performance and egg quality / M.O. Abd-Elsamee // *Egypt. Poult. Sci.* – 2002(a). – V. 22 – P. 407-425.
69. Abd-Elsamee, M.O. Effect of different levels of crude protein, sulphur amino acids, microbial phytase and their interaction on broiler chick performance. / M.O. Abd-Elsamee // *Egypt. Poult. Sci.* – 2002(b). – V. 22. – P. 999-1021.
70. Abudabos, A.M. Phytate phosphorus utilization and intestinal phytase activity in laying hens / A.M. Abudabos // *Ital. J. Anim. Sci.* – 2012. – V. 11. – P. e8.
71. Adegunloye, D.V. Microorganism associated with poultry faeces / D.V. Adegunloye // *J. Food Agric. And Environ.* 2006:41-42.
72. Ahmad, T. Effect of microbial phytase produced from fungus *Aspergillus niger* on bioavailability of P and Ca in broiler chickens / T. Ahmad, S. Rasool, M. Sarwar // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2000. – V. 83. – P. 103-114.
73. Ahmadi, A. Effect of different sources of phytase supplementation on the performance and egg quality of laying hens / A. Ahmadi, A. Saki, M.M. Tabatabaie, S.A.H. Siyar, H. Aliarabi, K.H. Zaboli, S. Mirzaei // *Proc. 19th Austral. Poult. Sci. Symp., Sydney, New South Wales, Australia, 12-14.02.2007.* – Pp. 76-78.
74. Akter, M. Increasing zinc levels in phytase-supplemented diets improves the performance and nutrient utilization of broiler chickens / M. Akter, P.A. Iji, H. Graham // *South Afr. J. Anim. Sci.* – 2017. – V. 47. – P. 648-660.
75. Amit-Romach, E. Microflora ecology of the chicken intestine using 16S ribosomal DNA primers / E. Amit-Romach, D. Sklan, Z. Uni // *Poult. Sci.* 2004:1093–1098.
76. Apajalahti J. Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken / Apajalahti J., Kettunen A., Graham H. // *World Poult. Sci. J.* - 2004: 223–232.

77. Attia, Y.A. Effects of microbial phytase with or without cell-wall splitting enzymes on the performance of broilers fed marginal levels of dietary protein and metabolizable energy / Y.A. Attia, S.A. Abd El-Rahman, E.M.A. Qota // Egypt. Poult. Sci. – 2002. – V. 21. – P. 521-547.
78. Augspurger, N.R. Efficacy of an *E. coli* phytase expressed in yeast for releasing phytate-bound phosphorus in young chicks and pigs / N.R. Augspurger, D.M. Webel, X.G. Lei, D.H. Baker // J. Anim. Sci. – 2003. – V. 81. – P. 474-483.
79. Augspurger, N.R. An *Escherichia coli* phytase expressed in yeast effectively replaces inorganic P for finishing pigs and laying hens / N.R. Augspurger, D.M. Webel, D.H. Baker // J. Anim. Sci. – 2007. – V. 85. – P. 1192-1198.
80. Bedford, M. Recent findings regarding calcium and phytase in poultry nutrition / M. Bedford, X. Rousseau // Anim. Prod. Sci. – 2017. – V. 57. – P. 2311-2316.
81. Bougouin, A. Effects of phytase supplementation on P retention in broilers and layers: a meta-analysis / A. Bougouin, J.A.D.R.N. Appuhamy, E. Kebreab, J. Dijkstra, R.P. Kwakkel, J. France // Poult Sci. – 2014. – V. 93. – P. 1981-1992.
82. Cabuk, M. Effect of phytase supplementation of diets with different levels of phosphorus on performance and egg quality of laying hens in hot climatic conditions / M. Cabuk, M. Bozkurt, F. Kyrkpynar, H. Ozkul // South Afr. J. Anim. Sci. – 2004. – V. 34. – P. 13-17.
83. Casartelli, E.M. Effect of phytase in laying hen diet with different phosphorous sources / E.M. Casartelli, O.M. Junqueira, A.C. Laurentiz, J. Lucas Jr., L.F. Araujo // Br. J. Poult. Sci. – 2005. – V. 7. – P. 93-98.
84. Cowieson, A. Effect of phytic acid and microbial phytase on the flow and amino acid composition of endogenous protein at the terminal ileum of growing broiler chickens / A. Cowieson, V. Ravindran // Br. J. Nutr. – 2007. – V. 98. – P. 745-752.

85. Cowieson, A.J. Evolving enzyme technology: impact on commercial poultry nutrition / A.J. Cowieson, M. Hruby, E.E.M. Pierson // *Nutr. Res. Rev.* – 2006. – V. 19. – P. 90-103.
86. De Sousa, J.P.L. The effect of dietary phytase on broiler performance and digestive and bone and blood biochemistry characteristics / J.P.L. De Sousa, L.F.T. Albino, R.G.M.V. Vaz, K.F. Rodrigues // *Rev. Bras. Cienc. Avic.* – 2015. – V. 17. – P. 69-76.
87. Denbow, D.M. Improving phosphorous availability in soyabean meal for broilers by supplemental phytase / D.M. Denbow, V. Ravindran, E.T. Kornegay, Z. Yi, R.M. Hulet // *Poult. Sci.* – 1995. – V. 74. – P. 1831-1842.
88. Deniz, G. Evaluation of nutrient equivalency of microbial phytase in hens in late lay given maize-soybean or distiller's dried grains with solubles (DDGS) diets / G. Deniz, S.S. Gezen, C. Kara, H. Gencoglu, Y. Meral, E. Baser // *Br. Poult. Sci.* – 2013. – V. 54. – P. 494-502.
89. Dersjant-Li, Y. Phytase in non-ruminant animal nutrition: a critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and influencing factors / Y. Dersjant-Li, A. Awati, H. Schulze, G. Partridge // *J. Sci. Food Agricult.* – 2015. – V. 95. – P. 878-896.
90. Eastwood, M. Phosphorus /M. Eastwood // *Principles of Human Nutrition.* – Oxford (UK): Blackwell Science, 2003. – P. 311-353.
91. El-Deek, A.A. Effect of dietary corn gluten feed and phytase supplementation to laying hens diets / A.A. El-Deek, O. Mona, M. Mona // *Egypt. Poult. Sci.* – 2009. – V. 29. – P. 21-38.
92. Englmaierová, M. Effects of a low-P diet and exogenous phytase on performance, egg quality, and bacterial colonisation and digestibility of minerals in the digestive tract of laying hens / M. Englmaierová, M. Skřivan, E. Skřivanová, I. Bubancova, L. Čermák, J. Vlckova // *Czech J. Anim. Sci.* – 2015. – V. 60. – P. 542-549.

93. Englmaierová, M. Limestone particle size and *Aspergillus niger* phytase in the diet of older hens / M. Englmaierová, M. Skřivan, E. Skřivanová, L. Čermák // Ital. J. Anim. Sci. – 2017. – V. 16. – P. 608-616.
94. Fayza, M.S. Improving P utilization in broiler chick diets to minimize P pollution / M.S. Fayza, H.A. El-Alaily, N.M. El-Medany, K. Abd El-Galil // Egypt. Poult. Sci. – 2003. – V. 23. – P. 201-218.
95. Gao, C.Q. Effect of a novel plant phytase on performance, egg quality, apparent ileal nutrient digestibility and bone mineralization of laying hens fed corn-soybean diets / C.Q. Gao, C. Ji, J.Y. Zhang, L.H. Zhao, Q.G. Ma // Anim. Feed Sci. Technol. – 2013. – V. 186. – P. 101-105.
96. Ghosh, A. Effects of supplementation of manganese with or without phytase on growth performance, carcass traits, muscle and tibia composition, and immunity in broiler chickens / A. Ghosh, G.P. Mandal, A. Roy, A.K. Patra // Livest. Sci. – 2016. – V. 191. – P. 80-85.
97. Gong, J. Diversity and phylogenetic analysis of bacteria in the mucosa of chicken ceca and comparison with bacteria in the cecal lumen / J. Gong, R.J. Forster, H. Yu, J.R. Chambers, P.M. Sabour, R. Wheatcroft, S. Chen // FEMS Microbiol. Lett., 2002, 208: 1–7.
98. Greiner, R. Stereospecificity of myo-inositol hexakisphosphate dephosphorylation by a phytase of *Escherichia coli* / R. Greiner, N.G. Carlsson, M.L. Alminger // J. Biotechnol. – 2000. – V. 84. – P. 53-62.
99. Greiner, R. The pathway of dephosphorylation of myo-inositol hexakisphosphate by phytate-degrading enzymes of different *Bacillus* spp. / R. Greiner, A. Farouk, M.L. Alminger, N.G. Carlsson // Can. J. Microbiol. – 2002. – V. 48. – P. 986-994.
100. Harland, B.F. Phytate - a good or a bad food component / B.F. Harland, E.R. Morris // Nutr. Res. – 1995. – V. 15. – P. 733-754.
101. Hayakawa, T. Myo-inositol polyphosphate intermediates in the dephosphorylation of phytic acid phosphates with phytase activity from rice bran / T.

- Hayakawa, K. Suzuki, H. Miura, T. Ohno, I. Igaue // *Agric. Biol. Chem.* – 1990. – V. 54. – P. 279-286.
102. Hughes, A.L. The efficacy of Quantum™ Phytase™ in a 40 week production trial using White Leghorn laying hens fed corn-soybean meal based diets / A.L. Hughes, J.P. Dahiya, C.L. Wyatt, H.L. Classen // *Poult. Sci.* – 2008. – V. 87. – P. 1156-1161.
103. Humer, E. Phytate in pig and poultry nutrition / E. Humer, C. Schwarz, K. Schedle // *J. Anim. Sci. Anim. Nutr.* – 2015. – V. 99. – P. 605-625.
104. Jacela, J.Y. Feed additives for swine: fact sheets – high dietary levels of copper and zinc for young pigs, and phytase / J.Y. Jacela, J.M. DeRouche, M.D. Tokach, R.D. Goodband, J.L. Nelssen, D.G. Renter, S.S. Dritz // *J. Swine Health Prod.* – 2010. – V. 18. – P. 87-89.
105. Jalal, M.A. Effect of supplementation of two different sources of phytase on egg production parameters in laying hens and nutrient digestibility / M.A. Jalal, S.E. Scheideler // *Poult. Sci.* – 2001. – V. 80. – P. 1463-1471.
106. Jegannathan, K.R. Environmental assessment of enzyme use in industrial production – a literature review / K.R. Jegannathan, P.H. Nielsen // *J. Cleaner Prod.* – 2012. – V. 42. – P. 228-240.
107. Jondreville, C. Sparing effect of microbial phytase on zinc supplementation in maize-soya-bean meal diets for chickens / C. Jondreville, P. Lescoat, M. Magnin, D. Feuerstein, B. Gruenberg, Y. Nys // *Animal.* – 2007. – V. 1. – P. 804-811.
108. Jongbloed, A.W. The effect of supplementary *Aspergillus niger* phytase in diets for pigs on concentration and apparent digestibility of dry matter, total phosphorus, and phytic acid in different sections of the alimentary tract / A.W. Jongbloed, Z. Mroz, P.A. Kemme // *J. Anim. Sci.* – 1992. – V. 70. – P. 1159-1168.
109. Kahindi, R.K. Nutrient digestibility in diets containing low-phytate barley, low-phytate field pea and normal-phytate field pea, and the effects of microbial phytase on energy and nutrient digestibility in the low and normal-phytate

- field pea fed to pigs / R.K. Kahindi, P.A. Thacker, C.M. Nyachoti // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2015. – V. 203. – P. 79-87.
110. Kahindi, R.K. Performance and P utilization of broiler chickens fed low phytate barley and pea based diets with graded levels of inorganic P / R.K. Kahindi, A. Philip, S. Thacker, I. Lee, I.H. Kim, C.M. Nyachoti // *Ann. Anim. Sci.* – 2017. – V. 17. – P. 205-215.
111. Kannan, D. Dietary inclusion of enzyme phytase in egg layer diet on retention of nutrients, serum biochemical characters and P excretion / D. Kannan, K. Viswanathan, S.C. Edwin, R. Amutha, R. Ravi // *Res. J. Agric. Biol. Sci.* – 2008. – V. 4. – P. 273-277.
112. Katayama, T. Effects of dietary myo-inositol or phytic acid on hepatic concentrations of lipids and hepatic activities of lipogenic enzymes in rats fed on corn starch or sucrose / T. Katayama // *Nutr. Res.* – 1997. – V. 17. – P. 721-728.
113. Kemme, P.A. Monitoring the stepwise phytate degradation in the upper gastrointestinal tract of pigs / P.A. Kemme, U. Schlemmer, Z. Mroz, A.W. Jongbloed // *J. Sci. Food Agric.* – 2006. – V. 86. – P. 612-622.
114. Kemme, P.A. Quantification of inositol phosphates using ^{31}P nuclear magnetic resonance spectroscopy in animal nutrition / P.A. Kemme, A. Lommen, L.H. DeJonge, J.D. Van der Klis, A.W. Jongbloed, Z. Mroz, A.C. Beynen // *J. Agric. Food Chem.* – 1999. – V. 47. – P. 5116-5121.
115. Kerr, M.J. The effects of gastrointestinal tract micro-flora and dietary phytase on inositol hexaphosphate hydrolysis in the chicken / M.J. Kerr, H.L. Classen, R.W. Newkirk // *Poult. Sci.* – 2000. – V. 79, Suppl. 1. – P. 11.
116. Kies, A.K. Phytase: a remarkable enzyme in: Selected topics in animal nutrition, biochemistry and physiology / A.K. Kies, K. Van Hemert // *Reviews presented at the symposium on the occasion of the retirement of Dr. RR Marquardt. W. Sauer and J. He.* – 2000. – Pp. 119-136.

117. Kim, J.H. Effect of super dosing phytase on productive performance and egg quality in laying hens / J.H. Kim, F.M. Pitargue, H. Jung, G.P. Han, H.S. Choi, D.Y. Kil // *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* – 2017. – V. 30. – P. 994-998.
118. Kornegay, E.T. Replacement of inorganic P by microbial phytase for young pigs fed on a maize-soybean-meal diet / E.T. Kornegay, H. Qian // *Br. J. Nutr.* – 1996. – V. 76. - P. 563-578.
119. Kraler, M. Effects of fermented and extruded wheat bran on total tract apparent digestibility of nutrients, minerals and energy in growing pigs / M. Kraler, K. Schedle, K.J. Domig, D. Heine, H. Michlmayr, W. Kneifel // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2014. – V. 197. – P. 121-129.
120. Kumar, V. *In vitro* activities of three phytases under different pH and protease challenges / V. Kumar, A. Miasnikov, J.S. Sands, P.H. Simmins // *Proc. Austral. Pig Sci. Assoc.* – 2003. – P. 164.
121. Lalpanmawia, H. Efficacy of phytase on growth performance, nutrient utilization and bone mineralization in broiler chicken / H. Lalpanmawia, A.V. Elangovan, M. Sridhar, D. Shet, S. Ajith, D.T. Pal // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2014. – V. 192. – P. 81-89.
122. Lan, Y. The role of the commensal gut microbial community in broiler chickens / Y. Lan, M. Verstegen, S. Tamminga, B. Williams // *Worlds Poult Sci J.* 2005: 95–104.
123. Leske, K.L. A bioassay to determine the effect of phytase on phytate phosphorus hydrolysis and total phosphorus retention of feed ingredients as determined with broilers and laying hens / K.L. Leske, C.N. Coon // *Poult. Sci.* – 1999. – V. 78. – P. 1151-1157.
124. Létourneau-Montimy, M.P. Modelling the fate of dietary phosphorus in the digestive tract of growing pigs / M.P. Létourneau-Montimy, A. Narcy, P. Lescoat, M. Magnin, J.F. Bernier, D. Sauvant, C. Jondreville, R. Pomar // *J. Anim. Sci.* – 2011. – V. 89. – P. 3596-3611.
125. Liebert, F. Phytase activities in different gut contents of chickens as dependent on level of phosphorus and phytase supplementations / F. Liebert, C.

- Wecke, F.J. Schoner // Proc. 1st Europ. Symp. Enzymes in Anim. Nutr. – 1993. – P. 202-205.
126. Lim, H.S. Effects of phytase supplementation on the performance, egg quality and phosphorus excretion of laying hens fed different levels of dietary calcium and nonphytate phosphorus / H.S. Lim, H. Namkung, I.K. Paik // Poult. Sci. – 2003. – V. 82. – P. 92-99.
127. Liu, N. Effect of phytate and phytase on the ileal flows of endogenous minerals and amino acids for growing broiler chickens fed purified diets / N. Liu, Y.J. Ru // Anim. Feed Sci. Technol. – 2010. – V. 156. – P. 126-130.
128. Liu, N. Efficacy of phytases on egg production and nutrient digestibility in layers fed reduced P diets / N. Liu, G.H. Liu, F.D. Li, S.J.S. Ands, S. Zhang, Z.A.J. Heng, Y.J. Ru // Poult. Sci. – 2007. – V. 86. – P. 2337-2342.
129. Luttrell, B.M. The biological relevance of the binding of calcium ions by inositol phosphates / B.M. Luttrell // J. Biol. Chem. – 1993. – V. 268. – P. 1521-1524.
130. Maenz, D.D. Enzymatic characteristics of phytases as they relate to their use in animal feeds / D.D. Maenz // Enzymes in Farm Animal Nutrition. – Bedford M.R., Partridge G.G., Eds. – Wallingford (UK): CAB International, 2001. – Pp. 61-83.
131. Maenz, D.D. Phytase activity in the small intestinal brush border membrane of the chicken / D.D. Maenz, H.L. Classen // Poult. Sci. – 1998. – V. 77. – P. 557-563.
132. Maenz, D.D. The effect of minerals and mineral chelators on the formation of phytase-resistant and phytase-susceptible forms of phytic acid in solution and in a slurry of canola meal / D.D. Maenz, C.M. Engele-Schaan, R.W. Newkirk, H.L. Classen // Anim. Feed Sci. Technol. – 1999. – V. 81. – P.177-192.
133. Manangi, M.K. The effect of calcium carbonate particle size and solubility on the utilization of phosphorus from phytase for broilers / M.K. Manangi, C.N. Coon // Intl. J. Poult. Sci. – 2007. – V. 6. – P. 85-90.

134. Mazzuco, H. Critical points on egg production: causes, importance and incidence of eggshell breakage and defects / H. Mazzuco, A.G. Bertechini // *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras. – 2014. – V. 38. – P. 7-14.
135. McDougald, L.R. Protozoal infections / L.R. McDougald // *Pages in Diseases of Poultry*. Y. M. Saif, ed. Iowa State University Press, Ames. 2003: 973–974.
136. Metwally, M.A. The effect of dietary P level with and without supplemental phytase or dried yeast on the performance of Dandarawi laying hens / M.A. Metwally // *Egypt. Poult. Sci.* – 2005. – V. 26. – P. 159-178.
137. Mohammed, Kh.A. Effects of phytase supplementation on performance and egg quality of laying hens fed diets containing rice bran / Kh.A. Mohammed, M.A. Toson, H.H.M. Hassanien, M.A.H. Soliman, S.H.M. El-Naga // *Egypt. Poult. Sci.* – 2010. – V. 30. – P. 649-659.
138. Morales, G.A. *In vitro* assessment of the effects of phytate and phytase on nitrogen and phosphorus bioaccessibility within fish digestive tract / G.A. Morales, F.J. Moyano, L. Marquez // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2011. – V. 170. – P. 209-221.
139. Morris, E. R. Phytate and dietary mineral bioavailability / E.R. Morris // *Phytic Acid Chemistry and Applications*. – E.D. Graf, Ed. – Minneapolis (MN): Pilatus Press, 1986. – P. 57.
140. Musapuor, A. The effect of phytase and different level of dietary calcium and phosphorous on phytate P utilization in laying hens / A. Musapuor, J. Pourrez, A. Samie, H. Moradi Shahrababak // *Intl. J. Poult. Sci.* – 2005. – V. 8. – P. 560-562.
141. Musapuor, A. Use of microbial phytase for decrease of pollutant due to environmental poultry excreta P / A. Musapuor, M. Afsharmanesh, H.M. Shahrababak // *Intl. J. Agric. Biol.* – 2006. – V. 8. – P. 35-37.
142. Nelson, T.S. Effect of supplemental phytase on utilization of phytate phosphorus by chicks / T.S. Nelson, T.R. Shieh, R.J. Wodzinski, J.R. Ware // *J. Nutr.* – 1971. – V. 101. – P. 1289-1293.

143. Newkirk, R.W. The non-nutritional impact of phytate in canola meal fed to broiler chicks / R.W. Newkirk, H.L. Classen // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2001. – V. 91. – P. 115-128.
144. Nezhad, Y.E. Effects of citric acid supplementation on phytate P utilization and efficiency of microbial phytase in laying hen / Y.E. Nezhad, M. Shivazad, R. Taherkhani, K. Nazerad // *J. Biol. Sci.* – 2007. – V. 7. – P. 638-642.
145. Nezhad, Y.E. The effects of combination of ethylene diamine tetra acetic acid (EDTA) and microbial phytase on egg quality characteristics in laying hens / Y.E. Nezhad, J.G.G. Kandi // *J. Anim. Vet. Adv.* – 2008. – V. 7. – P. 213-216.
146. Oatway, L. Phytic acid / L. Oatway, T. Vasanthan, J.H. Helm // *Food Rev. Intl.* – 2001. – V. 17. – P. 419-431.
147. Oberleas, D. Impact of phytic acid on nutrient availability / D. Oberleas, B.F. Harland // *Phytase in Animal Nutrition and Waste Management.* – Coelho M.B., Kornegay E.T., Eds. – Mt. Olive (NJ, USA): BASF Corp., 1996. – Pp. 77-84.
148. Olukosi, O.A. Broiler responses to supplementation of phytase and admixture of carbohydrases and protease in maize-soyabean meal diets with or without maize distillers' dried grain with solubles / O.A. Olukosi, A.J. Cowieson, O. Adeola // *Br. Poult. Sci.* – 2010. – V. 51. – P. 434-443.
149. Onyango, E.M. Dietary phytates increase endogenous losses in ducks and chickens / E.M. Onyango, E.K. Asem, J.S. Sands, O. Adeola // *Poult. Sci.* – 2004. – V. 83 (Suppl.). – P. 149-150.
150. Onyango, E.M. Efficacy of an evolved *Escherichia coli* phytase in diets of broiler chicks / E.M. Onyango, M.R. Bedford, O. Adeola // *Poult. Sci.* – 2005. – V. 84. – P. 248-255.
151. Pallauf, J. Nutritional significance of phytic acid and phytase / J. Pallauf, G. Rimbach // *Arch. Anim. Nutr.* – 1997. – V. 50. – P. 301-319.
152. Panda, A. Effect of microbial phytase on production performance of White Leghorn layers fed on a diet low in non-phytate phosphorus / A. Panda, S.R. Rao, M. Raju, S. Bhanja // *Br. Poult. Sci.* – 2005. – V. 46. – P. 464-469.

153. Plumstead, P.W. Interaction of calcium and phytate in broiler diets. 1. Effects on apparent prececal digestibility and retention of phosphorus / P.W. Plumstead, A.B. Leytem, R.O. Maguire, J.W. Spears, P. Kwanyuen, J. Brake // *Poult. Sci.* – 2008. – V. 87. – P. 449-458.
154. Ponnuvel, P. Effect of phytase supplementation in low energy-protein diet on the production performance of layer chicken / P. Ponnuvel, K. Narayankutty, A. Jalaludeen, P. Anitha // *Intl. J. Vet. Sci. Biotechnol.* – 2015. – V. 3. – P. 25-27.
155. Ptak, A. Phytase modulates ileal microbiota and enhances growth performance of the broiler chickens / A. Ptak, M.R. Bedford, S. Swiatkiewicz, K. Żyła, D. Józefiak // *PLoS One.* – 2015. – V. 10. – P. e0119770.
156. Ptak, A. Phytase Modulates Ileal Microbiota and Enhances Growth Performance of the Broiler Chickens / A. Ptak, M.R. Bedford, S. Świątkiewicz, K. Żyła, D. Józefiak // *PLoS One.* 2015: 534-541.
157. Qian, H. Effects of supplemental phytase and phosphorus on histological, mechanical and chemical traits of tibia and performance of turkeys fed on soybeanmeal-based semi-purified diets high in phytate phosphorus / H. Qian, E.T. Kornegay, H.P. Veit // *Br. J. Nutr.* – 1996. – V. 76. – P. 263-272.
158. Rapp, C. Hydrolysis of phytic acid by intrinsic plant and supplemented microbial phytase (*Aspergillus niger*) in the stomach and small intestine of minipigs fitted with re-entrant cannulas 3. Hydrolysis of phytic acid (IP6) and occurrence of hydrolysis products (IP5, IP4, IP3 and IP2) / C. Rapp, H.J. Lantzsch, W. Drochner // *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* – 2001. – V. 85. – P. 420-430.
159. Ravindran, V. Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorous levels. II. Effects on apparent metabolisable energy, nutrient digestibility and nutrient retention / V. Ravindran, S. Cabahug, G. Ravindran, P.H. Selle, W.L. Bryden // *Br. Poult. Sci.* – 2000. – V. 41. – P. 193-200.

160. Reynolds, D.L. Multicausal enteric diseases / D.L. Reynolds // Pages in Diseases of Poultry. Y. M. Saif, ed. Iowa State University Press, Ames. 2003: 1169–1171.
161. Robertson, K.D. Effects of 1,25-dihydroxycholecalciferol and phytase on zinc utilization in broiler chicks / K.D. Robertson, H.M. Edwards, Jr. // Poult. Sci. – 1994. – V. 73. – P. 1312-1326.
162. Rutherford, S.M. Effect of microbial phytase on ileal digestibility of phytate P, total P, and amino acids in a low-P diet for broilers / S.M. Rutherford, T.K. Chung, P.C.H. Morel, P.J. Moughan // Poultry Sci. – 2004. – V. 83. – P. 61-68.
163. Rutherford, S.M. The effect of microbial phytase on ileal P and amino acid digestibility in the broiler chicken / S.M. Rutherford, T.K. Chung, P.J. Moughan // Br. Poult. Sci. – 2002. – V. 44. – P. 598-606.
164. Rutkowski, A. The use of phytase in broiler chicken diets containing maize and soyabean or rapeseed meal / A. Rutkowski, B. Śliwiński, M. Wiaz // J. Anim. Feed Sci. – 1997. – V. 64. – P. 533-540.
165. Sandberg, A.S. High dietary Ca levels decrease colonic phytate degradation in pig / A.S. Sandberg, T. Larsen, B. Sandstrom // J. Nutr. – 1993. – V. 123. – P. 559-566.
166. Sandberg, A. *In vitro* and *in vivo* degradation of phytate / A. Sandberg // Food Phytates. - Reddy N.K., Sathé S.K., Eds. - USA, CRC Press, 2002. - Pp. 139-155.
167. Sandberg, A.S. Phytogetic and microbial phytases in human nutrition /A.S. Sandberg, T. Andlid // Intl. J. Food Sci. Technol. – 2002. – V. 37. – P. 823-833.
168. Scheideler, S.E. Utilization of phytate P in laying hens as influenced by dietary P and Ca / S.E. Scheideler, J.L. Sell // Nutr. Reports Intl. – 1987. – V. 35. – P. 1073-1081.
169. Schlemmer, U.K. Degradation of phytate in the gut of pigs - pathway of gastrointestinal inositol phosphate hydrolysis and enzymes involved / U.K.

- Schlemmer, D. Jany, A. Berk, E. Schulz, G. Rechkemmer // Arch. Anim. Nutr. – 2001. – V. 55. – P. 255-280.
170. Schlemmer, U. Studies on the hydrolysis of phytate in the large intestine of pigs / U. Schlemmer, K.D. Jany // Proc. Soc. Nutr. Physiol. – 57th Conf., V. 12 – G. Breves, Ed. – Frankfurt/Main: DLG-Verlag, 2003. – P. 29.
171. Schlemmer, U. Phytate in foods and significance for humans: food sources, intake, processing, bioavailability, protective role and analysis / U. Schlemmer, W. Frolich, R.M. Prieto, F. Grases // Mol. Nutr. Food Res. – 2009. – V. 53. – P. S330-S375.
172. Sebastian, S. Efficacy of supplemental microbial phytase at different dietary calcium levels on growth performance and mineral utilization of broiler chickens / S. Sebastian, S.P. Touchburn, E.R. Chavez, P.C. Laque // Poult. Sci. – 1996. – V. 75. – P. 1516-1523.
173. Selle, P.H. Microbial phytase in poultry nutrition / P.H. Selle, V. Ravindran // Anim. Feed Sci. Technol. – 2007. – V. 135. – P. 1-41.
174. Selle, P.H. Beneficial effects of xylanase and/or phytase inclusions on ileal amino acid digestibility, energy utilisation, mineral retention and growth performance in wheat-based broiler diets / P.H. Selle, V. Ravindran, G.G. Partridge // Anim. Feed Sci. Technol. – 2009. – V. 153. – P. 303-313.
175. Shehab, A.E. Effect of dietary enzyme supplementation on some biochemical and hematological parameters of Japanese quails / A.E. Shehab, M.Z. Kamelia, N.E. Khedr, E.A. Tahia, F.A. Esmaeil // J. Anim. Sci. Adv. – 2012. – V. 2. – P. 734-739.
176. Shirley, R.B. Graded levels of phytase past industry standards improves broilers performance / R.B. Shirley, H.M. Edward // Poult. Sci. – 2003. – V. 82. – P. 671-680.
177. Silversides, F.G. A study on the interaction of xylanase and phytase enzymes in wheat-based diets fed to commercial white and brown egg laying hens / F.G. Silversides, T.A. Scott, D.R. Korvert, M.H. Afsharmanesh, M. Hruby // Poult. Sci. – 2006. – V. 85. – P. 297-305.

178. Snow, J.L. Minimum phosphorus requirement of one-cycle and two-cycle (molted) hens / J.L. Snow, M.W. Douglas, K.W. Koelbeck, A.B. Batal, M.E. Persia, P.E. Biggs, C.M. Parsons // *Poult.y Sci.* – 2004. – V. 83. – P. 917-924.
179. Sohail, S.S. Influence of supplemental phytase on performance of broilers four to six weeks of age / S.S. Sohail, D.A. Ronald // *Poult. Sci.* – 1999. – V. 78. – P. 550-555.
180. Sukumar, D. Effect of supplemental phytase in diet on certain economic traits in layer chicken / D. Sukumar, A. Jalaudeen // *Intl. J. Anim. Sci.* – 2003. – V. 73. – P. 1357-1359.
181. Świątkiewicz, S. Effects of selected feed additives on the performance of laying hens given a diet rich in maize dried distiller's grains with solubles (DDGS) / S. Świątkiewicz, A. Arczewska-Włosek, J. Krawczyk, M. Puchała, D. Józefiak // *Br. Poult. Sci.* – 2013. – V. 54. – P. 478-485.
182. Thacker, P.A. Nutritional evaluation of low-phytate peas (*Pisum sativum* L.) for young broiler chicks / P.A. Thacker, A. Deep, D. Petri, T. Warkentin // *Arch. Anim. Nutr.* – 2013. – V. 67. – P. 1-14.
183. Tran, T.T. A simple and fast kinetic assay for phytases using phytic acid-protein complex as substrate / T.T. Tran, R. Hatti-Kaul, S. Dalsgaard, S. Yu // *Anal. Biochem.* – 2011. – V. 410. – P. 177-184.
184. Truong, H.H. Pre- and post-pellet whole grain inclusions enhance feed conversion efficiency, energy utilisation and gut integrity in broiler chickens offered wheat-based diets / H.H. Truong, A.F. Moss, S.Y. Liu, P.H. Selle // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2017. – V. 224. – P. 115-123.
185. Urbano, G. The role of phytic acid in legumes: antinutrient or beneficial function / G. Urbano, M. Lopez-Jurado, P. Aranda, C. Vidal-Valverd, E. Tenorio, J. Porres // *J. Physiol. Biochem.* – 2000. – V. 56. – P. 283-294.
186. Van der Klis, J.D. The efficacy of phytase in corn–soybean meal-based diets for laying hens / J.D. Van der Klis, H.A.J. Versteegh, P.C.M. Simons, A.K. Kies // *Poult. Sci.* – 1997. – V. 76. – P. 1535-1542.

187. Vieira, B.S. Phytase and protease supplementation for laying hens in peak egg production / B.S. Vieira, S.A.P.V. Barbosa, J.M.N. Tavares, I.G.C. Beloli, G.M. De Mello Silva, H.R.L. Neto, J.G.C. Júnior, G.S.S. Corrêa // *Semina: Ciências Agrárias*. – 2016. – V. 37. – P. 4285-4294.
188. Vieira, S.L. Phosphorus equivalency of a *Citrobacter braakii* phytase in broilers / S.L. Vieira, D.L. Anschau, N.C. Serafini, L. Kindlein, A.J. Cowieson, J.O.B. Sorbara // *J. Appl. Poultry Res.* – 2015. – V. 24. – P. 335-342.
189. Waldroup, P.W. Non phytate P requirement and P excretion of broilers chicks fed diets composed of normal or high available phosphate corn with and without microbial phytase / P.W. Waldroup, J.H. Kersey, E.A. Saleh, A. Fritts, F. Yan, H.L. Stillborn, R.C. Crum Jr., V. Raboy // *Poult. Sci.* – 2000. – V. 79. – P. 1451-1459.
190. Wei, S. Bacterial census of poultry intestinal microbiome / S. Wei, M. Morrison, Z. Yu // *Poult. Sci.* 2013:671–83.
191. Woyengo, T.A. Anti-nutritional effects of phytic acid in diets for pigs and poultry – current knowledge and directions for future research / T.A. Woyengo, C.M. Nyachoti // *Can. J. Anim. Sci.* – 2013. – V. 93. – P. 9-21.
192. Wyss, M. Biochemical characterization of fungal phytases (myo-inositol hexakisphosphate phosphohydrolases): catalytic properties / M. Wyss, R. Brugger, A. Kronenberger, R. Remy, R. Fimbel, G. Oesterhelt, M. Lehmann, A.P. Van Loon // *Appl. Environ. Microbiol.* – 1999. – V. 65. – P. 367-373.
193. Yi, Z. Evaluation of response criteria for assessing biological availability of P supplements in swine / Z. Yi, E.T. Kornegay // *Phytase in Animal Nutrition and Waste Management*. – Coelho M.B., Kornegay E.T., Eds. – Mount Olive (NJ, USA): BASF Corporation, 1996. - Pp. 137-144.
194. Yin, Q.Q. Biochemical characteristics of phytases from fungi and the transformed microorganism / Q.Q. Yin, Q.H. Zheng, X.T. Kang // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2007. – V. 132. – P. 341-350.

195. Zhang, Z.B. Predication of the effect of enzymes on chick performance when added to cereal-based diets: Use of a modified loglinear model / Z.B. Zhang, R.R. Marquardt, W. Guenter, J. Cheng, Z. Han // *Poult. Sci.* – 2000. – V. 79. – P. 1757-1766.
196. Zyla, K. Towards complete dephosphorylation and total conversion of phytates in poultry feeds / K. Zyla, M. Mika, B. Stodolak, A. Wikiera, J. Koreleski, S. Swiatkiewicz // *Poult. Sci.*.. – 2004. – V. 83. – P. 1175-1186.
197. Zyla, K. Effects of phytase B on laying performance, egg shell quality and on P and Ca balance in laying hens fed P-deficient maize-soybean meal diets / K. Zyla, M. Mika, S. Świątkiewicz, J. Koreleski, J. Piironen // *Czech J. Anim. Sci.* – 2011. – V. 56. – P. 406-413.

ПРИЛОЖЕНИЯ

УТВЕРЖДАЮ:

Директор

СГЦ «Загорское ЭПХ»

Д.В. Аншаков

« » 2020г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор

ФНЦ «ВНИТИП» РАН

Д.Н.Ефимов

« » 2020г.



АКТ

О результатах производственной проверки по теме:

«Фитаза отечественного производства в комбикормах для бройлеров»

Коммиссия в составе: директор СГЦ «Загорское ЭПХ» Аншаков Д.В., ветеринарный врач СГЦ «Загорское ЭПХ» Тищенко Д.И., главный экономист СГЦ «Загорское ЭПХ» Белов А.А., заместитель директора по научно-исследовательской работе ФНЦ «ВНИТИП» РАН, доктор сельскохозяйственных наук Егорова Т.А., главный специалист ФНЦ «ВНИТИП» РАН Сысоева И.Г. составили настоящий акт о том, что в 2020 г. в виварии СГЦ «Загорское ЭПХ» была проведена производственная проверка использования отечественной концентрированной фитазы Берзайм-Р в комбикормах для цыплят-бройлеров. Объектом исследования были взяты бройлеры кросса - «Кобб 500».

Для производственной проверки в суточном возрасте было сформировано 2 группы по 105 голов в каждой. Цыплята содержались в клеточных батареях Р-15. До пятидневного возраста цыплята всех групп получали одинаковый престартерный комбикорм.

Первая контрольная группа (базовый вариант) получала комбикорма с питательностью, соответствующей рекомендациям для кросса. Вторая группа (новый вариант) получала полнорационные комбикорма с уровнем

доступного фосфора 0,30% и добавлением препарата Берзайм-Р 12г/т. Схема производственной проверки приведена в таблице 1.

Таблица 1- Схема производственной проверки

Вариант	Особенности кормления
Базовый	Полнорационный комбикорм с уровнем доступного фосфора 0,40%
Новый	Полнорационный комбикорм с уровнем доступного фосфора 0,30% +12г/т препарата Берзайм-Р (600 ед. фитазы на 1 кг корма)

Результаты производственной проверки приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты производственной проверки

Показатель	Вариант	
	Базовый	Новый
1	2	3
Принято на выращивание, гол.	105	105
Поголовье на конец выращивания, гол.	105	105
Сохранность, %	100	100
Срок выращивания, дн.	36	36
Кормодни	3780	3780
Средняя живая масса суточных цыплят, г	41,7	42,0
Средняя живая масса 1 гол. на конец выращивания, г	2008,7	2050,3
Среднесуточный прирост, г	54,6	55,8
Валовая живая масса, кг	210,91	215,28
Валовый прирост живой массы, кг	206,54	210,87
Расход корма всего, кг	335,47	335,61

1	2	3
Потребление корма на 1 гол в сутки,г	88,7	88,7
Потребление корма на 1 гол за период выращивания, кг	3,19	3,20
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,62	1,59
Масса потрошеной тушки, кг	1,422	1,458
Убойный выход потрошеной тушки, %	70,8	71,1
Убойный выход потрошеной тушки, кг	149,3	153,1
Средняя стоимость 1 кг комбикорма, руб.	28,20	27,98
Стоимость 1 суточного цыпленка, руб.	41,42	41,42
Средняя цена реализации 1 кг мяса, руб.	116,51	116,51
Общие затраты (руб.), в.т.ч.:	15767,08	15862,11
стоимость суточных цыплят	4349,1	4349,1
стоимость кормов	9460,25	9390,37
прочие прямые затраты	1957,73	2122,64
Выручка от реализации мяса птицы, руб.	17394,94	17837,68
Прибыль, руб.	1627,86	1975,57
Рентабельность производства бройлеров, %	10,3	12,5
Себестоимость 1 кг мяса, руб.	105,61	103,61
Экономическая эффективность, руб.		306,2
Экономическая эффективность в расчете на 1000 голов, руб.		2916,19

Экономическую эффективность выращивания бройлеров рассчитывали по формуле: $(C_б - C_н) \times A_н = Э$, где:

Э- экономическая эффективность, руб.;

$C_б$ - себестоимость 1 кг мяса бройлеров в базовом варианте, руб.;

$C_н$ - себестоимость 1 кг мяса бройлеров в новом варианте, руб.;

$A_н$ - количество произведенной продукции в новом варианте, кг

$$Э=(105,61-103,61) \times 153,1=306,2 \text{ руб.}$$

Таким образом экономическая эффективность использования концентрированной фитазы в количестве 12 г на 1 тонну корма на фоне пониженного содержания фосфора на 0,1 % в комбикормах, составила с учетом производственных затрат на содержание бройлеров 306,2 рублей.

В пересчете на 1000 голов цыплят-бройлеров экономическая эффективность в новом варианте, по сравнению с базовым вариантом, составила 2916,19 (в ценах 2020 года).

Подпись членов комиссии:

От СГЦ «Загорское ЭПХ»:

Директор

Д.В. Аншаков

Ветеринарный врач

Д.И. Тищенко

Главный экономист

А.А. Белов

От ФНЦ «ВНИТИП» РАН:

Заместитель директора по научно-исследовательской работе, доктор сельскохозяйственных наук

Т.А. Егорова

Главный специалист

И.Г. Сысоева

УТВЕРЖДАЮ:

Директор

СГЦ «Загорское ЭПХ»

Д.В. Аншаков

« » 2020г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор

ФНЦ «ВНИТИП» РАН

Д.Н.Ефимов

« » 2020г.

АКТ

О результатах производственной проверки по теме:

«Фитаза отечественного производства в комбикормах для кур-несушек»

Коммиссия в составе: директор СГЦ «Загорское ЭПХ» Аншаков Д.В., ветеринарный врач СГЦ «Загорское ЭПХ» Тишенков Д.И., главный экономист СГЦ «Загорское ЭПХ» Белов А.А., заместитель директора по научно-исследовательской работе ФНЦ «ВНИТИП» РАН, доктор сельскохозяйственных наук Егорова Т.А., главный специалист ФНЦ «ВНИТИП» РАН Сысоева И.Г. составили настоящий акт о том, что в 2020 г. в СГЦ «Загорское ЭПХ» была проведена производственная проверка использования отечественной концентрированной фитазы Берзайм-Р в комбикормах для кур-несушек.

Было сформировано 2 группы кур-несушек промышленного стада кросса «СП 789» по 150 голов в каждой. Птицу содержали в переоборудованной клеточной батарее БКН при соблюдении всех технологических параметров.

Первая контрольная группа (базовый вариант) получала комбикорма с питательностью, соответствующей рекомендациям для кросса. Вторая группа (новый вариант) получала растительные комбикорма с пониженным уровнем доступного фосфора на 0,10% и добавлением концентрированной фитазы

Берзайм-Р в количестве 12г на 1тонну. Схема производственной проверки приведена в таблице 1.

Таблица 1- Схема производственной проверки

Вариант	Особенности кормления
Базовый	Полнораационный комбикорм с уровнем доступного фосфора 0,40%
Новый	Полнораационный комбикорм с уровнем доступного фосфора 0,30% +12г/т препарата Берзайм-Р (600 ед. фитазы на 1 кг корма)

Результаты производственной проверки приведены в таблице 2.

Таблица 2- Результаты производственной проверки

Показатель	Вариант	
	Базовый	Новый
1	2	3
Поголовье на начало, гол.	150	150
Поголовье на конец опыта, гол.	148	150
Среднее поголовье, гол.	149	150
Сохранность, %	98,7	100,0
Кормодни (180 дней)	26820	27000
Валовое производство яиц, шт.	22421	23677
Снесено яиц на среднюю несушку, шт.	150,5	157,8
Интенсивность яйценоскости, %	83,6	87,7
Затраты комбикорма, кг		
в.т. ч.: всего	3161,4	3220,1
на 10 яиц	1,41	1,36

1	2	3
Средняя масса яйца, г	61,9	61,2
Выход яичной массы всего, кг	1387,86	1449,03
Выход яичной массы на сред. несушку, кг	9,21	9,66
Средняя живая масса 1 гол. в конце продуктивного периода, кг	1,75	1,75
Выход мяса птицы в убойной массе, кг	173,2	175,5
Средняя цена реализации 10 яиц, руб.	56	56
Средняя цена реализации 1 кг мяса, руб.	80	80
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	19,38	19,15
Стоимость 1 гол ремонтного молодняка(150 дней) , руб.	200	200
Общие затраты, руб. в.т.ч.:	124258	124869
стоимость кормов всего	61268	61665
стоимость птицы (150 дней)	30000	30000
прочие затраты	32590	33204
Себестоимость 10 шт. товарных яиц, руб.	55,4	52,7
Выручка от реализации яиц, руб.	125557,6	1325912
Выручка от реализации мяса птицы, руб.	13856	14040
Выручка суммарная, руб.	139413,6	1146631,2
Прибыль, руб.	15155,6	21762,2
Рентабельность производства яиц, %	12,2	17,4
Экономическая эффективность, руб.:		
общая		6392,79
на 1 начальную несушку		42,62
на 1000 яиц		270

Экономический эффект для кур-несушек рассчитывается по формуле:

$$(C_6 - C_n) \times A_n = \mathcal{E}, \text{ где:}$$

\mathcal{E} - экономическая эффективность, руб.;

C_6 - себестоимость товарных яиц в базовом варианте;

C_n - себестоимость товарных яиц в новом варианте;

A_n - валовое производство яиц в новом варианте, шт.;

$$\mathcal{E} = (55,4 - 52,7) \times 2367,7 = 6392,79 \text{ руб.}$$

Расчет экономической эффективности использования концентрированной фитазы в количестве 12 г на 1 тонну корма на фоне пониженного содержания фосфора на 0,1% в комбикормах показал, что с учетом производственных затрат на содержание кур-несушек экономическая эффективность в новом варианте по сравнению с базовым вариантом составила 6392,79 рублей, или 270 рублей в расчете на 1000 яиц (в ценах 2020 года).

Подпись членов комиссии:

От СГЦ «Загорское ЭПХ»:

Директор

Д.В. Аншаков

Ветеринарный врач

Д.И. Тишенков

Главный экономист

А.А. Белов

От ФНЦ «ВНИТИП» РАН:

Заместитель директора
по научно-исследовательской работе,
доктор сельскохозяйственных наук

Т.А. Егорова

Главный специалист

И.Г. Сысоева