

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПТИЦЕВОДСТВА»  
(ФНЦ «ВНИТИП»)

На правах рукописи



ТИШЕНКОВА МАРИЯ СЕРГЕЕВНА

**ПОТРЕБНОСТЬ ПЕРЕПЕЛОВ В КАЛЬЦИИ И ФОСФОРЕ  
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КОМБИКОРМАХ ФИТАЗЫ**

Специальность: 4.2.4 – частная зоотехния, кормление, технологии приготовления  
кормов и производства продукции животноводства

**ДИССЕРТАЦИЯ**  
**на соискание ученой степени**  
**кандидата сельскохозяйственных наук**

**Научный руководитель:** доктор с.-х наук,  
Профессор РАН  
Егорова Татьяна Анатольевна

Сергиев Посад – 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3   |
| 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....                                                                                                                                                                                                                                                        | 9   |
| 1.1. Промышленное перепеловодство .....                                                                                                                                                                                                                                         | 9   |
| 1.2. Значение обмена фосфора и кальция для организма птицы.....                                                                                                                                                                                                                 | 13  |
| 1.3. Переваривание и всасывание кальция и фосфора у птицы и факторы,<br>влияющие на их эффективность .....                                                                                                                                                                      | 27  |
| 1.4. Источники кальция и фосфора в кормлении птицы .....                                                                                                                                                                                                                        | 33  |
| 1.5. Использование микробной фитазы в рационах растущих перепелов .....                                                                                                                                                                                                         | 39  |
| 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....                                                                                                                                                                                                                                          | 47  |
| 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ .....                                                                                                                                                                                                                                                | 64  |
| 3.1 Исследование 1. Продуктивность перепелов породы Радонежские,<br>выращенных на комбикормах из растительных компонентов с использованием<br>разных источников кальция и фосфора.....                                                                                          | 64  |
| 3.2. Исследование 2. Продуктивность перепелов породы Радонежские,<br>выращенных на комбикормах растительного типа с рациональным<br>соотношением кальция к фосфору .....                                                                                                        | 77  |
| 3.3. Исследование 3. Продуктивность перепелов породы Радонежские,<br>выращенных на комбикормах растительного типа с различным соотношением<br>кальция и фосфора при пониженном уровне фосфора и включении<br>концентрированного фитазного ферментного препарата Берзайм-Р ..... | 89  |
| 4. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА.....                                                                                                                                                                                                                                               | 106 |
| ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ .....                                                                                                                                                                                                                                                    | 108 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                                                                                                                                                                                                                                                | 115 |
| ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ .....                                                                                                                                                                                                                                                  | 118 |
| ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ .....                                                                                                                                                                                                                                    | 119 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....                                                                                                                                                                                                                                                         | 120 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ .....                                                                                                                                                                                                                                                                | 141 |

## ВВЕДЕНИЕ

Перепеловодство – это одно из самых перспективных направлений в птицеводстве, обеспечивающее население качественными, экологически безопасными и диетическими яйцами и мясом (*Голубов И.И., 2014, Кочиш И., Слесаренко Н. и др., 2015*). Несмотря на то, что «перепелиный рынок» в России и странах СНГ освоен лишь на 20,0%, наблюдается устойчивый рост спроса на перепелиные яйца и мясо (*Захарова А.А., Белокуренок Н.С., 2022*).

Сотрудники ФНЦ "ВНИТИП" и ООО "Генофонд" создали и запатентовали новую мясную породу перепелов – Радонежские, полученную путем сложного скрещивания пород Фараон и Техасская белая. Порода отличается скороспелостью, при этом сохраняя свои воспроизводительные качества (*Ройтер Я.С. и др., 2019*). Несмотря на то, что порода Радонежские является мясной, яйценоскость у перепелок наступает уже в 40 дней; при этом они обладают высокой мышечной массой. Это создает необходимость уделять особое внимание их минеральному питанию, в частности, контролировать уровень кальция и доступного фосфора в комбикормах для обеспечения здоровья и продуктивности поголовья.

Кальциевый метаболизм в организме сельскохозяйственной птицы происходит более активно, чем у млекопитающих (*Рак Д.В., 2020*). Потребность птицы в кальции не может быть полностью удовлетворена за счет зольных элементов, содержащихся в кормах. Поэтому в рационы вводятся добавки, такие как ракушка, известняк и мел, чтобы компенсировать недостаток кальция.

Проблема обеспечения птицы фосфором также является актуальной. Основными источниками усвояемого фосфора в комбикормах служат корма животного происхождения: рыбная, мясокостная и костная мука. Однако снижение их производства и высокая стоимость приводят к значительному уменьшению, а в некоторых случаях и к исключению таких компонентов из рецептов (*Егоров И.А., Андрианова Е.Н., Григорьева Е.Н., 2020*).

Для покрытия дефицита фосфора в рационах для птицы промышленность освоила выпуск кальциевых фосфатов, являющихся одновременно источниками

фосфора и кальция. В комбикорма для птицы вводят фосфаты кальция в виде моно-, ди- и трикальцийфосфатов, а также дефторированные фосфаты из фосфоритов и апатитового концентрата (Егоров И.А., и др., 2018; Герасимова В.М., Румянцева А.А., 2020).

Фосфор, содержащийся в кормах растительного происхождения, зачастую не удовлетворяет потребности птицы, так как 80,0% его находится в виде фитатов, из которых лишь в малом количестве элемент высвобождается в пищеварительном тракте. Доля фосфора из растительных кормов составляет 35-50,0% от общего поступления, в то время как из животных кормов – 0-15,0%, а кормовых фосфатов – 50,0%.

Кроме этого, усвоение фосфора из растительного сырья может быть увеличено за счет добавления фермента фитазы (Ленкова Т.Н., 2015, 2016; Selim S. et. al., 2022; Ibarra A.C., Vilchez-Perales C., Mendoza O.Z., 2023). В рамках государственной программы импортозамещения российскими учеными методом микробиологического синтеза была создана и зарегистрирована в 2020 году кормовая добавка – фитаза "Берзайм-Р", предназначенная для повышения доступности фитатного фосфора, содержащегося в растительных кормах.

Несмотря на наличие установленных норм и требований к минеральному составу полнорационного комбикорма для перепелов, следует отметить, что эти параметры могут подвергаться изменениям. Они зависят от различных факторов, включая: породу птицы, пол, возраст и цель производства конечного продукта (яйцо, мясо, инкубационное яйцо).

Действующие нормативы потребности перепелов в кальции и фосфоре разработаны и научно обоснованы для яичных перепелов и единственной мясной породы Фараон несколько лет назад, когда мясная продуктивность птицы была значительно ниже по сравнению с современными мясными породами.

Поэтому научное обоснование определения оптимального уровня содержания и соотношения кальция к фосфору в рационе новой мясной породы

перепелов Радонежские, а также изучение эффективности использования отечественной фитазы в комбикормах с пониженным уровнем фосфора для нее является актуальным.

**Цель и задачи исследований.** Целью настоящей работы являлось установление оптимального содержания и соотношения кальция к фосфору в рационах высокопродуктивной мясной породы перепелов Радонежские, а также изучение эффективности использования концентрированного фитазного ферментного препарата – Берзайм-Р в комбикормах растительного типа для них на фоне пониженного содержания доступного фосфора.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

1. Определить оптимальные источники кальция и рациональное соотношение кальция и фосфора в комбикормах растительного типа для перепелов породы Радонежские, содержащих разные кормовые фосфаты.
2. Установить рациональный уровень фосфора в комбикормах растительного типа с пониженным уровнем доступного фосфора для перепелов породы Радонежские при включении нового концентрированного фитазного ферментного препарата Берзайм-Р.
3. Оценить экономическую эффективность применения фитазы в комбикормах для мясных перепелов.

**Научная новизна исследований** заключается в том, что впервые оценена продуктивность перепелов новой отечественной породы Радонежские при использовании комбикормов растительного типа с различными источниками и уровнями кальция и фосфора при их разном соотношении. Определена возможность снижения уровня фосфора в комбикормах для мясных перепелов при вводе в их состав концентрированной фитазы – Берзайм-Р. Проведена оценка экономической эффективности использования новой отечественной фитазы при рациональном уровне кальция и фосфора в комбикормах для мясных перепелов.

Новизна полученных данных подтверждена патентом № 2023103219 «Способ повышения качества костяка молодняка перепелов».

**Теоретическая и практическая значимость работы.** В результате проведенных исследований был определен оптимальный уровень кальция в комбикормах новой мясной породы перепелов Радонежские. Рекомендованы производству рациональные уровни содержания фосфора с применением концентрированной фитазы в комбикормах для перепелов, дефицитных по содержанию общего и доступного фосфора.

Научная разработка по теме диссертации отмечена золотой медалью за разработку «Способ повышения качества костяка молодняка перепелов» на XXVII Московском Международном салоне изобретений и инновационных технологий «Архимед», 2024 г.

**Методология и методы исследований.** Для достижения поставленных задач были проведены три опыта и производственная проверка на перепелах мясного направления высокопродуктивной породы Радонежские, с суточного до 42-суточного возраста. В процессе научно-практических экспериментов применялись общепринятые, актуальные методы, включая зоотехнические, биохимические, экономические и статистические подходы. Все исследования были осуществлены в соответствии с принятой методологией, касающейся вопросов питания, обмена веществ и здоровья птицы в сельском хозяйстве. Экспериментальная работа осуществлялась с применением передового зарубежного и отечественного оборудования, а также комплекса ГОСТИрованных биохимических, зоотехнических и экономических анализов, проводимых с использованием аттестованных приборов. Обработка цифрового материала, полученного в экспериментах, проведена методом вариационной статистики по Н.А. Плехинскому (*Руководство по биометрии для зоотехников, 1969*), на персональном компьютере с использованием программного обеспечения Microsoft Excel. Достоверные разности обозначали: \* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$ , \*\*\* –  $p < 0,001$ .

Положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Продуктивность перепелов при использовании комбикормов растительного типа с различными источниками кальция и рациональным соотношением кальция и фосфора, содержащими разные кормовые фосфаты.
2. Физиолого-биохимическое обоснование использования новой отечественной фитазы Берзайм-Р в комбикормах из растительных компонентов для перепелов с пониженным уровнем фосфора.
3. Экономическая эффективность использования новой отечественной фитазы при рациональном уровне фосфора в комбикормах для мясных перепелов.

**Степень достоверности и апробации результатов.** В ходе исследований полученные данные были проанализированы с использованием методов вариационной статистики. Для оценки значимости полученных результатов был установлен критерий достоверности. Основные положения диссертационной работы были доложены и обсуждены на: Международной научно-практической конференции «Вклад аграрных ученых в реализацию десятилетия науки и технологий в Российской Федерации», 2023 г.; Международной научно-практической конференции молодых ученых «Преемственность в науке – основа устойчивого развития аграрной науки и производства», Казахстан, 2023 г.; научно-практической конференции для молодых ученых «Молодежная наука в современной ветеринарии, зоотехнии и биотехнологии: традиции, инновации и приоритеты», 2023 г.; Международной научно-практической конференции «Достижения и перспективы развития птицеводства», 2024 г.; XXI Международной конференции «Мировое и Российское птицеводство: динамика и перспективы развития – научные разработки по генетике и селекции сельскохозяйственной птицы, кормлению, инновационным технологиям производства и переработки яиц и мяса, ветеринарии, экономики отрасли», 2024 г.

**Личный вклад** соискателя состоит в непосредственном участии в получении исходных данных в научных экспериментах, их производственной проверке, обработке и интерпретации экспериментальных данных и подготовке публикаций по выполненной работе.

**Публикации результатов исследований.** По результатам исследований опубликовано 7 работ, которые отражают основное содержание диссертации, в том числе 2 в рецензируемом журнале «Птицеводство», рекомендованном Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации. Получен патент на изобретение РФ.

**Объем и структура диссертации.** Диссертационная работа изложена на 146 страницах компьютерного текста, содержит 51 таблицу, 6 рисунков и состоит из следующих разделов: введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов исследований, обсуждения результатов, заключения, предложения производству, списка литературы, и приложения. Список литературы включает 186 источника, из них 120 на иностранном языке.

# 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1. Промышленное перепеловодство

Птицеводческая промышленность в настоящее время является лучшей высокоинтегрированной отраслью в животноводческом секторе, и достаточно конкурентоспособной на продуктивном уровне. Говорить о птицеводстве означает сразу думать о бройлере или курице-несушке, но мы не должны забывать, что существует производство и других видов сельскохозяйственных птиц, которые разводятся с очень разными целями: индейки, гуси, утки, страусы, фазаны, куропатки и перепела.

В современном птицеводстве всё большую привлекательность для потребителя приобретают виды птиц, имеющие мясо высокой питательности, с диетическими свойствами. Одной из отраслей птицеводства, производящую деликатесную продукцию, является перепеловодство. В последние годы это направление птицеводства стало интенсивно развиваться в нашей стране. Наряду с давно существующими перепеловодческими хозяйствами, создаются новые перепелиные фермы, по объемам производства, приближающиеся к масштабам птицефабрик.

Перепеловодство – это отрасль птицеводства, целью которой является разводить, улучшать и расширять производство перепелов, чтобы использовать получаемую от них продукцию (яйцо, мясо) (*Ройтер Я.С. и др., 2017, Голубов, И.И., 2012*). Этот вид птицы в эксплуатации за последние годы произвел большой скачок, особенно в производстве яиц, показывая широкие перспективы коммерциализации и индустриализации, в особенности таких пород, как Японские перепела, которые обладают хорошими зоотехническими показателями (скороспелость и высокая яйценоскость). Из мясных пород особой популярностью пользуются такие породы как Фараон, Техасская белая и недавно выведенная в России порода Радонежские.

Для разведения перепелов не требуется значительных площадей, так как основным способом их содержания является клеточное, с успехом применяемое в личном хозяйстве. Устойчивость перепелов к инфекционным заболеваниям

позволяет содержать их, не прибегая к вакцинации, а это исключает накопление в организме и яйцах медикаментозных веществ (*Chicaiza Morales B.R., 2024*).

В последнее десятилетие производство перепелов достигает высокой степени технологичности, эти птицы – превосходные несушки, хотя необходимо отметить, что их генетический потенциал зависит от рациона кормления, возраста птицы, наследственности, условий содержания, состояния окружающей среды, санитарного состояния и др. (*Варигина Е.С., 2009; Голубов И.И., 2014*). Во многих странах мира растет интерес к продуктам перепеловодства. По утверждению специалистов, «перепелиный рынок» России и стран СНГ освоен не более чем на 20%, однако сейчас замечен увеличивающийся спрос населения на перепелиные яйца и мясо (*Коваленко Б.В., 2005; Murata L.S. et al., 2009*).

Потребительский спрос на крупные тушки перепелов способствовал работе селекционеров по созданию новых тяжелых мясных пород перепелов (*Афанасьев Г.Д., Попова Л.А., Шеху С.С., 2015*). Так, порода Фараон, также известная как Калифорнийская, была выведена в 60-х годах прошлого века. На тот момент это была единственная мясная порода перепелов, выведенная на частной ферме Маршала А. в Калифорнии (*Chunies M., Parks D., Lesson S., 1992*). По цвету оперения они не отличаются от диких перепелов, но заметно превосходят их по живой массе. Вес взрослых самок достигает 200,0-310,0 г, а самцов – 180,0-260,0 г.

При описании мясной породы перепелов Фараон Тикк В.А. с соавторами описали следующие характеризующие ее показатели: окраска оперения – такая же, как и у Японских перепелов, живая масса в среднем составляет 235,0 г с колебаниями от 160,0 до 310,0 г для самок и от 160,0 до 265,0 г для самцов. Самки начинают яйцекладку в возрасте 42-50 суток и за год сносят до 220 шт. яиц массой 12,0-18,0 г (*Тикк Х., 2004*). Гужва В.И., Руденко В.И. в Одесском СХИ изучали рост, развитие, продуктивность и воспроизводительные качества перепелов пород Фараон (на поголовье 3100 голов) и Японские серые (3400 голов). Перепелов взвешивали в суточном, 35-, 42- и 49-суточном возрасте. Живая масса перепелов породы Фараон в этих возрастах составила соответственно: 6,0; 103,0; 112,0; 130,8 г, а Японских серых – 5,5; 89,8; 104,6 и 111,3 г. Яйценоскость Японских серых

перепелов достигала 207,6 шт. яиц, тогда как у перепелов породы Фараон – 180,4 шт. яиц. Средняя масса яиц у перепелов породы Фараон составляла 11,6 г, а у Японских серых – 9,35 г. Выводимость перепелят была выше у Японских серых и составляла 72,1%, у перепелов породы Фараон – 71,9% (Гужва В.И., Руденко В.И., 1982).

По данным Малика В., в Чехословакии в условиях крупного производства разводят перепелов породы Фараон: живая масса самцов составляет 200,0 г, самок – 250,0 г, яйценоскость – 150-180 шт. яиц, средняя масса яиц – 16,0 г. Содержат также Японских перепелов, которые относятся к яично-мясным перепелам: масса самцов – 105,0-115,0 г, самок – 130,0-145,0 г, яйценоскость – 200-300 шт. яиц массой 10,0-12,0 г. Также в Чехословакии выращивают Американских бройлерных перепелов: масса самцов на пике продуктивности составляет 150,0 г, самок – 180,0 г (Малик В., 1986).

На сегодняшний день разведение перепелов ведется в промышленных масштабах, ученые по всему миру продолжают совершенствовать известные технологии выращивания, выводить новые породы и изучать особенности этой птицы (Егоров И.А., 2009; Pipicano D.I., 2015).

В 2019 году в России зарегистрирована новая мясная порода перепелов – Радонежские, выведена в Московской области, в ООО «Генофонд». Эта отечественная порода выведена путем сложного воспроизводительного скрещивания пород Фараон и Техасская белая с последующей длительной селекцией, направленной на повышение продуктивных и воспроизводительных качеств. Эта порода перепелов – мясного типа, однородна по окраске оперения, экстерьеру. Созданная птица довольно скороспелая, интенсивное наращивание живой массы завершается в возрасте 5-6 недель, яйцекладка наступает в 7-8 недель. За год от выведенной породы перепелов можно получить до 5 поколений птицы. Они превосходят птицу пород Техасская белая и Фараон по скорости прироста живой массы к убою соответственно на 17,0 и 25,1%, по конверсии корма – на 12,0 и 26,1%. За период селекции яйценоскость увеличилась на 8,0%, живая масса перепелов в возрасте 6 недель – на 29,2%, перепелок – на 24,2%, при этом

сохранность молодняка повысилась на 1,9%, взрослой птицы – на 2,4% (Ройтер Я.С. и др., 2019). Сравнительная характеристика разных пород мясных перепелов представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Признаки мясных пород перепелов.

| Показатель                        | Порода |                 |             |
|-----------------------------------|--------|-----------------|-------------|
|                                   | Фараон | Техасская белая | Радонежские |
| 1                                 | 2      | 3               | 4           |
| Яйценоскость за год, шт.          | 214,5  | 208,6           | 215,3       |
| Масса яйца, г                     | 13,5   | 13,9            | 14,0        |
| Оплодотворенность яиц, %          | 88,0   | 83,0            | 86,0        |
| Вывод молодняка, %                | 68,0   | 62,5            | 65,5        |
| Живая масса в 6 недель, г         | 295    | 300             | 340         |
| Расход корма на 1 кг прироста, кг | 3,6    | 3,25            | 2,95        |
| Сохранность до 6 недель, %        | 95,0   | 93,0            | 96,0        |
| Сохранность взрослых перепелов, % | 93,5   | 92,0            | 95,0        |

При составлении рациона для перепелов необходимо учитывать три основные фазы в их развитии. Первая фаза характеризуется интенсивным обменом веществ, ростом и развитием перепелов и длится от 0 до 4 недель. Во вторую фазу, которая длится от 4 до 6 недель, заканчивается рост птицы и наступает физиологическая и половая зрелость. Начиная с 7 недель наступает третья фаза, характеризующаяся интенсивной яйцекладкой. Данные по нормам кормления мясных перепелов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Норма потребления корма на 1 голову в сутки для мясных перепелов.

| Возраст, недель | Норма корма на 1 голову в сутки, г |
|-----------------|------------------------------------|
| 1               | 2                                  |
| 0-1             | 6-8                                |
| 1-2             | 9-17                               |
| 2-3             | 18-28                              |
| 3-4             | 29-31                              |
| 4-5             | 32-41                              |
| 5 и далее       | 42-46                              |

источник: (Ройтер Я.С. и др., 2019).

## 1.2. Значение обмена фосфора и кальция для организма птицы

Организм животного устроен таким образом, что без органических продуктов он способен продержаться до сорока дней, без воды – примерно десять дней, само собой, в зависимости от вида, возраста и многого другого. Сколько сможет прожить животное в условиях полного минерального голодания, точно не известно, но, судя по той роли, которую играют неорганические вещества в организме, вряд ли долго (*Borges de Queiroz L.S. et al., 2012*).

Постоянно протекающий обмен веществ и энергии и есть основное отличие живого от неживого. Однако пища является не только источником столь необходимой организму энергии, но и содержит в себе массу неэнергетических веществ, без которых жизнь просто немыслима. Речь идет о минеральных составляющих, обеспечивающих построение новых клеток, поддержание жизнедеятельности, синтез и активность ферментов и гормонов, передачу нервных импульсов и многое другое (*Costa G.L. et al., 2021*).

Значение минеральных веществ в кормлении сельскохозяйственной птицы, их количественный и качественный состав, а также баланс между отдельными веществами играет огромнейшую роль. Именно поэтому птица ежедневно должна получать с кормом такие важные и нужные макроэлементы как:

- фосфор;
- кальций;
- калий;
- натрий;
- магний;
- хлор;
- сера.

Недостаток данных элементов у молодняка приводит к нарушению роста и формирования, что ставит под сомнение саму возможность развития молодого организма. Несоблюдение норм содержания макроэлементов в рационе взрослых животных приводит к снижению продуктивности, нарушению обмена веществ, падению резистентности организма, развитию различных заболеваний (*Silva A.M., 2024*).

При разработке норм минерального питания обычно используют совокупность показателей, одни из которых являются основными, а другие – дополнительными (*Nelson F.E., Lauberand J.K., Mirosh L., 1964; North M.O., Bell D.D., 1993*).

При нормировании в рационах птицы микро- и макроэлементов рекомендуется придерживаться следующих правил:

1) дозировку микро- и макроэлементов выражать в мг (мкг) в 1 кг комбикорма естественной влажности или в 1 кг воздушно-сухого вещества комбикорма;

2) расчет потребности вести в элементарном исчислении; при рекомендации конкретного соединения давать его полную химическую формулу и/или указывать степень гидратации;

3) наряду с пределами колебаний уровня элементов, желательно указывать максимальную дозу элемента, которую птица переносит без осложнений, и минимальную, оказывающую токсический эффект (*Голубев М., 2010; Кощаева О.С., Кощев И.А., Литвинов Ю.Н., 2017*).

Питательные вещества, поступая в организм птицы, участвуют в сложных физиологических реакциях, происходящих в клетках, органах и тканях. Важная роль в обмене веществ отводится кальцию и фосфору. Эти макроэлементы относятся к незаменимым, хотя не обладают питательной ценностью и не являются источником энергии. Главная функция кальция и фосфора – их связь с белками и участие в образовании костной ткани, что особенно важно в период интенсивного роста молодняка (*Ramos I.C. et al., 2024; Лисунова Л.И., Токарев В., 2009; Хенниг А., 1976*).

Недостаток в рационах современных высокопродуктивных кроссов птицы минеральных компонентов, в особенности кальция и фосфора, приводит к нарушению роста птицы, ухудшению и извращению аппетита, искривлению позвоночника, рёбер и трубчатых костей, проявляется шаткость в походке, хромота; как следствие, происходит снижение продуктивности и повышение затрат кормов на получаемую продукцию (*Буряков Н.П., 2018. Nascimento M., 2019*).

Особенно большие убытки приносит птицеводству частичная минеральная недостаточность, когда явные симптомы заболевания отсутствуют, но наблюдаются снижение продуктивности птицы, плохое использование корма, слабая резистентность к различным заболеваниям. Чтобы свести данные проблемы к минимуму, необходимо подбирать источники кальция и фосфора, обладающих высоким уровнем доступности для конкретного вида птицы (*Wasserman R.H., Taylor A.N., 1973; Околелова Т.М., Кулаков А.В., 2000; Фисинин В.И., Егоров И.А., 2015*).

Кроме костной ткани, кальций содержится практически во всех клетках в виде растворенных солей, однако вне костной ткани содержание его в организме невелико – порядка 1,0%. Помимо обеспечения прочности скелета, кальций принимает участие в обменных процессах, входя в состав ферментов, обеспечивает передачу импульсов в мышечной ткани, влияет на свертываемость крови (*Medeiros C., 2023*).

В организме сельскохозяйственной птицы кальциевый метаболизм происходит значительно более интенсивно по сравнению с млекопитающими животными. Потребность животных в кальции не обеспечивается за счет зольных элементов, содержащихся в кормах (*Бессарабов Б.Ф., Алексеев С.А. и др., 2008*). Поэтому в практических условиях дефицит кальция в основных рационах компенсируют включением добавок (ракушки, известняка, мела и др.) с высоким содержанием хорошо усвояемого кальция (*Pavlović M. et al., 2023; Pérez Pazmiño V.P., 2023*). Помимо вида и уровня продуктивности, потребность птицы в кальции зависит от калорийности рациона, температуры окружающей среды, породных особенностей. Одна из особенностей перепелов – температура их тела, она на 2,0°C выше, чем у других видов сельскохозяйственной птицы. По мнению некоторых авторов, именно, в связи с этим перепела невосприимчивы ко многим болезням. Высокая температура тела перепелов также связана с интенсивным обменом веществ (*Neiva D.C. et al., 2024.; Гагарина Т.А., 1974*). При высоком уровне энергии потребность яичной птицы в кальции на 10-11,0% выше, чем при среднем уровне. Высокая внешняя температура, резкие ее колебания и повышенная влажность

отрицательно сказывается на минеральном обмене в организме и требует более высокого уровня кальция в рационе (*Coronado Ibarra A.R., 2022; Коровин Р.Н., 1989*).

Известно, что на всасывание кальция влияют многие факторы: витамин D, концентрация водородных ионов в кишечнике, отдельные углеводы, жиры, белки, а также содержание в рационе солей калия, фосфора, натрия и магния (*Choqqe Ccalloquispe E., 2024; Rodríguez Sinche B.A., 2022; Снегов А., 2012*). Независимо от формы кальциевых соединений в рационе, большая его часть, потреблённая с кормом, превращается в хлористый кальций под действием соляной кислоты желудка. Хлористый кальций диссоциирует на ионы кальция и хлора. Ионы кальция поступают в тонкий кишечник, вступают в реакцию со специфическими кальцийсвязывающими белками и против градиента концентрации всасываются в кровяное русло. Процесс такого переноса кальция контролируется метаболитами витамина D (*Buendia M. et al., 2017; Chávez González M.A., 2019; Chipao Machaca F.R., 2014.; Koreleskiy S., 2004*).

Недостаток или избыток кальция в рационе птицы проявляется характерными клиническими признаками и определенными биохимическими сдвигами. Дефицит в рационе кальция, а также фосфора или витамина D вызывает у молодняка рахит (*Buxade C., 1987; Costa et al., 2007*). Характерными признаками болезни являются нарушение роста, ухудшение и извращение аппетита, искривление позвоночника, рёбер и трубчатых костей, шаткость походки, хромота. В крови обнаруживаются гипокальцемия и уменьшение кислотной ёмкости. Недостаток кальция в рационе взрослой птицы вызывает остеомалацию (демнерализация костей без возмещения потерь) или остеопороз (пористость костей, вызванная одновременно резорбцией минерального и органического компонентов). Болезнь развивается постепенно, сопровождается снижением продуктивности, потребления и переваримости корма, расстройствами пищеварения. У перепелов яичного направления продуктивности ухудшается качество скорлупы, а также инкубационные качества яиц (*Metwally M.M., El-Sagheer M., Metwally M.A., 2023; Rodríguez C.A.G. et al., 2022*).

Порядка 80,0% фосфора, присутствующего в теле птицы, сконцентрировано в скелетной части в виде фосфатов кальция. Фосфор является неизменным участником практически всех обменных процессов в организме. В частности, он входит в аденозинтрифосфорную кислоту (АТФ), которая является главным источником и передаточным звеном энергии в организме; ускоряет процесс поглощения и расщепления глюкозы; является участником процесса обмена жиров, способствуя образованию в организме холина; является важным стимулятором и катализатором усвоения полезных веществ из корма (*de Amorim Oliveira A. et al., 2025*).

Основными источниками усвояемого фосфора в комбикормах птицы являются корма животного происхождения: рыбная, мясокостная и костная мука (*Fleeming R. et al., 1998; Garcia J., Murakami A.E., Martins E.N., Furlan A.C., 2000; Keshavarz K., 1994*). Для удовлетворения потребности птицы в фосфоре рацион должен содержать не менее 8,0% животных кормов (*Keshavarz K., 2000; Keshavarz K., Nakajima S., 1993*). Снижение производства кормов животного происхождения и их высокая стоимость приводят к уменьшению, а иногда и к полному исключению таких компонентов из рецептов комбикормов. Количества фосфора, содержащегося в кормах растительного происхождения, недостаточно для удовлетворения потребностей птицы, т.к. около 80,0% этого количества составляют фитаты (антипитательное вещество, снижающее доступность содержащихся в рационе питательных веществ, особенно минеральных). Связанный в фитате фосфор лишь в небольшом количестве высвобождается в пищеварительном тракте птицы. В связи с этим в комбикормах для птицы доля фосфора из растительных кормов составляет 35-50,0% от общего поступления фосфора, из животных кормов – от 0 до 15,0%, из кормовых фосфатов – 50,0% (*Church D.C., 1979; Escalante V., 2017*).

Для покрытия дефицита фосфора в рационах для животных промышленность освоила выпуск разнообразных фосфорных добавок: натриевых, аммонийных и кальциевых. Для птицеводства наибольший практический интерес представляют кальциевые фосфаты, являющиеся одновременно источником и фосфора, и

кальция (*Da Cunha R.G.T. et al., 2024; Enting H., Abbott B., 2018*). В комбикорма для птицы вводят фосфаты кальция в виде моно-, ди-, и трикальцийфосфатов, а также обесфторенные фосфаты из фосфоритов и апатитового концентрата. Применяемые в птицеводстве источники фосфора по уровню его доступности располагаются в следующем порядке: монокальцийфосфат (МКФ), рыбная мука, костная мука – 100 - 96,0%; мясокостная мука и кормовые дрожжи, трикальцийфосфат (ТКФ) – 90,0-86,0%; жмыхи, шроты, травяная мука – 50,0%; зерновые корма – 30,0% (*Егоров И.А., Андрианова Е.Н., Григорьева Е.Н., 2020; Lazaro R., Serrano P., Capdevila J., 2005*).

В птицеводстве эффективное использование фосфора имеет решающее значение с экологической и экономической точек зрения (*Potchanakorn M., Potier L.M., 1987*). У кур-несушек особое внимание уделялось кальцию из-за высокой потребности в нем на образование яичной скорлупы. Однако, даже если потребность в фосфоре для яичной скорлупы невелика, доступный фосфор должен быть скорректирован с осторожностью, чтобы оптимизировать продуктивность и целостность скелета (*Mariano L.S.D., 2022; Quintana J.A., 2011*). В организме фосфор и кальций тесно связаны в костях, где они депонируются вместе в виде гидроксиапатита. Кальций, в основном, поступает с кормом, но во время активной фазы образования яичной скорлупы, в норме приходящейся на темное время суток, потребление корма и, следовательно, кальция сводится к нулю (*Júnior C.R.S. et al., 2022*), поэтому организм яйценоской птицы нуждается в мобильном депо кальция, чтобы скомпенсировать асинхронность его потребления и отложения в скорлупу. Медуллярная кость, представляющая собой особую эндостальную ткань (тонкий соединительнотканый слой, выстилающий костную ткань трубчатых костей изнутри с формированием костномозгового канала), характерную для кур-несушек, действует как лабильный резервуар кальция и рассасывается в ответ на высокую потребность в нем во время формирования яичной скорлупы. Этот процесс приводит к одновременному высвобождению фосфора, который выводится с мочой (*de Souza Sanches D., de Moraes Garcia E.R., Kiefer C., 2022; Rao S.K. et al.,*

1995). В периоды, когда яичная скорлупа не образуется, метаболизм способствует восстановлению костных запасов.

Доступность минеральных веществ для образования яиц зависит от кинетики их всасывания в ЖКТ (*Aguilon L.D. et al., 2024*). Насколько нам известно, кинетика переваривания фосфора и кальция у перепелов не была тщательно изучена. Общая кинетика данных минералов у птиц связана с солубилизацией, которая происходит, в основном, в кислой среде желудка; с гидролизом фитата, запасавшей формы фосфора у растений; со скоростью прохождения корма по желудочно-кишечному тракту (ЖКТ), а также со скоростью поглощения корма (*Roque F.A., 2022*). Все эти процессы сильно зависят от состава рациона. Для повышения доступности фосфора и кальция в рационе необходимо понять механизмы метаболизации этих минералов в ЖКТ перепелов в зависимости от состава рациона (*Fagundes B.T., 2023; Максименко А.Е. и др., 2019*).

Кроме того, питательные вещества могут взаимодействовать друг с другом и влиять на их доступность для животного и птицы. В частности, кальций может образовывать комплекс *de novo* с фитиновой кислотой при определенных условиях, в частности, при  $pH \geq 5,0$  (*Selle P.H. et al., 2023*). Эти комплексы кальций-фитат могут снижать эффективность фитазы по высвобождению фосфора из фитиновой кислоты.

Доступность минералов для птицы зависит также и от гранулометрии (т.е. размера частиц) компонентов корма. У кур-несушек крупные частицы известняка ( $\geq 0,8$  мм) используются в сочетании с мелким известняком. Крупные частицы накапливаются в желудке и постепенно высвобождают растворимый кальций в кишечник. Данный процесс интенсивнее происходит в ночное время, ввиду высокой потребности в кальции на образование яичной скорлупы (*Roland D., Farmer M., 1986; Lima H.J.D., Morais M.V.M., Pereira I.D.B., 2023*). Согласно недавним результатам, крупные частицы усиливают действие фитазы по сравнению с мелкими частицами, улучшая перевариваемость фосфора до слепой кишки. Кальций из крупных частиц менее восприимчив к образованию комплексов *de novo* с фитиновой кислотой, ухудшающих гидролиз фитата. В связи

с этим, желудок играет важную роль в усвоении фосфора и кальция, поскольку он представляет собой основной центр активности микробной фитазы. Всасывание кальция и фосфора происходит в двенадцатиперстной и тощей кишке. Способность кишечника усваивать минералы зависит от времени прохождения и абсорбционной способности в каждом сегменте кишечника, а также от доступности минералов. Кислотный уровень pH перевариваемого корма быстро восстанавливается в начале дня за счет секретов желчного пузыря и поджелудочной железы. В условиях повышенного pH кальций может выпадать в осадок вместе с фосфатом или фитиновой кислотой, ингибируя его всасывание (*Pourmollaei F. et al., 2025*).

Ухудшение фосфорно-кальциевого обмена с возрастом является еще одной проблемой, которая сегодня приобретает все большее значение, поскольку в производстве имеется тенденция к удлинению сроков продуктивного использования птицы, что представляет большой экономический интерес для отрасли, но, как следствие – серьезную физиологическую проблему для организма птицы (*Fu Y. et al., 2024; Shagñay S. et al., 2022*). Адаптация поступления кальция и фосфора к динамике их использования птицей позволила бы снизить их мобилизацию из депо костной ткани и, следовательно, предотвратить возрастные нарушения, а также ограничить выброс фосфора в окружающую среду.

Многие исследователи считают, что лучшие результаты при выращивании перепелов можно получить при содержании в рационе кальция и фосфора в пределах 2,0-3,0% кальция и 0,8% общего фосфора (все опыты проводились в основном на Японских перепелах и Техасской белой породе) (*Aggrey S.E., 1993; Alfoteih Y. et al., 2007; Arias A., 2016; Gargurevich R., Johnny A., 2018*). Несмотря на наличие таблиц и прописанных норм, требования к минеральному составу полнорационного комбикорма для перепелов мясного, мясо-яичного или яичного направления продуктивности могут быть изменены в зависимости от породы птицы, пола, возраста и цели производства получить конечный продукт (яйцо, мясо, инкубационное яйцо) (*Costa et al., 2007; Chavez González M.A., 2019*).

### 1.2.1. Специфический аппетит к кальцию

Незадолго до начала яйцекладки молодки увеличивают количество потребляемого кальция для создания его мобильных запасов (депо), в частности, в медуллярной кости. Это приводит к формированию специфического аппетита к кальцию. У кур этот аппетит позволяет увеличить потребление кальция с пищей в конце светового периода, чтобы обеспечить высокую потребность в нем во время кальцификации скорлупы в ночное время. В дни яйцекладки птица увеличивает потребление корма на 10,0-20,0%, при условии, что кальций продолжает поступать с кормом. Это увеличение количества потребляемого корма фактически является проявлением специфического аппетита к кальцию, поскольку, если кальций скормливается отдельно от корма, птица увеличивает потребление кальция без увеличения потребления корма (Khalil R.R.K., Montesqrit A., 2024). Также наблюдается значительное увеличение потребления кальция в начале фазы кальцификации скорлупы, что указывает на связь между образованием скорлупы и формированием специфического аппетита (рис.1).

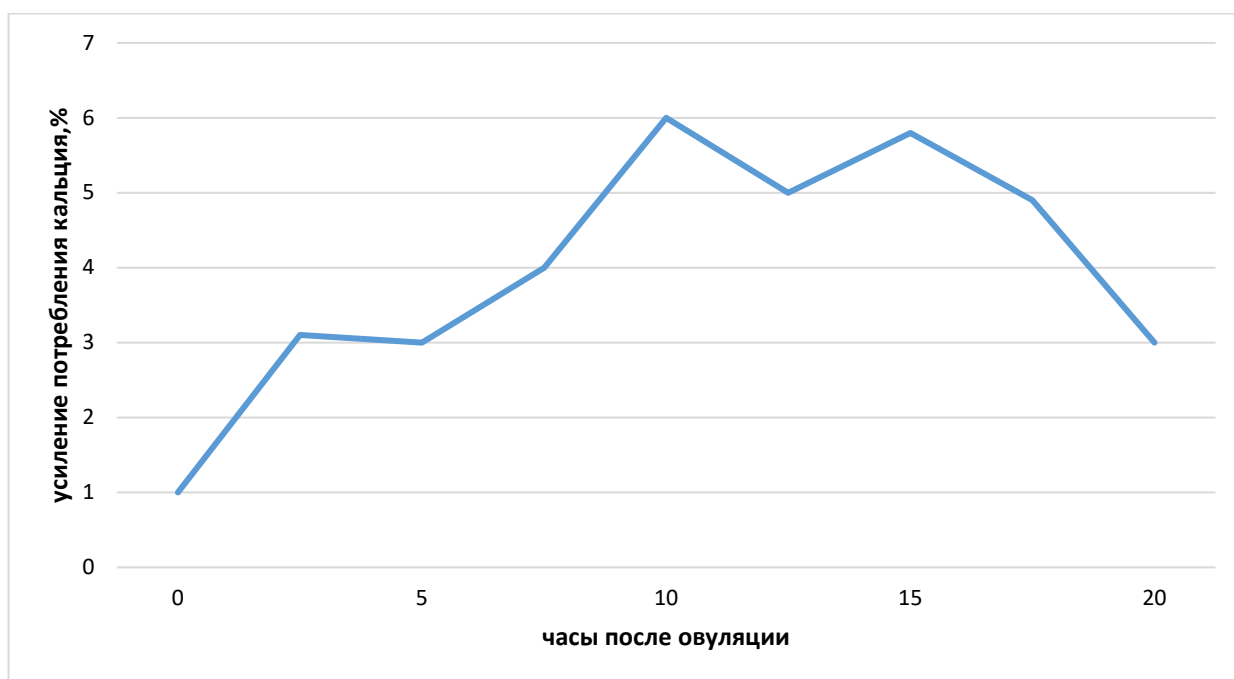


Рисунок 1 – Специфический аппетит к кальцию у кур при непрерывном освещении (Adom E., Bir C., Lambert L.H., 2023)

Регуляция этого аппетита четко не установлена, но, тем не менее, доказано, что он реагирует на различные раздражители. Во-первых, специфический аппетит

к кальцию частично регулируется физиологическими потребностями, поскольку инфузия кальция или гормона парашитовидной железы (ПТГ) у птицы снижает выраженность этого аппетита (*Richter C.P., Eckert JF., 1932*). Кроме того, *Tordoff* (2001) указывает, что этот аппетит обратно пропорционален уровню кальция в крови. Аппетит к кальцию частично контролируется овуляторным циклом, поскольку пик потребления не наблюдается у птиц, у которых не происходит овуляции (*Tordoff M.G., 2001*).

### ***1.2.2. Потребности птицы в кальции и фосфоре***

Питание животных заключается в обеспечении достаточного количества питательных веществ для удовлетворения потребностей. Таким образом, оценка потребностей является фундаментальной задачей при составлении рациона (*Pincay Monserrate N.E., 2023*).

В настоящее время оценка потребностей основана на эмпирических подходах, при которых потребность оценивается с точки зрения интересующего параметра. Так, оценка потребности птицы в кальции основана на количестве данного минерала, необходимого для производства одного яйца (несушки), или для крепкого костяка (мясная птица). Известно, что избыток кальция в рационе не приводит к экологическим или экономическим проблемам, тем не менее, потребление кальция следует рассматривать в соотношении с фосфором (*Манукян В.А., Шарпило С.И., Ермаков А.А., 2015*), так как увеличение потребления кальция может сопровождаться увеличением потребления фосфора. Всё вышеизложенное указывает на то, что оценка потребностей перепелов в кальции и фосфоре должна проводиться совместно.

У сельскохозяйственной птицы потребность в фосфоре, в основном, оценивается на основании производственных показателей, однако потребность в фосфоре может быть оценена в соответствии с другими критериями, такими как:

- 1) себестоимость кормовых фосфатов: хотя цены на них высокие и нестабильные, недостаточное потребление фосфора быстро приводит к снижению продуктивных качеств птицы.

2) окружающая среда: избыток фосфора выводится из организма птицы с пометом и может в определенных производственных условиях создавать экологические проблемы.

3) благополучие животных: дефицит фосфора может проявляться в снижении минерализации костей и, следовательно, повышается риск переломов (*Белехов Г.П., 1965; Бессарабов Б.Ф., и др., 2014*).

Действительно, потребность птицы в кальции и фосфоре требует многокритериального подхода для решения различных проблем, с которыми сталкивается отрасль (скорлупа, кости, окружающая среда, благополучие животных). Тем не менее, в настоящее время потребность в фосфоре для перепелов четко не определена, и результаты, опубликованные в литературе, неоднозначны. Эта вариабельность результатов может быть объяснена двумя факторами: во-первых, различиями в составе источников фосфора, иногда заменяемых друг на друга в рационах без учета этих различий; во-вторых, для оценки потребности в фосфоре могут использоваться различные критерии: производственные характеристики, качество скорлупы или минерализация костей.

При сравнении минерального обмена у молодняка индеек и у цыплят-бройлеров был сделан вывод, что потребление нефитатного фосфора (nPP – часть фосфора рациона, выражаемая разницей между общим и фитатным фосфором) для молодняка индеек в размере 0,22% на протяжении всего периода жизни (с уровнем кальция в рационе от 3,5 до 4,0%) является достаточным для поддержания продуктивности и минерализации костяка (*Барсегян А.Г., Кожевников С.В., 2016*).

В опыте на Японских перепелах возрастом от 7 до 14 суток было установлено, что наименьшая живая масса наблюдалась у перепелов, получавших рацион с низким уровнем доступного фосфора (0,16%) и высокими уровнями кальция (0,8 и 1,0%). Это указывает на то, что широкое соотношение кальция и фосфора (5,0:1 и 6,25:1 соответственно) отрицательно сказывается на нормальном росте японских перепелов (*Kamberi M.A. et al., 2007*).

В исследованиях на молодняке перепелов показано, что перепела способны использовать полностью растительный рацион с низким содержанием кальция и

фосфора при условии, что он сбалансирован по витаминам и другим минеральным элементам; установлено также, что уровень кальция и фосфора в рационе и соотношение кальция к фосфору оказали значительное влияние на оперение растущих перепелов: по мере увеличения содержания кальция и фосфора в рационе оперение птиц уменьшалось. Большая разница в соотношении кальция к фосфору также вызвало аналогичную реакцию оперения (*Miller B.F., 1967*). Сообщалось также, что различные соотношения кальция и фосфора не оказали существенного влияния на потребление корма перепелами, но оказали достоверное ( $p < 0,05$ ) влияние на увеличение массы птицы в возрасте 2-3 недели (*Sheikhlar A. et al., 2009*).

Что касается изучения потребностей перепелов в кальции и фосфоре отечественными учеными, то Ибатуллин И.И. в своих исследованиях на молодняке перепелов пришел к выводу, что использование комбикормов с разным содержанием и соотношением кальция и фосфора на протяжении выращивания позволило установить тенденции в изменении потребностей молодняка перепелов в этих макроэлементах. В первые 3 недели выращивания содержание кальция не должно превышать 1,0% и находиться в пределах 0,8-1,0% общего и 0,43-0,45% доступного кальция; фосфора – в пределах 0,8% общего и 0,33-0,37% доступного. Начиная с 21-суточного возраста общий кальций следует нормировать в пределах 1,0-1,2%, доступный – 0,38-0,42%, фосфор – соответственно 0,6-0,8 и 0,30-0,35%. Оптимальные уровни общего кальция и фосфора в комбикорме в пределах исследованного диапазона составляют соответственно 1,0 и 0,6%, уровни доступного – 0,38 и 0,30% (соотношение 1,26:1) (*Ибатуллин И.И., Отченашко В.В., 2016*).

При кормлении перепелов необходимо учитывать их пищевое поведение, или природный инстинкт, заключающийся в раскапывании корма, из-за чего увеличивается его потеря. В литературе имеются данные относительно разброса корма птицей, и авторы рекомендуют заполнять кормушки на 2/3 её глубины, или использовать специальные кормушки с загнутыми вовнутрь бортиками. В продуктивный период не допускается ограничение перепелов в корме. Молодняк

кормят рассыпными комбикормами, взрослую птицу можно кормить гранулами диаметром 1,6-2,4 мм, длиной – 1,5-3,0 мм (Георгиевский В.И., 1966).

Продолжая поиск информации в зарубежных источниках, можно выделить несколько авторов, которые занимались изучением минерального обмена у сельскохозяйственной птицы, и использовать эти данные для анализа полученных нами результатов. Sunde и Bird (1956), работавшие с птенцами фазанов, сообщили, что кормление их рационом, содержащим 0,66% общего фосфора (по данным химического анализа), приводило к высокой смертности. У птенцов фазана после 2 недель такого рациона наблюдалось отчетливое сгибание предплюсны около скакательного сустава и на проксимальном конце большеберцовой кости. Содержание золы в костях при этом было снижено с нормальных 52,0 до 38,0%. Добавление 0,3-0,8% фосфора из дикальцийфосфата приводило к нормальному росту и нормальной кальцификации костей (Sunde M.L, Bird H.R., 1956).

Сообщалось, что молодняк цыплят может нормально расти до 26-суточного возраста, получая растительный белковый рацион, содержащий 0,48% общего фосфора и 0,23% доступного фосфора. Данные балансового опыта показали, что цыплята опытных групп использовали приблизительно 60,0% потребленного с кормом фосфора. Процент костной золы, концентрация кальция и фосфора и соотношение кальция и фосфора в большеберцовых костях отражали нормальное костеобразование (Temperton H., Cassidy J., 1964a). Сходные результаты были получены этими же авторами при выращивании цыплят до 8-недельного возраста. Такие показатели, как потребление корма, масса птицы в 8-недельном возрасте, количество золы в большеберцовых костях (в 4-недельном возрасте) были лучше у цыплят, получавших дополнительный неорганический фосфор (Temperton E.L., Cassidy J., 1964c).

Другие исследования этих же авторов проводились на индюшатах. Изучая кальций и фосфор в рационе, они пришли к выводу, что индюшата, питавшиеся исключительно пюреобразным рационом, не содержащим кормов животного происхождения и добавок фосфора, приобрели тяжелый рахит, характеризующийся искривлением костей ног и выпуклостью ребер. Больные

птицы выздоравливали и клинические симптомы исчезали в результате добавления фосфата до достижения 0,9% уровня фосфора в рационе (*Temperton H., Cassidy J., 1964b*).

Было изучено влияние уровня кальция в рационе на морфометрические показатели различных отделов кишечника перепелов. Опыт проводился в течение 12 недель на 24 головах Японских перепелов 37-недельного возраста, которые содержались в клетках. Каждая группа получала полнорационный комбикорм, содержащий различные уровни кальция: 2,0; 2,5; 3,0 и 3,5%. Птиц взвешивали, забивали, из двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишок отбирали образцы тканей размером 1 см<sup>2</sup> и подвергали гистологическому анализу. Полученные срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Для морфометрического анализа были отобраны 30 ворсинок и 30 крипт каждого сегмента тонкой кишки, для определения высоты и площади ворсинок, а также глубины крипт. Результаты показали, что, хотя структурная целостность кишечника сохранялась у всех птиц, получавших разные уровни кальция, но уровень кальция 3,0% оказался наиболее многообещающим. Уровни 2,0% и 2,5% не вызывали никаких изменений в кишечном тракте. Кроме того, уровень кальция 3,5% привел к значительному уменьшению высоты ворсинок и, как следствие, снижению пищеварительной и абсорбционной способности (*Aptekmann K.P. et al., 2001*).

Ribeiro C.L.N. и др. показали, что уровень доступного фосфора 3,0 г/кг в рационе Японских перепелов увеличивает выход товарных яиц, а высокие уровни кальция и фосфора в рационе улучшают качество яиц в конечной фазе яйценоскости. Авторы рекомендовали добавлять в комбикорм для Японских перепелов в конечной фазе яйценоскости 998 мг кальция и 78 мг протеина на 1 голову в день (*Ribeiro C.L.N. et al., 2016*).

Рацион, содержащий 3,8% кальция, улучшал конверсию корма и качество скорлупы яиц Японских перепелов в последней трети производственного цикла (возраст от 45 до 57 недель), что соответствует ежедневному потреблению 982 мг кальция на 1 голову (*Costa C.H.R. et al., 2010*).

Исследования на перепелах и бройлерах с различными уровнями кальция и фосфора в рационах особой разницы между группами обоих видов птицы в возрасте до 3 недель не выявили. Но в возрасте от 3 до 6 недель потребление корма и рост птицы были ниже контроля на 17,0 и 37,0% соответственно при использовании рациона с низким содержанием фосфора (2,9 г/кг). Всего в опыте использовались рационы с содержанием фосфора от 2,9 до 7,7 г/кг (*Rodehutschord M., Dieckmann A., 2005*).

В другом исследовании наблюдалась тенденция к снижению прироста массы птицы при повышении уровня кальция в рационе. Тем не менее, ни кальций, ни фосфор, ни их соотношение не достигли статистической значимости ( $p < 0,05$ ) по влиянию на массу птицы. Что касается потребления корма, то взаимодействие кальция и фосфора было значительным ( $p < 0,05$ ). Потребление корма при низком уровне фосфора (0,10%) снижалось с увеличением уровня кальция, тогда как при более высоком уровне фосфора (0,30%) наблюдалась противоположная тенденция (*Alfoteih Y. et al., 2007*).

Сообщалось, что в работах, выполненных на перепелах в возрасте от 8 до 35 суток, где рационы были дополнены разными источниками кальция (карбонат кальция, мука из раковины мидий, мука раковины моллюсков, устричная мука), конверсия корма составила 2,96; 2,88; 2,91; и 2,86 соответственно этим источникам (*Pavlović M. et al., 2023*).

### **1.3. Переваривание и всасывание кальция и фосфора у птицы и факторы, влияющие на их эффективность**

В кормах кальций и фосфор присутствуют, в основном, в виде нерастворимых солей. Перед всасыванием в тонком кишечнике они должны быть солубилизованы, т.е. переведены в растворимое состояние (в виде истинного или коллоидного раствора), в котором они могут всасываться через кишечные стенки. Процесс солубилизации, в основном, зависит от pH в отделах ЖКТ, по которым проходит корм.

### 1.3.1. Переваривание и всасывание кальция и фосфора

ЖКТ птицы состоит из зоба, желудка, тонкого кишечника, слепых отростков кишечника и толстого кишечника. Кислотная среда зоба и желудка способствует растворению (солюбилизации) кальция и фосфора, а их всасывание происходит, преимущественно, в проксимальных сегментах тонкого кишечника, т.е. в двенадцатиперстной и тощей кишках.

**Зоб.** Зоб представляет собой дивертикул стенки пищевода и играет роль хранилища пищи. После проявления у птицы специфического аппетита к кальцию зоб заполняется кормом до выключения света и затем постепенно опустошается в течение ночи (рис. 2).

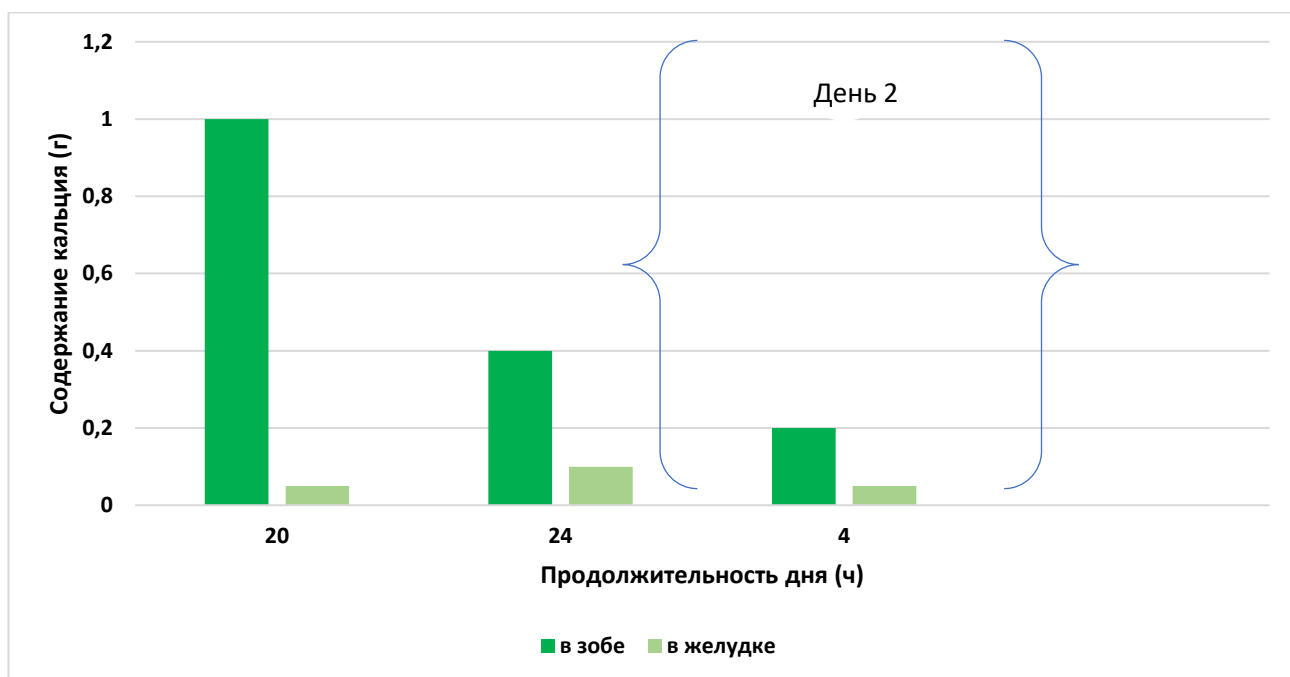


Рисунок 2 – Изменение содержания кальция в зобе (темно-зеленые столбцы) и желудке (светло-зеленые столбцы) в течение ночи

После позднего кормления зоб содержит 1,0 г кальция ранним вечером и только 0,1 г утром. Использование кальция из зоба происходит, в основном, в ранние ночные часы. Среднее время удержания корма в зобе составляет около 50 минут (*Кишняйкина Е.А., Белова С.Н., 2015*). Долгое время зоб считали простым органом хранения пищи, но в настоящее время доказано, что он также является местом бактериальной ферментации корма. Эта ферментация, осуществляемая лактобактериями, вызывает изменение рН в течение дня в пределах от 4,8 до 6,0

(Андреанова Е.Н. и др., 2016). Таким образом, вечером, когда содержание жира в зобе достигает максимума, уровень рН находится на самом низком уровне. Тем не менее, поскольку суточные колебания рН в зобе невелики, то рН в нем часто считается постоянным.

**Желудок.** Желудок птиц разделен на две камеры: желудочек, обеспечивающий железистые (секреторные) функции, и собственно желудок, обеспечивающий мышечные функции. Желудочек обеспечивает секрецию желудочного сока, создавая кислую среду, необходимую для растворения питательных веществ в желудке. Кислотные выделения из желудочков у птицы в десять раз больше, чем у человека. Желудочек не выполняет функции хранилища, пища быстро перемещается через него из зоба в желудок (McDonald P., 1988; Георгиевский В.И., 1990).

Желудок, используя свою мощную мышечную стенку, измельчает пищу, заменяя, тем самым, функцию челюсти у млекопитающих. Двигательная активность желудка также позволяет пище смешиваться с желудочным соком. Время удержания корма в желудке составляет около 70 минут, но на него очень сильно влияет размер частиц пищи. Из-за постоянного выделения из желудочка кислоты рН содержимого желудка составляет менее 3,0. Изменение скорости секреции  $H^+$  вызывает у кур изменения рН желудочного сока в пределах от 1,5 до 3,0 в течение дня (Syafaat F.Y., Yusuf Y., 2018). Желудочная секреция увеличивается в конце дня и в течение ночи.

**Тонкий кишечник.** Тонкий кишечник представляет собой единственный путь проникновения в организм кальция и фосфора и может быть разделен на три части или сегмента (не считая слепых отростков): двенадцатиперстная, тощая и подвздошная кишки. Двенадцатиперстная кишка (сегмент тонкого кишечника от выхода из желудка до конца петли двенадцатиперстной кишки) тесно связана с поджелудочной железой. Этот сегмент кормовой ком проходит очень быстро, время задержки составляет около 7 минут (de Souza D.S. et al., 2016). Кислотный уровень рН химуса, выходящего из желудка, здесь частично нейтрализуется желчными секретами и находится на уровне около 6,0. В этот сегмент тонкого

кишечника выводятся соки поджелудочной железы, богатые пищеварительными ферментами, а также выделения из желчных путей. Эти выделения, попадающие в просвет кишечника, являются основными источниками эндогенных потерь фосфора и кальция. Эти эндогенные потери будут зависеть не от состава рациона, а от уровня потребления сухого вещества. Другая часть эндогенных потерь приходится на отток кальция и фосфора с мочой. Эта часть потерь связана с метаболизмом, и потому зависит от состава рациона: избыток кальция или фосфора в рационе приводит к увеличению их экскреции с мочой. У домашней птицы, поскольку моча и фекалии выводятся вместе, эндогенные выделения из кишечника труднее отличить от эндогенных выделений с мочой, если не брать пробы в терминальной части подвздошной кишки (*Carrillo D.A.P. et al., 2023*).

Тощая кишка соответствует сегменту, начинающемуся в конце петли двенадцатиперстной кишки и заканчивающемуся у дивертикула Меккеля. Дивертикул Меккеля является остатком желточного протока, соединяющего желточный мешок с просветом тощей кишки во время эмбриогенеза (*Ribeiro C.L.N. et al., 2016*). Кормовая масса проходит через этот отрезок кишки, длиной около 60 см, очень медленно, время удержания составляет около 80 минут. В отличие от млекопитающих, у которых существует явная гистологическая разница между тощей кишкой и подвздошной кишкой, у домашней птицы этой разницы нет. Тем не менее, высота ворсинок кишечника уменьшается по мере приближения к клоаке, что указывает на более низкую способность дистального отдела кишечника поглощать питательные вещества.

**Всасывание кальция и фосфора в кишечнике.** После растворения кальций и фосфор могут всасываться в проксимальной части тонкого кишечника (двенадцатиперстной и тощей кишках). Действительно, эти сегменты обладают сильной способностью поглощать минералы. Двенадцатиперстная кишка более эффективна при всасывании кальция: 3,7% в минуту по сравнению с 0,6% в минуту для тощей кишки у несушек. Однако, из-за упоминавшихся выше различий по времени нахождения корма в этих сегментах, в тощей кишке всасывается 45,7% потребленного с кормом кальция, тогда как в двенадцатиперстной – всего 25,1%

(Mariz C.B.L. et al., 2017). Показано также, что двенадцатиперстная кишка более эффективно поглощает фосфор, чем кальций (Wasserman R.H., Taylor A.N., 1973).

Транспорт минералов из просвета кишечника в плазму через стенку кишечника обеспечивается за счет взаимодействия двух путей: трансклеточного транспорта, активного и насыщаемого, и параклеточной диффузии, пассивной и не насыщаемой (Aguilar-Sanchez Y. et al., 2017). Для кальция вовлечение любого из путей зависит от разницы в концентрации ионов кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) между просветом кишечника и плазмой крови, причем значительная разница в концентрации благоприятствует параклеточному пути. Хотя количественное определение трудно выполнить, предполагается, что параклеточный путь является основным путем поглощения кальция (Федорова Н.П., 1961).

### ***1.3.2. Факторы, влияющие на всасывание и усвоение организмом птицы фосфора и кальция из рациона***

Существуют различные факторы, которые влияют на использование фосфора и кальция в организме: уровни кальция и фосфора в рационе и их соотношение (Ca:P), количество в рационе витамина D, в частности, витамина D<sub>3</sub>, наличие в рационе фитатов растительного происхождения, возраст и физиологическое состояние птицы и др. (Андреанова Е. и др., 2019).

**Витамин D** помогает формированию белка-транспортера кальция в пищеварительном тракте, который помогает сохранить кальций в растворенном виде, чтобы он мог пройти через стену кишечника и достичь клеток; в дополнение к улучшению кишечной абсорбции кальция. Кроме того, он улучшает поглощение фосфора в кишечнике и способствует реабсорбции фосфора в почках и костях (Игнатова Г.В., Елизаров И.В., 2006). Витамин D<sub>3</sub>, наряду с гормонами паращитовидных желез, участвует в регуляции фосфорно-кальциевого обмена в организме птицы, а также в росте и минерализации костной ткани. Он также активизирует всасывание кальция и фосфора из кишечника.

В 1976 г. обнаружили, что у перепелов на рационе, содержащем уровень витамина D 1500 ME, яйценоскость составила 64,0%, а при использовании рациона с отсутствием витамина D яйценоскость снижается до 22,0%; также отсутствие

витамина D в комбикорме привело к уменьшению веса птицы, массы яйца и толщины скорлупы (*Robson W.A. et al., 1976*).

**Половая зрелость.** В то время как незрелый молодняк усваивает в среднем 23,0% потребленного с кормом кальция, продуктивная несушка усваивает в среднем 65,0%, так как минерализация скорлупы вызывает повышенную абсорбцию кальция во всех сегментах кишечника с максимальной реакцией в проксимальном отделе тощей кишки. Этот механизм развивается на ранних стадиях яйцекладки и характеризуется повышенной проницаемостью кишечного эпителия для ионов кальция (*Мерзлякова О.Г. и др., 2016*).

**Уровни кальция и фосфора в рационе.** Уровень кальция в рационе влияет на солюбилизацию кальция в желудке (*Vivar L., Minchala C., 2016*). Кроме того, он также влияет на усвоение данного минерала: несмотря на то, что при дефиците кальция в рационе скорость его всасывания увеличивается, количество чистого поглощенного организмом кальция (в граммах) все равно уменьшается. Из-за сильного взаимодействия между кальцием и фосфором дисбаланс в потреблении этих минералов может привести к снижению их усвояемости; снижение содержания фосфора в рационе вызывает повышение усвояемости кальция (*Villanueva R., 2017*). Поэтому при определении нормы фосфора в рационе необходимо учитывать как количественное содержание кальция и фосфора, так и их соотношение, независимо от источника фосфора (*Vandepopuliere J.M., Ammermon C.B., Harms R.H., 1961*).

Оптимизация уровня кальция в кормах также позволяет оптимизировать эффективность микробной фитазы (*Vaz D.P., 2018*). Это связано с тем, что у бройлеров высокие уровни кальция, как правило, повышают pH желудка и способствуют осаждению кальция и фосфора, в основном, в форме нерастворимых фосфатов и комплексов кальция с фитиновой кислотой. Кроме того, рацион с низким содержанием фосфора и высоким содержанием кальция усиливает дефицит фосфора. Известно также, что кальций ограничивает активность микробной фитазы, и следовательно, может усугубить недостаток фосфора и повлиять на минерализацию костей.

**Перистальтика в ЖКТ.** У птиц периодически наблюдается обратный отток содержимого двенадцатиперстной кишки в желудок (*Um J.S., Paik I.K., 1999*). Этот рефлюкс улучшает переваривание питательных веществ и компенсирует быстрое прохождение пищи через двенадцатиперстную кишку. Моторика кишечника очень сильно зависит от моторики желудка. У несушки в период яичной продуктивности желудочная активность поддерживается на высоком уровне в течение ночи, и ретроградных сокращений кишечника происходит очень мало: на 70,0% меньше по сравнению с незрелым молодняком. Частота сокращений желудка увеличивается в начале приема пищи и уменьшается в конце приема пищи, при этом уменьшение сокращений желудка отражает состояние сытости (*Soares J.H., 1990*).

#### 1.4. Источники кальция и фосфора в кормлении птицы

Как было показано выше, минеральные вещества основных кормов, особенно растительных, птица усваивает хуже других сельскохозяйственных животных, а потребность в них существенно выше, чем у млекопитающих. Поэтому проблема обеспечения сельскохозяйственной птицы фосфором (особенно молодняком) и кальцием (особенно взрослой яйценоской птицы) стоит довольно остро, и ее практически невозможно решить без использования в рационах специальных минеральных добавок.

В табл. 3 представлен химический состав различных источников кальция и фосфора, которые в настоящее время наиболее широко используются в кормлении птицы (*Егоров И.А. и др. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы. 2018*).

Таблица 3 – Химический состав различных источников кальция и фосфора

| Источник                  | Содержание, %    |                           |                                 |                 |
|---------------------------|------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------|
|                           | Кальций,<br>(Ca) | Фосфор общий,<br>(Р общ.) | Фосфор усваиваемый,<br>(Р усв.) | Натрий,<br>(Na) |
| Монокальцийфосфат         | 18               | 23                        | 19,55                           | -               |
| Дикальцийфосфат           | 25               | 20                        | 15,6                            | -               |
| Фосфат<br>дефторированный | 30               | 18                        | 12,6                            | 5               |
| Известняк                 | 36               | -                         | -                               | -               |
| Ракушка                   | 33               | -                         | -                               | -               |
| Мел                       | 33               | -                         | -                               | -               |

### ***1.4.1. Источники фосфора***

Долгое время дефицит доступного фосфора в рационах птицы традиционно восполняли за счет использования животных кормов, таких как рыбная или мясокостная мука, богатых этим элементом в органической форме (*Buxade C., 1987; McDonald P., Greenhalgh J.F.D., Edwards R.A., 1988*). Рыбная мука является также прекрасным источником протеина для птицы, однако в последнее время объемы ее производства и, зачастую, ее качество значительно снизились (*Пономаренко Ю.А., Фисинин В.И., Егоров И.А., 2020*). Мясокостная мука, производимая на территории Российской Федерации, обычно содержит порядка 12,0% фосфора и 37,0% кальция, но она обладает нежелательными характеристиками с точки зрения технологии кормления (мелкий порошок) (*Blas D.C., Mateos G.G., 1989*).

В связи с этим в качестве фосфорных добавок в рационы птицы все шире вводят различные неорганические кормовые фосфаты. Неорганические фосфаты, присутствующие в почве, относительно непригодны для человека и животных, за исключением фосфатов, прошедших жесткую предварительную термообработку, что сильно завышает себестоимость их производства (*Scott M.L., Nesheim M.C., Young R.J., 1982*). Нативный фосфат горных пород и суперфосфат могут быть вредными из-за высокого содержания фтора, и их необходимо дефторировать, чтобы они могли быть использованы для птицы (*Зламанюк Л.М., 2017*). Нет полностью доступных источников фосфора, поэтому хороший фосфат должен содержать, как минимум, 90,0% доступного фосфора. Неорганический фосфор доступен более чем на 90,0%; так, сообщалось, что, для различных образцов коммерческого дикальцийфосфата среднее значение доступности фосфора составляет 93,5% (*Lima F. et al., 1995*).

Сообщалось, что дефторированный фосфат характеризуется более высоким содержанием общего (17,2%) и доступного (17,0%) фосфора по сравнению с трикальцийфосфатом (14,0 и 12,04% соответственно) (*Саломатин В.В. и др., 2021*). Кроме того, дефторированный фосфат, обогащенный микроэлементами, имеет более низкое содержание фтора (не более 0,15%) по сравнению с остальными

минеральными источниками фосфора, применяемыми в птицеводстве (Подобед Л.И., 2015). Опыты с дефторированным фосфатом проводились Егоровым И.А., Андриановой Е.Н. и др. Ученые пришли к выводу, что дефторированный фосфат, обогащенный микроэлементами, содержит на 22,8% больше общего и на 41,66% больше доступного фосфора по сравнению с трикальцийфосфатом, что позволяет уменьшать норму его ввода, а, следовательно, и загрязнение окружающей среды без отрицательного влияния на продуктивность птицы (Егоров И.А. и др. *Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы.* – 2018).

Современное промышленное птицеводство немислимо без использования кормовых фосфатов. При выборе кормовых фосфатов для птицеводства необходимо обратить внимание на соответствие предлагаемого продукта действующим стандартам (ГОСТ 23999-80, стандарты ЕС). Характеристики кормовых фосфатов и требования к ним представлены в табл. 4 и 5.

Таблица 4 – Химический состав и другие характеристики кормовых фосфатов

| Показатель                                                                                        | МКФ<br>ФосАгро | ДФФ<br>Еврохим | ТКФ<br>Казфосфат |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------------|
| Содержание фосфора в пересчете на чистый Р, не менее, %                                           | 22,2           | 19,0           | 11,3             |
| Уровень фосфора, растворимого в 0,4%-ном растворе соляной кислоты в пересчете на Р, не менее, %   | 22,2           | 18,0           | 11,3             |
| Уровень фосфора, растворимого в 2,0 %-ном растворе лимонной кислоты в пересчете на Р, не менее, % | 22,2           | 15,0           | 2,8              |
| Содержание Са, не менее, %                                                                        | 16,0           | 31,0           | 30               |
| Содержание Na, не менее, %                                                                        | -              | 5,0            | 30               |
| Воды, не более, %                                                                                 | 4              | 1              | 1                |
| Фтора, не более                                                                                   | 0,2            | 0,2            | 0,2              |
| Мышьяка, не более                                                                                 | 0,005          | 0,0002         | 0,001            |
| Свинца, не более                                                                                  | 0,002          | 0,0015         | 0,002            |
| Доступного Р по версии «Корм Оптима», %                                                           | 20,0<br>(90%)  | 13,3<br>(70%)  | 5,7<br>(50%)     |
| Доступного Р по версии ВНИТИП, %                                                                  | 18,9<br>(85%)  | 13,3<br>(70%)  | 8,9<br>(79%)     |
| pH                                                                                                | 3              | 8-9            | 8-9              |

Таблица 5 – Основные требования действующих стандартов на кормовые фосфаты

| Показатель                                                                        | По ГОСТ 23999-80           |                                          |                           |                   |                   | Стандарт<br>ЕС на<br>монокальций-<br>фосфат<br>(МКФ) |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------------------------|
|                                                                                   | Монокальцийфосфат<br>(МКФ) | Дикальцийфосфат<br>(ДКФ)<br>(преципитат) | Трикальцийфосфат<br>(ТКФ) |                   |                   |                                                      |
|                                                                                   |                            |                                          | Высший<br>сорт            | 1-й сорт          |                   |                                                      |
| Массовая доля фосфора, растворимого в 0,4%-ном растворе соляной кислоты, %        |                            |                                          |                           |                   |                   |                                                      |
| В пересчете на<br>Р <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                                   | 55-56                      | 50-51                                    | 46-47                     | 41-42             | 28-29             | -                                                    |
| В пересчете на<br>Р, не менее                                                     | 24                         | 22                                       | 20                        | 18                | 12                | 22,7                                                 |
| 2.Массовая доля<br>кальция, %                                                     | не<br>более<br>18          | не<br>более<br>18                        | не менее<br>24            | не<br>менее<br>34 | не<br>менее<br>30 | не менее<br>16                                       |
| 3. Показатель<br>активности<br>водородных<br>ионов, не менее,<br>ед. рН           | 3                          | 3                                        | Не нормируется            |                   |                   | 3,3                                                  |
| 4.Массовая доля<br>воды, не более,<br>%                                           | 4                          | 4                                        | 4                         | 1                 | 1                 | 4                                                    |
| 5.Массовая доля<br>фтора, не более,<br>%                                          | 0,2                        | 0,2                                      | 0,1                       | 0,2               | 0,2               | 0,2                                                  |
| 6.Массовая доля<br>мышьяка, не<br>более, %                                        | 0,005                      | 0,005                                    | 0,005                     | 0,0002            | 0,001             | 0,01                                                 |
| 7.Массовая доля<br>свинца, не<br>более, %                                         | 0,002                      | 0,002                                    | 0,002                     | 0,002             | 0,002             | 0,0015                                               |
| 8.Массовая доля<br>ртути, не более,<br>%                                          | Не нормируется             |                                          |                           |                   |                   | 0,1                                                  |
| 9.Массовая доля<br>золы,<br>нерастворимой<br>в соляной<br>кислоте, не<br>более, % | 10                         | 10                                       | 10                        | 10                | 25                | 1                                                    |
| 10.Диоксины,<br>не более, нг                                                      | Не нормируется             |                                          |                           |                   |                   | 1,0                                                  |

#### **1.4.2. Источники кальция**

Основными источниками кальция для животных являются корма растительного происхождения (преимущественно бобовые), для птиц же, в связи с более высокой напряженностью кальциевого обмена, чаще используют более концентрированные специальные добавки: мел, ракушку, известняк и т.п. (*da Silva Mendonça D. et al., 2022*).

**Карбонат кальция ( $\text{CaO}_3$ ).** В пищевых продуктах более 90,0% кальция содержится в виде карбоната ( $\text{CaCO}_3$ ). Поскольку карбонат образуется в результате добычи полезных ископаемых, его химический состав, физические характеристики и размер могут варьироваться от источника к источнику. Характеристика карбоната кальция необходима при составлении рациона для прогнозирования его усвоения животными. Исторически сложилось так, что карбонат кальция характеризовался своей растворимостью *in vitro* в соответствии с методом, предложенным Чжаном и Куном. Образец карбоната кальция помещают в среду, имитирующую pH желудочного сока (200 мл 0,2Н HCl, pH = 3), на 15-30 минут. Данный метод имитирует физиологические условия в желудке, как основном месте солюбилизации кальция в животном организме (*Mello H.H.C. et al., 2012*).

Escalante (2017) утверждает, что карбонат кальция имеет минеральное происхождение, является наиболее экономичным, безопасным, естественным источником кальция и обладает лучшей доступностью кальция (его более высокой абсорбцией, на уровне 64,0%) для животных (*Escalante J., 2017*). Содержание кальция в нем составляет около 38,0% в зависимости от исходного сырья. Карбонат кальция представлен в форме муки, а также в зернистой форме с размерами частиц от 2,0 до 4,0 мм (*Souza F.L. et al., 2019*). Карбонат кальция используется в качестве единственного источника кальция при максимальных уровнях ввода 3,0% для всех видов птиц, за исключением кур в фазе яйценоскости, для которых максимум его содержания в рационе может достигать до 9,0%.

**Ракушечник.** Это минерал, состоящий в основном из карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) сформированный природой в результате накопления раковин морских моллюсков в больших количествах. Данный минерал – важный источник кальция,

причем количество кальция в нем зависит от термической обработки, которая должна быть обязательно выполнена (*Chavez González M.A., 2019*). Ракушечник является альтернативным источником кальция для птицы, учитывая, что кальций из него так же доступен, как и из известняка, но менее растворим в кислой среде желудка и, как следствие, более доступен для пищеварительной системы в ночные часы, т.е. в период, когда птица не ест (*Rostagno H.S., Albino L.F., Donzele J.L. et al., 2011*). Также отмечают, что ракушечник улучшает качество скорлупы, особенно у старых птиц.

**Ракушечная мука** получается при размоле ракушечных створок и содержит до 30,0% кальция. Мука из цельных створок содержит много песка. Такая мука может производиться из створок раковин мидий, а также из ракушек мелких моллюсков.

**Мел кормовой** используют в виде белого аморфного порошка или комков. Он не растворяется в воде, содержит в себе около 2,0% воды, 40,0% кальция, 0,17% фосфора, кремния не более 1,0%, калия – 0,5%, натрия – 0,3%.

**Известняки.** В кормлении птицы используются известняки разных типов и месторождений. Так, одна из разновидностей известняков, травертины, содержат до 40,0% кальция и 3,0 - 4,0% фосфора, а также отличаются высоким содержанием марганца, меди, цинка, железа. Оолитовый известняк также является источником кальция хорошего качества. Пизолит, также разновидность известняка, характеризуется такой же доступностью кальция, как и оолитовый известняк, при этом из-за более крупного размера частиц кальций из него высвобождается медленнее.

Горная осадочная порода мергель состоит из смеси известняка или доломита с глиной и песком, содержит от 20,0 до 80,0% карбоната кальция. Известковый туф состоит, в основном, из чистого карбоната кальция и почти не требует помола. В нем содержится около 3,0 – 7,0% магния. Его используют в молотом виде при недостатке в рационе магния.

**Местные кальциевые подкормки.** Древесная зола является местной комплексной подкормкой, главным образом, кальциевой. Лучшая зола выходит

при сжигании древесины лиственных пород. Помимо кальция, в ее состав входят калий, натрий, магний, фосфор, а также многие микроэлементы, такие как марганец, медь, железо, цинк, кобальт, йод (*Сембаева, А., 2020*).

Сапропель содержит 26,0% органического вещества, до 42,0% золы, до 25,0% карбоната кальция, кремний, фосфор, 1,0-6,0% протеина. В его состав входят многие микроэлементы, например, марганец, молибден, медь, кобальт. Содержит также витамины В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub> и каротин.

Мука из морских водорослей также может использоваться в качестве хорошего источника высокодоступного кальция для птицы; ее производство и использование наиболее экономически выгодно в приморских регионах.

**Яичная скорлупа** – природный источник кальция, содержащий до 95,0% карбоната кальция. Яичная скорлупа является одним из побочных продуктов (отходов) производства яиц и пищевой промышленности. Так, на яичных птицефабриках доля яиц, которые не соответствуют спецификациям качества для реализации в скорлупе, составляет примерно 3,0% от общего объема производства яиц; такие яйца обычно разделяют на скорлупу и жидкую часть (содержимое) для отдельной продажи в виде меланжа или для дальнейшей переработки (*Yildiz, A., 2021*). По статистике, объем производства скорлупы яиц во всем мире превышает 250 тыс. т в год, однако этот источник кальция до сих пор не нашел достойного применения (*Абдухалилов О.М. и др., 2021*).

Мука из яичной скорлупы содержит до 87,0% карбоната кальция и 39,21% кальция; она также имеет высокую доступность на рынке. Как и в случае с костной мукой, кальций, содержащийся в ней, более доступен для птицы, чем из дефторированного фосфата (*Sauveur B., Silversides F.G., Twizeyimana F., Villeneuve P., 1993*).

### **1.5. Использование микробной фитазы в рационах растущих перепелов**

Включение ферментных препаратов в рацион птицы для оптимизации усвоения питательных веществ и увеличения продуктивности путем нейтрализации негативного воздействия определенных компонентов стало распространенной практикой за последние два десятилетия. Начало этой

тенденции положило использование экзогенных карбогидраз, способных расщеплять некрахмалистые полисахариды в кормах для бройлеров на основе «вязких» злаков, таких как пшеница и ячмень (*Zootecnista M.V., 2021*).

Фитат и связанный с ним фосфор содержатся во всех рационах для птицы, и ограниченная доступность фитатного фосфора – общеизвестный факт. Уже в 1962 году было установлено, что применение экзогенной фитазы способствует улучшению усвоения фосфора и минерализации костей у бройлеров (*Ibarra A.C., Vilchez-Perales C., Mendoza O.Z., 2023*). Тем не менее, коммерческий кормовой фермент фитаза, полученный из грибов *Aspergillus niger*, способный высвобождать фитат-связанный фосфор и уменьшать его выделение с пометом у свиней, появился только в 1991 году, спустя три десятилетия. В то время считалось, что применение микробных фитаз будет ограничено регионами, где предусмотрены финансовые санкции за превышение уровня фосфора в сточных водах крупных свиноводческих комплексов (*no Guevara Parreño J.G., 2023*).

Вопреки этим прогнозам, применение фитазных препаратов в рационах моногастричных животных, в том числе птицы, получило широкое распространение, и сегодня их использование превышает применение ферментов, разрушающих некрахмальные полисахариды (*Рязанцева К.В., Сизова Е.А., 2022*). Более широкое применение кормовых фитаз обусловлено постоянным присутствием их субстрата в рационах свиней и птицы, а их включение в рацион экономически выгодно обеспечивает биодоступность фитатного фосфора и сокращает его выбросы в окружающую среду. Кроме того, учитывая так называемые «экстрафосфорные эффекты» фитазы, некоторые диетологи предпочитают устанавливать матричные значения кормовых фитаз по белку / аминокислотам и энергии в дополнение к кальцию и фосфору, поскольку это облегчает их включение в рецепты кормов с наименьшими затратами (*Скворцова Л.Н., Солдатов А.А., Чурсина Н.С., 2022*).

Из-за своих многогранных свойств фитат также представляет большой интерес в области питания человека, медицины, технологии пищевых продуктов и комбикормов, физиологии растений и селекции растений (*Якименко Н.Н.,*

Пономарев В.А., Клетикова Л.В., 2022). В частности, было тщательно исследовано негативное влияние фитата на доступность кальция и микроэлементов, особенно цинка, в продуктах питания человека. Однако утверждается, что присутствие фитата в рационе человека также обладает потенциальными преимуществами; сообщалось, например, что он обладает антиканцерогенными свойствами (*Harland B.F., Morris E.R., 1995*).

Фитат долгое время рассматривался специалистами по кормлению как трудноусвояемый и антипитательный фактор для нежвачных животных (*Stanquevis C.E. et al., 2021*). Фитат широко распространен в растительных кормовых ингредиентах, где он служит резервуаром фосфора в процессе прорастания семян. Животные и птица обладают недостаточной эндогенной фитазной активностью, поэтому фитатный фосфор доступен лишь частично, причем степень этой доступности варьируется. Фитат представляет собой полианионную молекулу, способную хелатировать положительно заряженные питательные вещества, что, вероятно, является основой его антипитательных свойств. Эти антипитательные свойства требуют дальнейшего изучения, но фитат, вероятно, снижает эффективность использования белка / аминокислот, энергии, кальция и микроэлементов.

Фитаза, которая широко встречается в природе, является необходимым ферментом для разложения фитата: она обладает способностью гидролизовать фитат и высвобождать из него неорганический фосфор, повышая, таким образом, биодоступность фосфора из его растительных источников. Ранняя информация о значении фитатов в питании птицы была рассмотрена в 1995 г. в обзоре (*Ravindran V., Kornegay E.T. et al., 1995*).

Описаны различные фитазы, среди которых встречаются 3-фитазы, начинающие гидролиз фитата в положении 3, и 6-фитазы, начинающие гидролиз в положении 6. При этом 6-фитазы полностью гидролизуют фитиновую кислоту до инозита и 6 молекул неорганического фосфата, тогда как 3-фитазы гидролизуют ее только частично, и гидролиз затем продолжается под действием щелочной фосфатазы (*Snow J.L. et al., 2003*). Разновидность фитаз представлена на рис. 3.

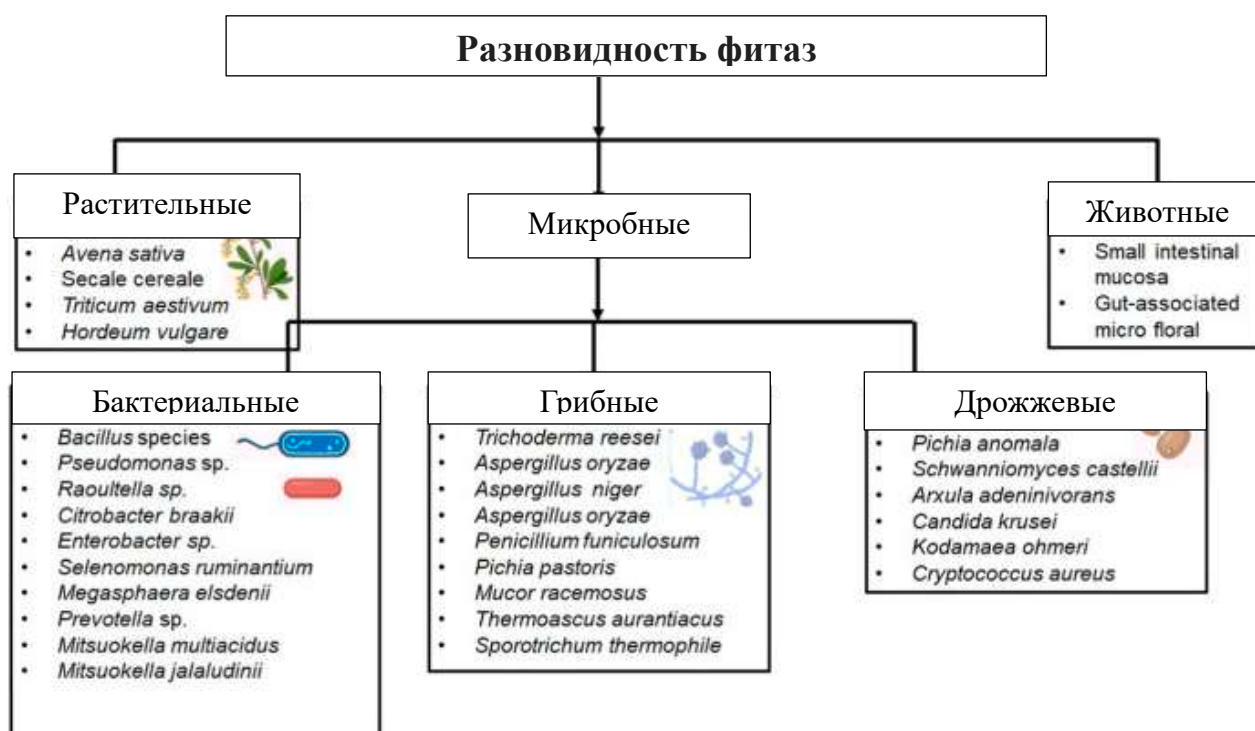


Рисунок 3 – Разновидность фитаз

Активность этих ферментов сильно зависит от pH, и каждая фитаза имеет оптимальное значение (или диапазон) pH. Например, оптимальный pH растительных фитаз составляет около 5,5, тогда как микробных фитаз – от 3,5 до 5,5. Некоторые микробные фитазы имеют два оптимальных значения pH: первое при pH = 2,5, а второе при pH = 5,5. В силу этих особенностей, попадая в зоб (pH = 5,8) активны все фитазы, тогда как в желудке, при низком (кислотном) значении pH, активны только микробные фитазы. На уровне кишечника активность экзогенных фитаз низкая или вообще отсутствует. Это объясняется повышением pH, а также наличием пищеварительных ферментов, расщепляющих фитазы (Said N. et al., 1984).

Фитазы естественным образом присутствуют на слизистой оболочке тонкого кишечника животных и птицы. Хотя у моногастричных активность этих эндогенных фитаз считается низкой, у птицы она несколько выше, чем у свиней (Rosario and Nieves, 2015). Включение микробной фитазы в корма позволяет повысить использование фитатного фосфора и, следовательно, снизить уровень

включения фосфатов. Уменьшение содержания фосфатов в рационе, в свою очередь, позволяет ограничить выделение фосфора с пометом (*Vargas-Sánchez R. et al., 2022*).

За последние десятилетия наблюдается все более широкое использование микробной фитазы в рационах свиней и птицы, появляются многочисленные научные публикации, увеличивается полевой опыт и внедряются новые кормовые препараты фитаз различного типа (*Rizwanuddin S. et al., 2023; Attia Y.A. et al., 2025; Ribeiro A.G. et al., 2025*). Тем не менее, многие фундаментальные вопросы, касающиеся фитата и фитазы, остаются невыясненными. Это отражает как внутреннюю сложность предмета, так и разработку и оценку экзогенных фитаз, которые не всегда были должным образом направлены.

Одним из таких недостаточно изученных на данный момент вопросов остаётся использование фитаз в комбикормах для растущих перепелов, поскольку использование экзогенных фитаз изучалось больше на перепелках-несушках, в особенности на Японских перепелах, с акцентом на улучшение качества скорлупы яиц. На перепелах мясных пород подобных исследований было проведено значительно меньше.

В одном из таких исследований (*Микитюк А. и др., 2019*) в рационы мясных перепелов породы «Золотистый гигант» вводили отечественный фитазный препарат «Агрофит» в дозах 50, 75 и 100 г/т. Установлено, что наиболее эффективно улучшала продуктивность перепелов доза препарата 75 г/т, соответствующая итоговой дозе фитазы порядка 330 ед./кг комбикорма: при этой дозе живая масса в 42 дня увеличилась по сравнению с контролем (не получавшим фитазу) на 4,8%, сохранность за период выращивания – на 1,5%, расход корма на 1 кг прироста живой массы снизился на 12,2%. При этом следует отметить, что использованный в данном опыте 2-фазный основной рацион содержал ингредиенты животного происхождения – рыбную (7,98 и 5,26% для фаз роста 1-4 и 5-6 недель соответственно) и мясокостную (3,62 и 5,00%) муку; возможно, этим объясняется значительный положительный эффект фитазы, полученный при довольно низкой кормовой дозе.

Аналогичная доза фитазы (300 ед./кг корма) в виде другого препарата (Натуфос Е) была использована в другом эксперименте на молодняке Японских перепелов, получавших растительные рационы с дефицитом доступного фосфора 40,0 и 65,0% по сравнению с рекомендованным уровнем. Установлено, что при дефиците фосфора 40,0% показатели продуктивности и содержание в крови кальция и фосфора находились на уровне контроля (получавшего рекомендованный уровень фосфора), однако отмечалось ухудшение качества костяка (достоверное снижение содержания золы в большеберцовых костях,  $p < 0,01$ ); ввод фитазы позволил восстановить этот показатель до уровня контроля. При фосфорном дефиците 65,0% ухудшались как показатели минерального обмена, так и скорость роста перепелов, и при использовании вышеупомянутой дозы фитазы все эти показатели все равно были хуже, чем в контроле. Авторы заключают, что такая доза фитазы способна нивелировать негативные последствия дефицита фосфора в рационе только при относительно невысокой степени этого дефицита (*Vieira V.S. et al., 2019*).

Сообщалось, что ввод фитазы в растительные рационы для растущих Японских перепелов достоверно ( $p < 0,05$ ) повышал концентрации кальция и фосфора в сыворотке крови (*Rezaeipour V. et al., 2016*). Другими авторами было установлено, что использование фитазы в рационах повышает стрессоустойчивость перепелов за счет улучшения минерального обмена; этот эффект наблюдался в отношении стресса при транспортировке (*Mehraei Hamzekolaei M.H. et al., 2016*) и теплового стресса (*Gomes Ribeiro A. et al., 2024*).

В недавнем опыте на Манчжурских перепелах (1-42 дни жизни) была изучена эффективность использования капсулированной дрожжами фитазы нового поколения (продуцент – *Obesumbacterium proteus*) в дозе 500 ед./кг в рационах, содержащих 0,45 или 0,35% доступного фосфора (*Ovseychik E.A. et al., 2024*). Установлено, что при обоих уровнях фосфора ввод изучаемой фитазы улучшал показатели роста живой массы и конверсию корма по сравнению с контрольными группами и с группами, получавшими другой препарат фитазы (Фекорд, продуцент – штамм *Aspergillus ficuum*), причем этот эффект был более явно выражен при более

низком уровне доступного фосфора. Так, при уровне фосфора 0,45% живая масса самок в 42 дня снижалась по сравнению с контролем (не получавшим добавки фитазы) на 1,18%, самцов – на 1,54%, тогда как при пониженном уровне фосфора (0,35%) эти показатели были выше контроля соответственно на 10,02 и 1,13%. Аналогичной тенденции следовали также показатели выхода грудки и ножек (бедро + голень). Конверсия корма была одинаковой в обеих контрольных группах, получавших и 0,45 и 0,35% доступного фосфора (3,99 кг/кг); при использовании капсулированной фитазы данный показатель снижался до 3,95 и 3,91 кг/кг соответственно уровням фосфора, а при использовании препарата сравнения – наоборот, повышался до 4,06 и 4,08 кг/кг. Содержание кальция в большеберцовой кости перепелов повышалось по сравнению с контролем при уровне фосфора 0,45% и снижалось – при уровне 0,35%; содержание фосфора повышалось при обоих уровнях фосфора в рационе.

Из представленных данных видно, что результаты разных исследований различаются между собой; давно известно, что результаты использования кормовых препаратов фитаз могут зависеть не только от типа и происхождения использованной фитазы и её кормовой дозы (в ед./кг корма), но также от состава и питательности рационов и ряда других факторов (*Ravindran V., Bryden W.L., Kornegay E.T., 1995*). Разумеется, свой вклад вносят также вид и порода или кросс птицы.

Таким образом, изучение эффективности использования микробной фитазы нового поколения в рационах молодняка мясных перепелов новой породы Радонежские, в особенности при пониженном уровне ввода кормовых фосфатов, представляет несомненный научный и практический интерес.

В связи с растущим признанием перепелов в качестве производственной птицы, выведением новых пород и очевидным отсутствием информации об их питательных потребностях было начато это исследование. Кроме того, предполагалось расширить ограниченные знания о потребностях перепелов в фосфоре и кальции, о биодоступности для перепелов этих элементов из разных источников и при разных соотношениях в рационе, а также о возможностях

использования экзогенной фитазы нового поколения для снижения ввода в комбикорма неорганических фосфатов без ухудшения продуктивности этого вида сельскохозяйственной птицы.

## 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа была выполнена в отделе кормления ФНЦ «ВНИТИП» и в ООО «Генофонд» в период 2021-2024 гг.

Было проведено: три научно-производственных опыта на перепелах породы Радонежские и производственная проверка.

Для проведения данной работы суточных перепелят отбирали из одной партии инкубируемых яиц, размещали в клеточной батарее БВМ-Ф-4Ц на одном ярусе, учитывая необходимость выровненности по живой массе суточного молодняка. Выращивание перепелов велось без разделения по полу до 35 - суточного возраста, далее птицу рассаживали в клетки с учетом половой принадлежности.

Световой режим для молодняка перепелов соответствовал рекомендациям ВНИТИП (*Выращивание и содержание перепелов яично-мясного направления, 2014*) и регулировался автоматически, составлял от 24 до 17 часов, в зависимости от возраста.

Условия содержания в группах были одинаковыми, за исключением изучаемого фактора.

Кормление перепелов всех групп было двухфазным, по возрастным периодам 1-4 и 5-6 недель жизни, для обеих фаз были использованы рассыпные растительные пшенично-кукурузно-соевые комбикорма, сбалансированные и выровненные по питательности согласно рекомендациям ВНИТИП (*Методическое пособие по кормлению сельскохозяйственной птицы, 2018, 2021*).

**Задачей первого научно-производственного опыта** являлось: определить влияние разных источников кальция (известняк, мел, ракушка) и фосфора (трикальцийфосфат, дикальцийфосфат, дефторированный фосфат, монокальцийфосфат) в комбикормах из растительных компонентов на продуктивные качества перепелов породы Радонежские.

Согласно схеме опыта (табл. 6), содержание кальция и фосфора в рационах всех групп опыта было одинаковым для обеих фаз и составляло 1,0% кальция,

0,76% общего фосфора и 0,45% доступного фосфора; кальций-фосфорное отношение (КФО) составляло 1,3:1 и 2,2:1 по общему и доступному фосфору соответственно.

В контрольной группе 1 источником и кальция, и фосфора являлся трикальцийфосфат. В рационах для опытных групп 2, 3 и 4 источником кальция являлся известняк, для опытной группы 5 – мел и для опытной группы 6 – ракушка. Источником фосфора для группы 2 был дикальцийфосфат (ДКФ), группы 3 – дефторированный фосфат, групп 4, 5 и 6 – монокальцийфосфат (МКФ). Состав и питательность рационов первой и второй фаз представлены в табл. 7 и 8 соответственно.

Таблица 6 – Схема опыта 1, n=35 в каждой группе

| Группа | Особенности кормления в возрасте, недель                                                                                                                                                                                                                    |     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|        | 1-4                                                                                                                                                                                                                                                         | 5-6 |
| 1 к    | Полнорационный комбикорм (ПК)* растительного типа с питательностью согласно рекомендациям ВНИТИП (2018г.), с содержанием 1,0% кальция, 0,76% общего и 0,45% доступного фосфора. В качестве источника кальция и фосфора использовался трикальцийфосфат (ТКФ) |     |
| 2 о    | ПК, сбалансированный по всем питательным веществам. В качестве источника кальция использовался известняк, фосфора – дикальцийфосфат (ДКФ)                                                                                                                   |     |
| 3 о    | ПК, сбалансированный по всем питательным веществам. В качестве источника кальция использовался известняк, фосфора – дефторированный фосфат (ДФФ)                                                                                                            |     |
| 4 о    | ПК, сбалансированный по всем питательным веществам. В качестве источника кальция использовался известняк, фосфора – монокальцийфосфат (МКФ)                                                                                                                 |     |
| 5 о    | ПК, сбалансированный по всем питательным веществам. В качестве источника кальция использовался мел, фосфора – монокальцийфосфат (МКФ)                                                                                                                       |     |
| 6 о    | ПК, сбалансированный по всем питательным веществам. В качестве источника кальция использовалась ракушка, фосфора – монокальцийфосфат (МКФ)                                                                                                                  |     |

\*Соотношение кальция к фосфору общему и доступному во всех группах было одинаковым и составило 1,3:1 и 2,2:1 соответственно.

Таблица 7 – Состав и питательность комбикормов для перепелов первого периода выращивания (1-4 недель), % (опыт 1)

| Компонент, %                     | Группа |       |       |       |       |       |
|----------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                  | 1 к    | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   | 6 о   |
| Пшеница                          | 35,41  | 35,71 | 36,58 | 35,27 | 35,04 | 35,19 |
| Соевый шрот                      | 25,72  | 25,51 | 25,38 | 25,69 | 25,78 | 25,72 |
| Кукуруза                         | 15,00  | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 |
| Соя полножирная                  | 12,00  | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 |
| Кукурузный глютен                | 4,60   | 4,67  | 4,60  | 4,65  | 4,63  | 4,64  |
| Масло подсолнечное               | 2,81   | 2,74  | 2,52  | 2,85  | 2,91  | 2,87  |
| Трикальцийфосфат                 | 2,65   | -     | -     | -     | -     | -     |
| Дикальцийфосфат                  | -      | 1,86  | -     | -     | -     | -     |
| Дефторированный фосфат           | -      | -     | 1,76  | -     | -     | -     |
| Монокальцийфосфат                | -      | -     | -     | 1,48  | 1,48  | 1,49  |
| Известняк                        | -      | 0,70  | 0,52  | 1,25  | -     | -     |
| Мел                              | -      | -     | -     | -     | 1,36  | -     |
| Ракушка                          | -      | -     | -     | -     | -     | 1,28  |
| Премикс 0,5%                     | 0,50   | 0,50  | 0,50  | 0,50  | 0,50  | 0,50  |
| Лизин                            | 0,44   | 0,44  | 0,44  | 0,44  | 0,44  | 0,44  |
| Соль                             | 0,25   | 0,25  | 0,21  | 0,25  | 0,25  | 0,25  |
| Метионин                         | 0,24   | 0,24  | 0,24  | 0,24  | 0,24  | 0,24  |
| Треонин                          | 0,14   | 0,14  | 0,14  | 0,14  | 0,14  | 0,14  |
| Сульфат натрия                   | 0,13   | 0,13  | 0,10  | 0,13  | 0,12  | 0,13  |
| Холин хлорид 60 %                | 0,08   | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  |
| Итого:                           | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| В 100 г комбикорма содержится, % |        |       |       |       |       |       |
| Обменной энергии, ккал /100г     | 300,0  | 300,0 | 300,0 | 300,0 | 300,0 | 300,0 |
| МДж/кг                           | 12,56  | 12,56 | 12,56 | 12,56 | 12,56 | 12,56 |
| Сырого протеина                  | 24,0   | 24,0  | 24,0  | 24,0  | 24,0  | 24,0  |
| Сырой клетчатки                  | 4,20   | 4,20  | 4,21  | 4,20  | 4,20  | 4,20  |
| Лизина                           | 1,37   | 1,37  | 1,36  | 1,37  | 1,37  | 1,37  |
| Лизина усвояемого                | 1,23   | 1,23  | 1,23  | 1,23  | 1,23  | 1,23  |
| Метионина                        | 0,60   | 0,60  | 0,60  | 0,60  | 0,60  | 0,60  |
| Метионина усвояемого             | 0,57   | 0,57  | 0,57  | 0,57  | 0,57  | 0,57  |
| Метионина+Цистина                | 0,99   | 0,99  | 0,99  | 0,99  | 0,99  | 0,99  |
| Метионина+Цистина усвояемых      | 0,90   | 0,90  | 0,90  | 0,90  | 0,90  | 0,90  |
| Треонина                         | 0,99   | 0,99  | 0,99  | 0,99  | 0,99  | 0,99  |
| Треонина усвояемого              | 0,85   | 0,85  | 0,85  | 0,85  | 0,85  | 0,85  |
| Триптофана                       | 0,28   | 0,28  | 0,28  | 0,28  | 0,28  | 0,28  |
| Триптофана усвояемого            | 0,25   | 0,25  | 0,25  | 0,25  | 0,25  | 0,25  |
| Кальция                          | 1,03   | 1,00  | 1,00  | 1,00  | 1,00  | 1,00  |
| Фосфора общего                   | 0,76   | 0,76  | 0,76  | 0,76  | 0,76  | 0,76  |
| Фосфора усвояемого               | 0,45   | 0,45  | 0,45  | 0,45  | 0,45  | 0,45  |
| Натрия                           | 0,16   | 0,16  | 0,16  | 0,16  | 0,16  | 0,16  |
| Хлора                            | 0,20   | 0,20  | 0,20  | 0,20  | 0,20  | 0,20  |

Таблица 8 – Состав и питательность комбикормов для перепелов второго периода выращивания (5-6 недель), % (опыт 1)

| Компонент, %                           | Группа |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                        | 1 к    | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   | 6 о   |
| Пшеница                                | 45,74  | 45,96 | 46,94 | 45,57 | 45,36 | 45,50 |
| Соевый шрот                            | 15,71  | 15,65 | 15,38 | 15,76 | 15,82 | 15,78 |
| Кукуруза                               | 15,00  | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 |
| Соя полножирная                        | 12,00  | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 |
| Кукурузный глютен                      | 4,00   | 4,00  | 4,00  | 4,00  | 4,00  | 4,00  |
| Масло подсолнечное                     | 3,61   | 3,56  | 3,30  | 3,65  | 3,71  | 3,68  |
| Трикальцийфосфат                       | 2,78   | -     | -     | -     | -     | -     |
| Дикальцийфосфат                        | -      | 1,95  | -     | -     | -     | -     |
| Дефторированный фосфат                 | -      | -     | 1,85  | -     | -     | -     |
| Монокальцийфосфат                      | -      | -     | -     | 1,56  | 1,55  | 1,56  |
| Известняк                              | -      | 0,72  | 0,54  | 1,30  | -     | -     |
| Мел                                    | -      | -     | -     | -     | 1,42  | -     |
| Ракушка                                | -      | -     | -     | -     | -     | 1,33  |
| Премикс 0,5%                           | 0,50   | 0,50  | 0,50  | 0,50  | 0,50  | 0,50  |
| Лизин                                  | 0,11   | 0,11  | 0,11  | 0,11  | 0,10  | 0,10  |
| Соль                                   | 0,25   | 0,25  | 0,25  | 0,25  | 0,25  | 0,25  |
| Метионин                               | 0,08   | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  |
| Сульфат натрия                         | 0,14   | 0,14  | 0,10  | 0,11  | 0,13  | 0,14  |
| Холин хлорид 60%                       | 0,08   | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  |
| Итого:                                 | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| В 100 г комбикорма содержится, %       |        |       |       |       |       |       |
| Обменной энергии, ккал /100г<br>МДж/кг | 310,0  | 310,0 | 310,0 | 310,0 | 310,0 | 310,0 |
|                                        | 12,98  | 12,98 | 12,98 | 12,98 | 12,98 | 12,98 |
| Сырого протеина                        | 20,0   | 20,0  | 20,0  | 20,0  | 20,0  | 20,0  |
| Сырой клетчатки                        | 3,72   | 3,72  | 3,73  | 3,72  | 3,72  | 3,72  |
| Лизина                                 | 0,95   | 0,95  | 0,95  | 0,95  | 0,95  | 0,95  |
| Лизина усвояемого                      | 0,84   | 0,84  | 0,84  | 0,84  | 0,84  | 0,84  |
| Метионина                              | 0,39   | 0,39  | 0,39  | 0,39  | 0,39  | 0,39  |
| Метионина усвояемого                   | 0,37   | 0,37  | 0,37  | 0,37  | 0,37  | 0,37  |
| Метионина+Цистина                      | 0,75   | 0,75  | 0,75  | 0,75  | 0,75  | 0,75  |
| Метионина+Цистина усвояемых            | 0,67   | 0,67  | 0,67  | 0,67  | 0,67  | 0,67  |
| Треонина                               | 0,70   | 0,70  | 0,70  | 0,70  | 0,70  | 0,70  |
| Треонина усвояемого                    | 0,59   | 0,59  | 0,59  | 0,59  | 0,59  | 0,59  |
| Триптофана                             | 0,24   | 0,24  | 0,24  | 0,24  | 0,24  | 0,24  |
| Триптофана усвояемого                  | 0,21   | 0,21  | 0,21  | 0,21  | 0,21  | 0,21  |
| Кальция                                | 1,00   | 1,00  | 1,00  | 1,00  | 1,00  | 1,00  |
| Фосфора общего                         | 0,76   | 0,76  | 0,76  | 0,76  | 0,76  | 0,76  |
| Фосфора усвояемого                     | 0,45   | 0,45  | 0,45  | 0,45  | 0,45  | 0,45  |
| Натрия                                 | 0,16   | 0,16  | 0,16  | 0,16  | 0,16  | 0,16  |
| Хлора                                  | 0,20   | 0,20  | 0,20  | 0,20  | 0,20  | 0,20  |

В опыте 1 лучшие зоотехнические результаты были получены в группе 4, поэтому использованные в этой группе источники кальция и фосфора (известняк и МКФ соответственно) были использованы при проведении опыта 2.

**Задачей второго научно-производственного опыта** являлось определение рационального соотношения кальция и фосфора (кальциево-фосфорного отношения, КФО) в комбикормах растительного типа с разными уровнями кальция, обеспечивающих лучшие продуктивные качества мясных перепелов породы Радонежские. В качестве источника кальция использовался известняк, фосфора – монокальцийфосфат (лучшая группа из опыта 1).

Согласно схеме опыта (табл. 9), уровни общего и доступного фосфора в комбикормах всех групп составляли 0,76 и 0,45% соответственно. В контрольной группе 1 уровень кальция в комбикормах обеих фаз составлял 1,0%, а КФО составляло 1,3:1 и 2,2:1 по общему и доступному фосфору соответственно. Данные уровни этих элементов являются рекомендуемыми для выращивания мясных перепелов согласно методическим рекомендациям по кормлению сельскохозяйственной птицы, 2018.

В комбикормах для опытной группы 2 уровень кальция был снижен по сравнению с контролем на 0,1% (до 0,9%), что снизило значения КФО до 1,1:1 и 2,0:1. В комбикормах для опытных групп 3 и 4 уровни кальция были повышены по сравнению с контролем на 0,1 и 0,2% соответственно (до 1,1 и 1,2%); КФО по общему и доступному фосфору повысилось до 1,4:1 и 2,4:1 соответственно в группе 3 и до 1,5:1 и 2,6:1 – в группе 4. В комбикормах группы 5 был использован дифференцированный по возрасту уровень кальция: в первую фазу выращивания он составил 1,0% (КФО были аналогичны контрольной группе 1), во вторую – 0,9% (КФО аналогичны опытной группе 2).

Таблица 9 – Схема опыта 2, n=75 в каждой группе

| Группа | Особенности кормления в возрасте, недель                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | 1-4                                                                                                                                                                                                                                                            | 5-6                                                                                                                                                                  |
| 1 к    | Полнорационный комбикорм (ПК) с питательностью согласно рекомендациям ВНИТИП (2018г.) при полном исключении кормов животного происхождения, с уровнем кальция 1,0 %, общего и доступного фосфора 0,76 и 0,45% при их соотношении 1,3:1 и 2,2:1 соответственно. |                                                                                                                                                                      |
| 2 о    | ПК, сбалансированный по всем питательным веществам, с уровнем кальция 0,9%, общего и доступного фосфора 0,76 и 0,45% при их соотношении 1,1:1 и 2:1 соответственно.                                                                                            |                                                                                                                                                                      |
| 3 о    | ПК, сбалансированный по всем питательным веществам, с уровнем кальция 1,1 %, общего и доступного фосфора 0,76 и 0,45% при их соотношении 1,4:1 и 2,4:1 соответственно.                                                                                         |                                                                                                                                                                      |
| 4 о    | ПК, сбалансированный по всем питательным веществам, с уровнем кальция 1,2%, общего и доступного фосфора 0,76 и 0,45% при их соотношении 1,5:1 и 2,6:1 соответственно.                                                                                          |                                                                                                                                                                      |
| 5 о    | ПК, сбалансированный по всем питательным веществам, с уровнем кальция 1,0%, общего и доступного фосфора 0,76 и 0,45% при их соотношении 1,3:1 и 2,2:1 соответственно.                                                                                          | ПК, сбалансированный по всем питательным веществам, с уровнем: кальция 0,9%, общего и доступного фосфора 0,76 и 0,45% при их соотношении 1,1:1 и 2:1 соответственно. |

Состав и питательность рационов обеих фаз для всех групп опыта 2 представлены в табл. 10 и 11.

Таблица 10 – Состав и питательность комбикормов для перепелов первого периода выращивания (1-4 недель), % (опыт 2)

| Компонент, %                     | Группа |       |       |       |       |
|----------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
|                                  | 1 к    | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   |
| Пшеница                          | 34,51  | 35,02 | 33,99 | 33,48 | 34,51 |
| Соевый шрот                      | 28,83  | 28,79 | 28,88 | 28,92 | 28,83 |
| Кукуруза                         | 15,00  | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 |
| Соя полножирная                  | 10,00  | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| Кукурузный глютен                | 3,86   | 3,80  | 3,93  | 3,99  | 3,86  |
| Масло подсолнечное               | 3,35   | 3,22  | 3,48  | 3,61  | 3,35  |
| Монокальцийфосфат                | 1,48   | 1,48  | 1,48  | 1,48  | 1,48  |
| Известняк                        | 1,24   | 0,96  | 1,51  | 1,79  | 1,24  |
| Премикс 0,5%                     | 0,50   | 0,50  | 0,50  | 0,50  | 0,50  |
| Лизин                            | 0,39   | 0,39  | 0,39  | 0,39  | 0,39  |
| Соль                             | 0,25   | 0,25  | 0,25  | 0,25  | 0,25  |
| Метионин                         | 0,25   | 0,25  | 0,25  | 0,25  | 0,25  |
| Треонин                          | 0,13   | 0,13  | 0,13  | 0,13  | 0,13  |
| Сульфат натрия                   | 0,13   | 0,13  | 0,13  | 0,13  | 0,13  |
| Холин хлорид                     | 0,08   | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  |
| Итого:                           | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| В 100 г комбикорма содержится, % |        |       |       |       |       |
| Обменной энергии, ккал /100г     | 300,0  | 300,0 | 300,0 | 300,0 | 300,0 |
| МДж/кг                           | 12,56  | 12,56 | 12,56 | 12,56 | 12,56 |
| Сырого протеина                  | 24,0   | 24,0  | 24,0  | 24,0  | 24,0  |
| Сырой клетчатки                  | 4,23   | 4,24  | 4,22  | 4,21  | 4,23  |
| Лизина                           | 1,37   | 1,37  | 1,37  | 1,37  | 1,37  |
| Лизина усвояемого                | 1,23   | 1,23  | 1,23  | 1,23  | 1,23  |
| Метионина                        | 0,60   | 0,60  | 0,60  | 0,60  | 0,60  |
| Метионина усвояемого             | 0,57   | 0,57  | 0,57  | 0,57  | 0,57  |
| Метионина+Цистина                | 0,99   | 0,99  | 0,99  | 0,99  | 0,99  |
| Метионина+Цистина усвояемых      | 0,90   | 0,90  | 0,90  | 0,90  | 0,90  |
| Треонина                         | 0,99   | 0,99  | 0,99  | 0,99  | 0,99  |
| Треонина усвояемого              | 0,85   | 0,85  | 0,85  | 0,85  | 0,85  |
| Триптофана                       | 0,29   | 0,29  | 0,29  | 0,29  | 0,29  |
| Триптофана усвояемого            | 0,25   | 0,25  | 0,25  | 0,25  | 0,25  |
| Кальция                          | 1,00   | 0,90  | 1,10  | 1,20  | 1,00  |
| Фосфора общего                   | 0,76   | 0,76  | 0,76  | 0,76  | 0,76  |
| Фосфора усвояемого               | 0,45   | 0,45  | 0,45  | 0,45  | 0,45  |
| Натрия                           | 0,16   | 0,16  | 0,16  | 0,16  | 0,16  |
| Хлора                            | 0,20   | 0,20  | 0,20  | 0,20  | 0,20  |

Таблица 11 – Состав и питательность комбикормов для перепелов второго периода выращивания (5-6 недель), % (опыт 2)

| Компонент, %                     | Группа |       |       |       |       |
|----------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
|                                  | 1 к    | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   |
| Пшеница                          | 44,54  | 45,14 | 43,96 | 43,38 | 45,14 |
| Соевый шрот                      | 17,56  | 17,39 | 17,72 | 17,88 | 17,39 |
| Кукуруза                         | 15,00  | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 |
| Соя полножирная                  | 12,00  | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 |
| Кукурузный глютен                | 3,00   | 3,00  | 3,00  | 3,00  | 3,00  |
| Масло подсолнечное               | 3,94   | 3,79  | 4,09  | 4,24  | 3,79  |
| Монокальцийфосфат                | 1,55   | 1,55  | 1,55  | 1,55  | 1,55  |
| Известняк                        | 1,30   | 1,02  | 1,57  | 1,85  | 1,02  |
| Премикс 0,5%                     | 0,50   | 0,50  | 0,50  | 0,50  | 0,50  |
| Лизин                            | 0,05   | 0,05  | 0,05  | 0,04  | 0,05  |
| Соль                             | 0,25   | 0,25  | 0,25  | 0,25  | 0,25  |
| Метионин                         | 0,09   | 0,09  | 0,09  | 0,09  | 0,09  |
| Сульфат натрия                   | 0,14   | 0,14  | 0,14  | 0,14  | 0,14  |
| Холин хлорид                     | 0,08   | 0,08  | 0,08  | 0,08  | 0,08  |
| Итого:                           | 100,0  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| В 100 г комбикорма содержится, % |        |       |       |       |       |
| Обменной энергии, ккал /100г     | 310,0  | 310,0 | 310,0 | 310,0 | 310,0 |
| МДж/кг                           | 12,98  | 12,98 | 12,98 | 12,98 | 12,98 |
| Сырого протеина                  | 20,00  | 20,00 | 20,00 | 43,38 | 20,00 |
| Сырой клетчатки                  | 3,77   | 3,78  | 3,77  | 3,77  | 3,78  |
| Лизина                           | 0,95   | 0,95  | 0,95  | 0,95  | 0,95  |
| Лизина усвояемого                | 0,84   | 0,84  | 0,84  | 0,84  | 0,84  |
| Метионина                        | 0,39   | 0,39  | 0,39  | 0,39  | 0,39  |
| Метионина усвояемого             | 0,37   | 0,37  | 0,37  | 0,37  | 0,37  |
| Метионина+Цистина                | 0,74   | 0,74  | 0,74  | 0,74  | 0,74  |
| Метионина+Цистина усвояемых      | 0,67   | 0,67  | 0,67  | 0,67  | 0,67  |
| Треонина                         | 0,71   | 0,71  | 0,71  | 0,71  | 0,71  |
| Треонина усвояемого              | 0,60   | 0,59  | 0,60  | 0,60  | 0,59  |
| Триптофана                       | 0,25   | 0,25  | 0,25  | 0,25  | 0,25  |
| Триптофана усвояемого            | 0,21   | 0,21  | 0,21  | 0,21  | 0,21  |
| Кальция                          | 1,00   | 0,90  | 1,10  | 1,20  | 0,90  |
| Фосфора общего                   | 0,76   | 0,76  | 0,76  | 0,76  | 0,76  |
| Фосфора усвояемого               | 0,45   | 0,45  | 0,45  | 0,45  | 0,45  |
| Натрия                           | 0,16   | 0,16  | 0,16  | 0,16  | 0,16  |
| Хлора                            | 0,20   | 0,20  | 0,20  | 0,20  | 0,20  |

Два уровня кальция, показавшие наилучшие результаты в опыте 2 (1,0 и 0,9%), были использованы в опыте 3 для изучения возможности понижения уровней общего и доступного фосфора в рационе перепелов, в том числе при использовании фитазного ферментного препарата.

**Задачей третьего научно-производственного опыта** являлось изучение возможности применения концентрированного фитазного ферментного препарата Берзайм-Р в комбикормах растительного типа с различным соотношением кальция и фосфора при пониженном уровне фосфора для перепелов породы Радонежские. Схема опыта 3 представлена в таблице 12.

В качестве источника кальция во всех группах использовался известняк, фосфора – монокальцийфосфат.

В первой части опыта (группы 1-5) были изучены три постепенно понижающихся уровня фосфора при уровне кальция 1,0%. Согласно схеме опыта (табл. 12), в рационе контрольной группы 1 уровень общего и доступного фосфора составлял 0,76 и 0,45%, при кальциево-фосфорном соотношении 1,3:1 и 2,2:1 соответственно. В опытных группах 2-3 и 4-5 уровни общего и доступного фосфора были понижены до 0,70 и 0,40% и 0,65 и 0,35% соответственно, при кальциево-фосфорном отношении 1,4:1 и 2,5:1 (группы 2 и 3) и 1,5:1 и 2,9:1 (группы 4 и 5). В рационы групп 3 и 5 также вводили концентрированный фитазный ферментный препарат Берзайм-Р с активностью 50000 ед./г в количестве 12 г/т корма; данная дозировка была ранее определена экспериментально как оптимальная для цыплят-бройлеров (Сысоева И.Г., 2022).

Во второй части опыта (группы 6-10) были изучены три аналогичных понижающихся уровня фосфора при уровне кальция, пониженном до 0,9%. Уровни общего и доступного фосфора в этих группах составляли 0,76 и 0,45% соответственно (контрольная группа 6); 0,70 и 0,40% (опытные группы 7 и 8) и 0,65 и 0,35% (опытные группы 9 и 10), при кальциево-фосфорном отношении по общему и доступному фосфору 1,2:1 и 2,0:1 соответственно (группа 6); 1,3:1 и 2,3:1

(группы 7 и 8) и 1,4:1 и 2,6:1 (группы 9 и 10). В рационы групп 8 и 10 также вводили фитазный препарат Берзайм-Р в количестве 12 г/т корма.

Таблица 12 – Схема опыта 3, n=35 в каждой группе

| Группа | Особенности кормления                                                                                                                                                                                            |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 к    | Полнорационный комбикорм (ПК) растительного типа с питательностью согласно рекомендациям ВНИТИП с уровнем кальция 1,0%, общего и доступного фосфора 0,76 и 0,45% при их соотношении 1,3:1 и 2,2:1 соответственно |
| 2 о    | ПК с уровнем кальция 1,0%, общего и доступного фосфора 0,70 и 0,40% при их соотношении 1,4:1 и 2,5:1 соответственно                                                                                              |
| 3 о    | ПК с уровнем кальция 1,0%, общего и доступного фосфора 0,70 и 0,40% при их соотношении 1,4:1 и 2,5:1 соответственно + «Берзайм-Р» в количестве 12 г/т корма                                                      |
| 4 о    | ПК с уровнем кальция 1,0%, общего и доступного фосфора 0,65 и 0,35% при их соотношении 1,5:1 и 2,9:1 соответственно                                                                                              |
| 5 о    | ПК с уровнем кальция 1,0%, общего и доступного фосфора 0,65 и 0,35% при их соотношении 1,5:1 и 2,9:1 соответственно + «Берзайм-Р» в количестве 12 г/т корма                                                      |
| 6 к    | ПК с уровнем кальция 0,9%, общего и доступного фосфора 0,76 и 0,45% при их соотношении 1,2:1 и 2:1 соответственно                                                                                                |
| 7 о    | ПК с уровнем кальция 0,9%, общего и доступного фосфора 0,70 и 0,40% при их соотношении 1,3:1 и 2,3:1 соответственно                                                                                              |
| 8 о    | ПК с уровнем кальция 0,9%, общего и доступного фосфора 0,70 и 0,40% при их соотношении 1,3:1 и 2,3:1 соответственно + «Берзайм-Р» в количестве 12 г/т корма                                                      |
| 9 о    | ПК с уровнем кальция 0,9%, общего и доступного фосфора 0,65 и 0,35% при их соотношении 1,4:1 и 2,6:1 соответственно                                                                                              |
| 10 о   | ПК с уровнем кальция 0,9 %, общего и доступного фосфора 0,65 и 0,35 % при их соотношении 1,4:1 и 2,6:1 соответственно + «Берзайм-Р» в количестве 12 г/т корма                                                    |

Состав и питательность рационов обеих фаз для всех групп опыта 3 представлены в табл. 13 и 14.

Таблица 13 – Состав и питательность комбикормов для перепелов первого периода выращивания, % (опыт 3)

| Компонент, %                     | Группа |        |        |       |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
|                                  | 1 к    | 2о, 3о | 4о, 5о | 6 к   | 7о, 8о | 9о,10о |
| Пшеница                          | 34,89  | 35,19  | 35,48  | 35,53 | 35,81  | 36,11  |
| Соевый шрот                      | 29,96  | 29,98  | 30,00  | 30,00 | 30,02  | 30,03  |
| Кукуруза                         | 15,00  | 15,00  | 15,00  | 15,00 | 15,00  | 15,00  |
| Соя полножирная                  | 8,15   | 8,02   | 7,89   | 7,87  | 7,74   | 7,61   |
| Кукурузный глютен                | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 4,00  | 4,00   | 4,00   |
| Масло подсолнечное               | 3,54   | 3,48   | 3,43   | 3,42  | 3,37   | 3,31   |
| Монокальцийфосфат                | 1,49   | 1,23   | 0,97   | 1,49  | 1,23   | 0,97   |
| Известняк                        | 1,23   | 1,36   | 1,49   | 0,95  | 1,08   | 1,21   |
| Премикс 0,5%                     | 0,50   | 0,50   | 0,50   | 0,50  | 0,50   | 0,50   |
| Лизин                            | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40  | 0,40   | 0,41   |
| Соль                             | 0,25   | 0,25   | 0,25   | 0,25  | 0,25   | 0,25   |
| Метионин                         | 0,24   | 0,24   | 0,24   | 0,24  | 0,24   | 0,24   |
| Треонин                          | 0,14   | 0,14   | 0,14   | 0,14  | 0,14   | 0,14   |
| Сульфат натрия                   | 0,13   | 0,13   | 0,13   | 0,13  | 0,13   | 0,13   |
| Холин хлорид                     | 0,08   | 0,08   | 0,08   | 0,08  | 0,08   | 0,08   |
| Итого:                           | 100,0  | 100,0  | 100,0  | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| В 100 г комбикорма содержится, % |        |        |        |       |        |        |
| Обменной энергии, ккал /100г     | 300,0  | 300,0  | 300,0  | 300,0 | 300,0  | 300,0  |
|                                  | МДж/кг | 12,56  | 12,56  | 12,56 | 12,56  | 12,56  |
| Сырого протеина                  | 24,0   | 24,0   | 24,0   | 24,0  | 24,0   | 24,0   |
| Сырой клетчатки                  | 4,20   | 4,20   | 4,20   | 4,20  | 4,20   | 4,20   |
| Лизина                           | 1,36   | 1,36   | 1,36   | 1,36  | 1,36   | 1,36   |
| Лизина усвояемого                | 1,23   | 1,23   | 1,23   | 1,23  | 1,23   | 1,23   |
| Метионина                        | 0,60   | 0,60   | 0,60   | 0,60  | 0,60   | 0,60   |
| Метионина усвояемого             | 0,57   | 0,57   | 0,57   | 0,57  | 0,57   | 0,57   |
| Метионина+Цистина                | 0,99   | 0,99   | 0,99   | 0,99  | 0,99   | 0,99   |
| Метионина+Цистина усвояемых      | 0,90   | 0,90   | 0,90   | 0,90  | 0,90   | 0,90   |
| Треонина                         | 0,99   | 0,99   | 0,99   | 0,99  | 0,99   | 0,99   |
| Треонина усвояемого              | 0,85   | 0,85   | 0,85   | 0,85  | 0,85   | 0,85   |
| Триптофана                       | 0,29   | 0,29   | 0,29   | 0,29  | 0,29   | 0,29   |
| Триптофана усвояемого            | 0,25   | 0,25   | 0,25   | 0,25  | 0,25   | 0,25   |
| Кальция                          | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 0,90  | 0,90   | 0,90   |
| Фосфора общего                   | 0,76   | 0,70   | 0,65   | 0,76  | 0,70   | 0,65   |
| Фосфора усвояемого               | 0,45   | 0,40   | 0,35   | 0,45  | 0,40   | 0,35   |
| Натрия                           | 0,16   | 0,16   | 0,16   | 0,16  | 0,16   | 0,16   |
| Хлора                            | 0,20   | 0,20   | 0,20   | 0,20  | 0,20   | 0,20   |

Таблица 14 – Состав и питательность комбикормов для перепелов второго периода выращивания, % (опыт 3)

| Компонент, %                     | Группа |        |        |       |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
|                                  | 1 к    | 2о, 3о | 4о, 5о | 6 к   | 7о, 8о | 9о,10о |
| Пшеница                          | 42,82  | 46,09  | 46,36  | 46,41 | 46,67  | 46,95  |
| Соевый шрот                      | 17,27  | 17,19  | 17,12  | 17,10 | 17,03  | 16,95  |
| Кукуруза                         | 15,00  | 15,00  | 15,00  | 15,00 | 15,00  | 15,00  |
| Соя полножирная                  | 10,00  | 10,00  | 10,00  | 10,00 | 10,00  | 10,00  |
| Кукурузный глютен                | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 4,00  | 4,00   | 4,00   |
| Масло подсолнечное               | 3,90   | 3,83   | 3,76   | 3,75  | 3,68   | 3,61   |
| Монокальцийфосфат                | 1,56   | 1,31   | 1,05   | 1,56  | 1,31   | 1,05   |
| Известняк                        | 1,29   | 1,42   | 1,55   | 1,02  | 1,15   | 1,28   |
| Премикс 0,5%                     | 0,50   | 0,50   | 0,50   | 0,50  | 0,50   | 0,50   |
| Лизин                            | 0,11   | 0,11   | 0,11   | 0,11  | 0,11   | 0,11   |
| Соль                             | 0,25   | 0,25   | 0,25   | 0,25  | 0,25   | 0,25   |
| Метионин                         | 0,08   | 0,08   | 0,08   | 0,08  | 0,08   | 0,08   |
| Сульфат натрия                   | 0,14   | 0,14   | 0,14   | 0,14  | 0,14   | 0,14   |
| Холин хлорид                     | 0,08   | 0,08   | 0,08   | 0,08  | 0,08   | 0,08   |
| Итого:                           | 100,0  | 100,0  | 100,0  | 100,0 | 100,0  | 100,0  |
| В 100 г комбикорма содержится, % |        |        |        |       |        |        |
| Обменной энергии, ккал /100г     | 310,0  | 310,0  | 310,0  | 310,0 | 310,0  | 310,0  |
| МДж/кг                           | 12,98  | 12,98  | 12,98  | 12,98 | 12,98  | 12,98  |
| Сырого протеина                  | 20,0   | 20,0   | 20,0   | 20,0  | 20,0   | 20,0   |
| Сырой клетчатки                  | 3,70   | 3,70   | 3,70   | 3,70  | 3,70   | 3,71   |
| Лизина                           | 0,95   | 0,95   | 0,95   | 0,95  | 0,95   | 0,95   |
| Лизина усвояемого                | 0,84   | 0,84   | 0,84   | 0,84  | 0,84   | 0,84   |
| Метионина                        | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39  | 0,39   | 0,39   |
| Метионина усвояемого             | 0,37   | 0,37   | 0,37   | 0,37  | 0,37   | 0,37   |
| Метионина+Цистина                | 0,74   | 0,74   | 0,74   | 0,74  | 0,75   | 0,75   |
| Метионина+Цистина усвояемых      | 0,67   | 0,67   | 0,67   | 0,67  | 0,67   | 0,67   |
| Треонина                         | 0,70   | 0,70   | 0,70   | 0,70  | 0,70   | 0,70   |
| Треонина усвояемого              | 0,59   | 0,59   | 0,59   | 0,59  | 0,59   | 0,59   |
| Триптофана                       | 0,24   | 0,24   | 0,24   | 0,24  | 0,24   | 0,24   |
| Триптофана усвояемого            | 0,21   | 0,21   | 0,21   | 0,21  | 0,21   | 0,21   |
| Кальция                          | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 0,90  | 0,90   | 0,90   |
| Фосфора общего                   | 0,76   | 0,69   | 0,64   | 0,76  | 0,69   | 0,64   |
| Фосфора усвояемого               | 0,45   | 0,40   | 0,35   | 0,45  | 0,40   | 0,40   |
| Натрия                           | 0,16   | 0,16   | 0,16   | 0,16  | 0,16   | 0,16   |
| Хлора                            | 0,20   | 0,20   | 0,20   | 0,20  | 0,20   | 0,20   |

При проведении исследований учитывали следующие показатели:

- сохранность поголовья, (%) – путем ежедневного учета павших цыплят;
- живую массу перепелов в суточном, 1, 2, 3, 4, 5 и 6 - недельном возрастах путем индивидуального взвешивания всего поголовья;
- абсолютный и среднесуточный прирост живой массы;
- потребление корма – ежедневно, путем учета заданного количества комбикорма и остатков (г);
- затраты корма на единицу прироста продукции, (кг) – расчетным путем по данным расхода корма и продуктивности;
- индекс эффективности выращивания;
- мясные качества тушек (убойный выход; масса сердца, печени, желудка; выход мышц груди, бедра и голени) путем проведения анатомической разделки в конце выращивания птицы в соответствии с методическим рекомендациям ВНИТИП, 2014 г.;
- морфологические показатели яиц во втором и третьем опытах (толщина скорлупы - на микрометре (с индикатором часового типа); прочность скорлупы - на приборе Egg Force Reader;
- 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 мышцах (методом ионообменной хроматографии на автоматическом анализаторе ААА-Т 339);
- содержание сырого жира (%) в кормах, помете, мышцах (в аппарате Сокслета);
- содержание сырой клетчатки (%) в кормах, помете (методом кислотнo-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, фосфора, натрия, калия и цинка в крови перепелов;
- содержание золы, кальция, фосфора и микроэлементов в большеберцовых костях перепелов титрометрическим методом;
- содержание витаминов А, Е, В<sub>2</sub> в печени (методом жидкостной хроматографии высокого разрешения).

Химический состав кормов, помета и мышц изучался в лаборатории биохимического анализа ФНЦ «ВНИТИП» по общепринятым методикам.

Для выполнения исследований по определения содержания кальция, фосфора и микроэлементов в сыворотке крови перепелов брали (по 2,0 – 3,0 мл) цельной крови натошак (после 14-часового голодания) у птицы из подкрыльцовой вены (*cutanea ulnaris*) на внутренней стороне крыла над локтевым сочленением (в 42-суточном возрасте). При биохимических исследованиях для отделения сыворотки крови использовали вакуумные пробирки с активатором свертывания крови. Стенки пробирок данного типа покрыты сухим активатором образования сгустка (SiO<sub>2</sub>) для ускорения свертывания крови. Активатор инертен, нерастворим в воде, органических растворителях, стойкий к действию ферментов и клеток крови. Смешивание крови с ним не влияет на результаты анализов. Ускорение процесса коагуляции существенно сокращает время подготовки биологической пробы. Вакуумная пробирка стерильна, закрыта крышкой красного цвета и содержит вакуумное разрежение, что позволяет производить процедуру взятия крови непосредственно в пробирку. Центрифугировали при 5000 об/мин в течение 5 мин. Биохимический анализ крови выполняли на полуавтоматическом анализаторе Sinnowa BS3000P (SINNOWA Medical Science & Technology Co., Ltd, Китай) с набором ветеринарных диагностических реагентов («ДИАКОН-ВЕТ», Россия).

По результатам производственной проверки дана оценка экономической эффективности использования новой отечественной фитазы при рациональном уровне кальция и фосфора в комбикормах для мясных перепелов.

Для проведения производственной проверки в качестве нового варианта была выбрана лучшая группа из опыта 3 (опытная группа 5), в качестве базового варианта использовался рацион с рекомендованной для мясных перепелов кальций-фосфорной питательностью.

В каждом варианте было по 250 голов перепелов породы Радонежские.

Содержание кальция в рационах обеих фаз составляло 1,0%, общего и доступного фосфора – 0,76 и 0,45% соответственно, при КФО по общему и доступному фосфору 1,3:1 и 2,2:1. Новый вариант получал аналогичные комбикорма с содержанием кальция 1,0%, общего и уровнями общего и доступного фосфора, пониженными до 0,65 и 0,35% при КФО 1,5:1 и 2,9:1 соответственно, а также с добавкой ферментного препарата Берзайм-Р в количестве 12 г/т комбикорма. Схема производственной проверки приведена в табл. 15.

Таблица 15 – Схема производственной проверки, n=250 в каждой группе

| Вариант | Особенности кормления                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Базовый | Полнорационный комбикорм (ПК) растительного типа с питательностью согласно рекомендациям ВНИТИП с уровнями кальция – 1,0%, общего и доступного фосфора – 0,76 и 0,45%, при их соотношении 1,3:1 и 2,2:1 соответственно                                                                 |
| Новый   | Полнорационный комбикорм (ПК) растительного типа с питательностью согласно рекомендациям ВНИТИП с уровнями кальция – 1,0%, общего и доступного фосфора – 0,65 и 0,35% при их соотношении 1,5:1 и 2,9:1, соответственно + Берзайм-Р с активностью 50000 ед./г в количестве 12 г/т корма |

Состав и питательность рационов обеих фаз для всех групп производственной проверки представлены в табл. 16 и 17.

Таблица 16 – Состав и питательность комбикормов для перепелов первого периода выращивания, % (производственная проверка)

| Компонент, %                     | Группа  |       |
|----------------------------------|---------|-------|
|                                  | Базовый | Новый |
| Пшеница                          | 34,89   | 35,48 |
| Соевый шрот                      | 29,96   | 30,00 |
| Кукуруза                         | 15,00   | 15,00 |
| Соя полножирная                  | 8,15    | 7,89  |
| Кукурузный глютен                | 4,00    | 4,00  |
| Масло подсолнечное               | 3,54    | 3,43  |
| Монокальцийфосфат                | 1,49    | 0,97  |
| Известняк                        | 1,23    | 1,49  |
| Премикс 0,5%                     | 0,50    | 0,50  |
| Лизин                            | 0,40    | 0,40  |
| Соль                             | 0,25    | 0,25  |
| Метионин                         | 0,24    | 0,24  |
| Треонин                          | 0,14    | 0,14  |
| Сульфат натрия                   | 0,13    | 0,13  |
| Холин хлорид                     | 0,08    | 0,08  |
| Итого:                           | 100,0   | 100,0 |
| В 100 г комбикорма содержится, % |         |       |
| Обменной энергии, ккал /100г     | 300,0   | 300,0 |
| МДж/кг                           | 12,56   | 12,56 |
| Сырого протеина                  | 24,0    | 24,0  |
| Сырой клетчатки                  | 4,20    | 4,20  |
| Лизина                           | 1,36    | 1,36  |
| Лизина усвояемого                | 1,23    | 1,23  |
| Метионина                        | 0,60    | 0,60  |
| Метионина усвояемого             | 0,57    | 0,57  |
| Метионина+Цистина                | 0,99    | 0,99  |
| Метионина+Цистина усвояемых      | 0,90    | 0,90  |
| Треонина                         | 0,99    | 0,99  |
| Треонина усвояемого              | 0,85    | 0,85  |
| Триптофана                       | 0,29    | 0,29  |
| Триптофана усвояемого            | 0,25    | 0,25  |
| Кальция                          | 1,00    | 1,00  |
| Фосфора общего                   | 0,76    | 0,65  |
| Фосфора усвояемого               | 0,45    | 0,35  |
| Натрия                           | 0,16    | 0,16  |
| Хлора                            | 0,20    | 0,20  |

Таблица 17 – Состав и питательность комбикормов для перепелов второго периода выращивания, % (производственная проверка)

| Компонент, %                     | Группа  |       |
|----------------------------------|---------|-------|
|                                  | Базовый | Новый |
| Пшеница                          | 42,82   | 46,36 |
| Соевый шрот                      | 17,27   | 17,12 |
| Кукуруза                         | 15,00   | 15,00 |
| Соя полножирная                  | 10,00   | 10,00 |
| Кукурузный глютен                | 4,00    | 4,00  |
| Масло подсолнечное               | 3,90    | 3,76  |
| Монокальцийфосфат                | 1,56    | 1,05  |
| Известняк                        | 1,29    | 1,55  |
| Премикс 0,5%                     | 0,50    | 0,50  |
| Лизин                            | 0,11    | 0,11  |
| Соль                             | 0,25    | 0,25  |
| Метионин                         | 0,08    | 0,08  |
| Сульфат натрия                   | 0,14    | 0,14  |
| Холин хлорид                     | 0,08    | 0,08  |
| Итого:                           | 100,0   | 100,0 |
| В 100 г комбикорма содержится, % |         |       |
| Обменной энергии, ккал /100г     | 310,0   | 310,0 |
| МДж/кг                           | 12,98   | 12,98 |
| Сырого протеина                  | 20,0    | 20,0  |
| Сырой клетчатки                  | 3,70    | 3,70  |
| Лизина                           | 0,95    | 0,95  |
| Лизина усвояемого                | 0,84    | 0,84  |
| Метионина                        | 0,39    | 0,39  |
| Метионина усвояемого             | 0,37    | 0,37  |
| Метионина+Цистина                | 0,74    | 0,74  |
| Метионина+Цистина усвояемых      | 0,67    | 0,67  |
| Треонина                         | 0,70    | 0,70  |
| Треонина усвояемого              | 0,59    | 0,59  |
| Триптофана                       | 0,24    | 0,24  |
| Триптофана усвояемого            | 0,21    | 0,21  |
| Кальция                          | 1,00    | 1,00  |
| Фосфора общего                   | 0,76    | 0,64  |
| Фосфора усвояемого               | 0,45    | 0,35  |
| Натрия                           | 0,16    | 0,16  |
| Хлора                            | 0,20    | 0,20  |

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1 Исследование 1. Продуктивность перепелов породы Радонежские, выращенных на комбикормах из растительных компонентов с использованием разных источников кальция и фосфора

Предварительно в Испытательном центре ФНЦ «ВНИТИП» все использованные в опыте источники фосфора и кальция были проанализированы для определения содержания в них золы, кальция, фосфора и натрия (табл. 18).

Коэффициенты доступности фосфора для пересчета общего фосфора на доступный были рассчитаны программой для расчета рационов; полученные данные использовались для расчета экспериментальных рационов.

Таблица 18 – Химический состав источников кальция и фосфора, используемых в работе

| Показатель, % | Источники: |       |       |       |           |       |         |
|---------------|------------|-------|-------|-------|-----------|-------|---------|
|               | фосфора    |       |       |       | кальция   |       |         |
|               | ТКФ        | ДКФ   | ДФФ   | МКФ   | известняк | мел   | ракушка |
| Сырая зола    | 97,03      | 97,15 | 97,07 | 96,12 | 99,04     | 98,08 | 99,02   |
| Са            | 32,04      | 23,95 | 30,07 | 18,21 | 36,17     | 32,79 | 32,94   |
| Р общий       | 13,86      | 20,11 | 18,03 | 23,09 | 0,10      | 0,18  | -       |
| Р усвояемый   | 11,00      | 15,60 | 16,47 | 19,55 | 0,10      | 0,18  | -       |
| Na            | -          | -     | 5,00  | -     | -         | 0,30  | -       |

Примечание: ТКФ – трикальцийфосфат, ДКФ – дикальцийфосфат, ДФФ – дефторированный фосфат, МКФ – монокальцийфосфат.

Динамика живой массы в период выращивания представлены молодняки мясных перепелов породы Радонежские до 42 дней на растительных комбикормах с разными источниками кальция и фосфора представлены в табл. 19. Сохранность перепелов всех групп составила 100,0%.

Таблица 19 – Динамика живой массы перепелов за весь период выращивания, n = 25 (опыт 1)

| Показатель                                          | Группы         |                |                |                 |                  |                   |
|-----------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|
|                                                     | 1 к            | 2 о            | 3 о            | 4 о             | 5 о              | 6 о               |
| Сохранность поголовья, %                            | 100,0          | 100,0          | 100,0          | 100,0           | 100,0            | 100,0             |
| Средняя живая масса (г) в<br>возрастах: суточные, г | 8,86<br>±0,43  | 8,80<br>±0,55  | 8,74<br>±0,39  | 8,89<br>±0,43   | 8,84<br>±0,25    | 8,82<br>±0,31     |
| 1-недельном                                         | 59,5<br>±1,3   | 59,4<br>±2,4   | 59,7<br>±1,8   | 59,8<br>±1,5    | 59,6<br>±1,5     | 59,6<br>±1,4      |
| % к контролю                                        | 100,0          | 99,8           | 100,4          | 100,5           | 100,2            | 100,1             |
| 2-недельном                                         | 114,2<br>±2,1  | 114,3<br>±1,6  | 115,2<br>±1,9  | 115,8<br>±1,8   | 114,5<br>±1,5    | 116,3<br>±1,8     |
| % к контролю                                        | 100,0          | 100,1          | 100,9          | 101,4           | 101,3            | 101,8             |
| 3-недельном                                         | 193,0<br>±3,4  | 194,0<br>±3,08 | 196,1<br>±3,7  | 196,9<br>±3,08  | 196,3<br>±2,8    | 196,9<br>±2,4     |
| % к контролю                                        | 100,0          | 100,5          | 101,6          | 102,0           | 101,7            | 102,0             |
| 4-недельном                                         | 253,6<br>±3,5  | 255,4<br>±2,6  | 258,4<br>±3,8  | 258,7<br>±3,5   | 258,2<br>±3,16   | 259,2<br>±3,9     |
| % к контролю                                        | 100,0          | 100,7          | 101,9          | 102,0           | 101,8            | 102,2             |
| 5-недельном                                         | 260,6<br>±2,8  | 262,9<br>±2,4  | 265,8<br>±2,4  | 267,1<br>±2,3   | 266,6<br>±2,8    | 267,4<br>±1,7     |
| % к контролю                                        | 100,0          | 100,9          | 102,0          | 102,5           | 102,3            | 102,6             |
| Средняя живая масса в<br>возрасте 6 недель, г       | 319,8          | 323,3          | 326,8          | 328,4           | 326,2            | 327,5             |
| % к контролю                                        | 100,0          | 101,1          | 102,2          | 102,7           | 102,0            | 102,5             |
| в т.ч. самцы                                        | 298,0<br>±2,50 | 300,1<br>±2,83 | 303,7<br>±3,60 | 305,2<br>±2,00* | 302,5<br>±3,75   | 304,6<br>±2,45    |
| % к контролю                                        | 100,0          | 100,7          | 101,9          | 102,4           | 101,5            | 102,2             |
| самки                                               | 341,6<br>±1,46 | 346,4<br>±1,80 | 350,1<br>±2,88 | 351,8<br>±3,64  | 349,8<br>±2,19** | 350,8<br>±1,60*** |
| % к контролю                                        | 100,0          | 101,4          | 102,5          | 103,0           | 102,4            | 102,7             |

\*p<0,05;\*\*p<0,01;\*\*\*p<0,001

Изучение динамики роста живой массы перепелов показало, что уже через 1 неделю выращивания данный показатель во всех опытных группах, кроме группы 2, превышал показатель контрольной группы на 0,1-0,5%. С 2-недельного возраста и до конца выращивания все опытные группы превосходили контроль: в 2 недели – на 0,1-1,8%, в 3 недели – на 0,5-2,0%, в 4 недели – на 0,7-2,2%, в 5 недель – на 0,9-2,6%.

В конце выращивания (в 6-недельном возрасте) средняя живая масса перепелов всех опытных групп превосходила показатель контрольной группы на 1,1-2,7%, с наилучшим результатом в группе 4. По самцам преимущество опытных групп над контролем составило 0,7-2,4% при достоверной разнице в 2,4% ( $p<0,05$ ) в группе 4; по самкам – 1,4-3,0% при достоверной разнице в группах 5 (2,4%,  $p<0,01$ ) и 6 (2,7%,  $p<0,001$ ), а в группе 4 разница была максимальной (3,0%), хотя и недостоверной. Следует также отметить высокодостоверное преимущество самок всех групп над самцами по живой массе в 6 недель (на 14,6 - 15,6%), что отличает перепелов, как мясного, так и яичного направления продуктивности, от большинства других видов птицы (*Akingboye I.J. et al., 2024*); при этом данная форма полового диморфизма была наименее выраженной в контрольной группе.

Аналогично живой массе изменялись и показатели абсолютного и относительного прироста перепелов (табл. 20.)

Таблица 20 – Прирост живой массы перепелов (опыт 1)

| Показатель                | Группы |       |       |       |       |       |
|---------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                           | 1 к    | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   | 6 о   |
| Абсолютный прирост, г     | 310,9  | 314,5 | 318,1 | 319,5 | 317,4 | 318,7 |
| % к контролю              | 100,0  | 101,1 | 102,3 | 102,8 | 102,1 | 102,5 |
| Среднесуточный прирост, г | 7,40   | 7,48  | 7,57  | 7,61  | 7,56  | 7,58  |
| % к контролю              | 100,0  | 101,1 | 102,3 | 102,8 | 102,2 | 102,4 |

Среднесуточный прирост живой массы за 42 дня выращивания в опытных группах превосходил показатель контроля на 1,1-2,8% и был максимальным в группе 4. Таким образом, по живой массе и скорости ее прироста среди всех опытных групп лидировала группа 4, получавшая МКФ в качестве источника фосфора и известняк – в качестве источника кальция.

Наименее эффективным ростом из всех опытных групп характеризовались перепела группы 2, получавшие ДКФ и известняк, что, возможно, было связано со вкусовыми качествами данного источника фосфора, снижающими привлекательность кормов для перепелов: потребление корма за период опыта

(кг/гол.) (Тищенко М.С., 2025) в этой группе было минимальным среди всех групп, ниже контроля на 0,4%, тогда как остальные опытные группы, получавшие дефторированный фосфат или МКФ, превосходили контроль по данному показателю на 0,1-0,8%, причем охотнее всего птица потребляла комбикорма группы 4, которые, как и комбикорма группы 2, содержали известняк. При фиксированном источнике фосфора (МКФ, группы 4-6) потребление корма было максимальным при использовании в качестве источника кальция известняка и минимальным – при использовании мела (группа 5).

Данные по затратам корма на 1 кг прироста живой массы перепелов представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Потребление и затраты корма у перепелов (опыт 1)

| Показатель                                        | Группы |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                   | 1 к    | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   | 6 о   |
| Потребление корма на 1 голову за период опыта, кг | 0,980  | 0,976 | 0,986 | 0,988 | 0,981 | 0,985 |
| % к контролю                                      | 100,0  | 99,6  | 100,6 | 100,8 | 100,1 | 100,5 |
| Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг    | 3,152  | 3,102 | 3,099 | 3,091 | 3,092 | 3,091 |
| % к контролю                                      | 100,0  | 98,4  | 98,3  | 98,1  | 98,1  | 98,1  |

Затраты корма на единицу прироста живой массы во всех опытных группах были ниже контроля. Интересно отметить, что в опытных группах 4-6, получавших в качестве источника фосфора МКФ и три разных источника кальция, этот показатель был практически одинаковым, ниже контроля на 1,9%, тогда как у групп 2 (ДКФ + известняк) и 3 (дефторированный фосфат + известняк) разница с контролем составила 1,6 и 1,7% соответственно.

Из полученных данных по потреблению и конверсии корма у растущих перепелов можно заключить, что источники фосфора оказывают более значимое влияние на эти показатели по сравнению с источниками кальция, что, видимо,

связано с их вкусовыми качествами и влиянием на привлекательность и поедаемость кормов для перепелов.

В результате улучшения динамики роста перепелов и эффективности использования ими кормов итоговый комплексный показатель – индекс эффективности выращивания – в опытных группах был выше по сравнению с контролем на 2,7 - 4,7%; максимальное значение данного индекса было получено в группе 4, получавшей МКФ как источник фосфора и известняк – как источник кальция (рис.4).

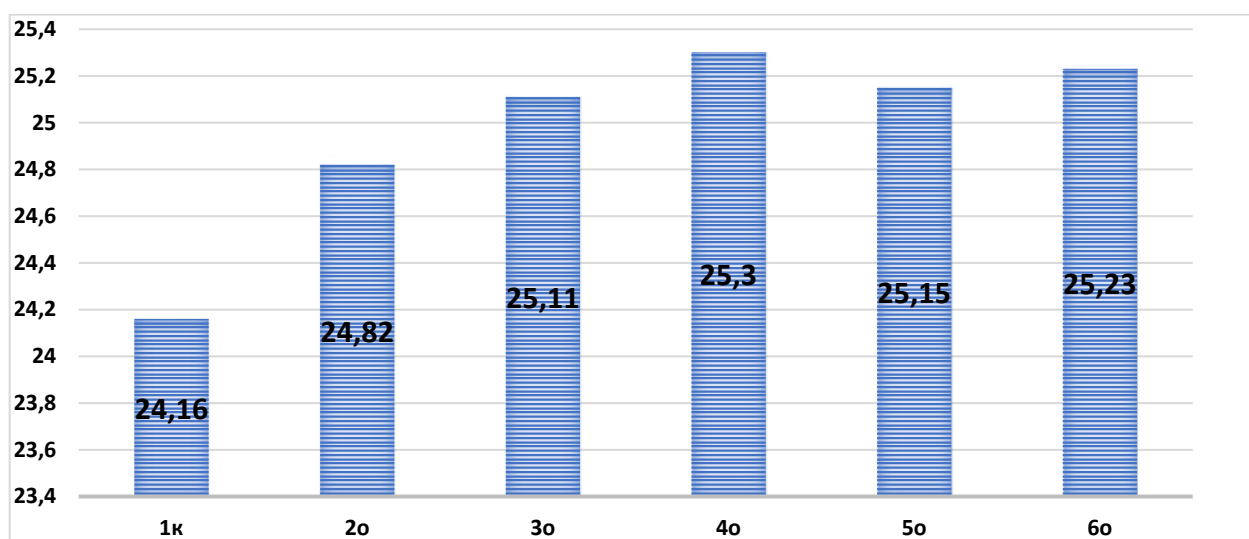


Рис.4 – Индекс эффективности выращивания перепелов (ЕРЕФ) (опыт 1)

Данные по продуктивности перепелов согласуются с результатами балансового опыта, в котором изучали переваримость и использование ими питательных веществ рационов (табл. 22). Наилучшие результаты по переваримости питательных веществ комбикормов показала опытная группа 4: по переваримости сухого вещества данная группа превышала контроль на 1,2%, сырой клетчатки – на 1,5% сырого протеина – на 1,3%, сырого жира – на 0,3%. Наиболее выраженные улучшения в опытных группах по сравнению с контролем были отмечены по переваримости сырой клетчатки (на 0,9 - 1,5%). При этом переваримость сырого жира во всех группах, за исключением группы 4, была достаточно близкой (75,8 - 76,0% при 75,9% в контроле и 76,2% в группе 4).

Использование азота и фосфора в опытных группах превышало соответствующие показатели контроля на 0,8 - 2,0%; различия по использованию кальция были более выраженными и составили 3,0 - 4,2%. Самыми низкими среди опытных групп все эти показатели были в группе 2, а самыми высокими – в группе 4.

Таблица 22 – Переваримость и использование перепелами питательных веществ комбикормов, % (опыт 1)

| Показатель                        | Группы |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------|--------|------|------|------|------|------|
|                                   | 1 к    | 2 о  | 3 о  | 4 о  | 5 о  | 6 о  |
| Переваримость:<br>сухого вещества | 71,3   | 71,5 | 71,9 | 72,5 | 72,0 | 72,1 |
| клетчатки                         | 19,8   | 20,7 | 20,8 | 21,3 | 20,7 | 20,9 |
| протеина                          | 91,0   | 91,4 | 91,5 | 92,3 | 91,6 | 91,7 |
| жира                              | 75,9   | 75,9 | 76,0 | 76,2 | 75,8 | 76,0 |
| Использование:<br>азота           | 50,9   | 51,7 | 52,0 | 52,9 | 52,2 | 52,5 |
| кальция                           | 34,1   | 37,1 | 37,3 | 38,3 | 37,3 | 37,5 |
| фосфора                           | 24,0   | 24,8 | 25,1 | 26,0 | 25,2 | 25,5 |

По содержанию в печени витаминов Е и В<sub>2</sub> все опытные группы перепелов превосходили контрольную (табл. 23), а по накоплению витамина А опытные группы 2 и 5 отставали от контроля, а группы 3, 4 и 6 превосходили его. По накоплению в печени всех трех витаминов снова лидировала группа 4.

Таблица 23 – Содержание витаминов в печени перепелов, мкг/г (опыт 1)

| Показатель             | Группы |        |        |        |        |        |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                        | 1 к    | 2 о    | 3 о    | 4 о    | 5 о    | 6 о    |
| Витамин А              | 140,14 | 139,78 | 141,59 | 142,33 | 140,02 | 141,98 |
| Витамин Е              | 19,00  | 19,14  | 19,43  | 20,05  | 19,88  | 19,84  |
| Витамин В <sub>2</sub> | 12,19  | 12,48  | 12,64  | 12,73  | 12,50  | 12,65  |

В табл. 24 приведены данные по минеральному составу большеберцовой кости перепелов в возрастах 1 сутки (в среднем по всем группам) и 42 суток жизни (отдельно по всем группам). За данный период выращивания зольность кости увеличилась почти втрое, содержание кальция – более чем вдвое, содержание фосфора – примерно наполовину, что свидетельствует об интенсивной минерализации костяка перепелов в постнатальный период онтогенеза.

Таблица 24 – Содержание золы, кальция, фосфора и микроэлементов в большеберцовых костях перепелов

| Группа      | Показатель       |               |              |               |               |                   |
|-------------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|-------------------|
|             | Сырая зола,<br>% | Кальций,<br>% | Фосфор,<br>% | Цинк,<br>мг/г | Медь,<br>мг/г | Марганец,<br>мг/г |
| суточные    |                  |               |              |               |               |                   |
| среднее     | 21,1             | 10,13         | 7,09         | -             | -             | -                 |
| 42-суточные |                  |               |              |               |               |                   |
| 1 к         | 61,74            | 23,12         | 10,02        | 55,24         | 0,14          | 1,57              |
| 2 о         | 61,82            | 23,38         | 10,08        | 55,62         | 0,11          | 1,60              |
| 3 о         | 62,26            | 23,10         | 10,24        | 56,09         | 0,12          | 1,62              |
| 4 о         | 63,55            | 24,60         | 11,68        | 56,31         | 0,13          | 1,71              |
| 5 о         | 62,91            | 23,88         | 10,71        | 55,91         | 0,14          | 1,70              |
| 6 о         | 63,13            | 24,12         | 11,03        | 56,11         | 0,13          | 1,66              |

Изучение химического состава большеберцовой кости 42-суточных перепелов показало, что наиболее интенсивно минерализация костяка протекала в группах 4 и 6, получавших МКФ как источник фосфора и в качестве источников кальция известняк с ракушкой соответственно. Содержание сырой золы в большеберцовой кости перепелов этих групп превосходило уровень контроля на 1,81 и 1,39% соответственно, кальция – на 1,48 и 1,00%, фосфора – на 1,66 и 1,01%. Таким образом, по уровню минерализации костяка лидировала группа 4, что, вероятно, также внесло свой вклад в более высокий уровень продуктивности, полученный в этой группе.

Различия между группами по содержанию в большеберцовой кости микроэлементов (Zn, Cu, Mn) не носили выраженных закономерностей. Так, содержание цинка в большеберцовой кости перепелов было максимальным в

группах 4 и 6, меди – в контроле и группе 5, марганца – в группах 4 и 5. Эти различия могут быть связаны с различиями по содержанию и биодоступности данных микроэлементов в использованных источниках фосфора и кальция.

Показатели минерального состава крови перепелов в суточном и 42-суточном возрастах приведены в табл. 25. За этот период концентрации кальция и цинка в крови перепелов увеличились относительно незначительно, на величины порядка 10 и 40,0% соответственно, тогда как концентрации фосфора и натрия увеличились на порядок, а калия – в 4-5 раз. Это может свидетельствовать о том, что гомеостаз кальция и цинка, в отличие от других элементов, закладывается уже на эмбриональной стадии онтогенеза.

В 42 дня жизни по содержанию кальция в крови уверенно лидировала группа 4, где данный показатель превышал уровень контроля на 7,5%, тогда как остальные опытные группы превосходили контроль на 1,0 - 4,5%. По содержанию фосфора также лидировала группа 4, превосходя контроль на 20,0%, тогда как в остальных опытных группах данный показатель был на уровне контроля (0,9 - 1,1 ммоль/л против 1,0 ммоль/л в контроле). Группа 4 превосходила все остальные группы и по содержанию в крови натрия, калия и цинка (выше контроля на 15,8; 26,4 и 14,8% соответственно); на втором месте по этим микроэлементам была опытная группа 6.

Таблица 25 – Биохимические показатели сыворотки крови перепелов (опыт 1)

| Группа      | Показатель          |                    |                    |                   |                |
|-------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------|
|             | Кальций,<br>ммоль/л | Фосфор,<br>ммоль/л | Натрий,<br>ммоль/л | Калий,<br>ммоль/л | Цинк,<br>мкг/л |
| суточные    |                     |                    |                    |                   |                |
| среднее     | 1,80                | 0,10               | -                  | 1,30              | 143,7          |
| 42-суточные |                     |                    |                    |                   |                |
| 1 к         | 2,00                | 1,0                | 126,7              | 5,30              | 173,7          |
| 2 о         | 2,02                | 0,9                | 131,9              | 5,10              | 171,2          |
| 3 о         | 2,07                | 1,0                | 133,3              | 6,21              | 182,8          |
| 4 о         | 2,15                | 1,2                | 146,7              | 6,70              | 199,4          |
| 5 о         | 2,03                | 1,1                | 137,8              | 6,30              | 188,3          |
| 6 о         | 2,09                | 1,0                | 142,2              | 6,55              | 189,9          |

Данные анализа химического состава грудных мышц перепелов 42-дневного возраста представлены в табл. 26. По содержанию белка и жира в грудных мышцах перепелов статистически значимых и закономерных различий между группами не установлено; эти показатели по всем группам находились в пределах 21,35 - 21,68% и 2,56 - 2,81% соответственно. По содержанию белка лидировала группа 6, жира – группа 3; группа 4 несколько отставала от контроля по содержанию белка (на 0,13%) и несколько превышала уровень контроля по содержанию жира (на 0,02%).

Содержание суммы всех аминокислот в грудных мышцах перепелов опытных групп 2 и 3 было ниже по сравнению с контролем на 0,44 и 0,65% соответственно, а опытных групп 4, 5 и 6 – выше на 0,09; 0,27 и 0,30%. При этом отношение суммы незаменимых аминокислот к сумме заменимых во всех группах было близким и находилось в пределах 1,02-1,04.

Данные по химическому составу ножных мышц перепелов 42-дневного возраста представлены в табл. 27. Ножные мышцы превосходили грудные по содержанию жира и отставали от них по содержанию белка. Содержание белка в ножных мышцах находилось по всем группам в пределах 18,58 - 18,86% и было максимальным в группах 3, 6 и 4; содержание жира составило по всем группам 4,40 - 5,01% и было минимальным в контроле и максимальным – в опытной группе 2. Содержание в ножных мышцах суммы всех аминокислот было минимальным в контроле, а в опытных группах оно превосходило контроль на 0,27 - 0,86% и было максимальным в группе 3. Соотношение сумм незаменимых и заменимых аминокислот во всех группах находилось в пределах 0,96 - 0,99.

Аминокислотные профили грудных и ножных мышц свидетельствуют об отсутствии систематического влияния использованных в рационах источников фосфора и кальция на содержание в мышцах индивидуальных аминокислот.

Таблица 26 – Химический состав грудных мышц перепелов (на естественную влажность), %

| Показатели                                      | Группы |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                 | 1 к    | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   | 6 о   |
| Белок                                           | 21,35  | 21,36 | 21,55 | 21,22 | 21,43 | 21,68 |
| Жир                                             | 2,75   | 2,74  | 2,81  | 2,77  | 2,56  | 2,65  |
| Аминокислоты:                                   |        |       |       |       |       |       |
| Лизин                                           | 1,82   | 1,78  | 1,66  | 1,75  | 1,72  | 1,77  |
| Гистидин                                        | 0,80   | 0,72  | 0,66  | 0,90  | 0,84  | 0,85  |
| Аргинин                                         | 1,40   | 1,34  | 1,36  | 1,32  | 1,43  | 1,41  |
| Аспарагиновая кислота                           | 1,99   | 1,97  | 1,96  | 1,98  | 2,01  | 2,06  |
| Треонин                                         | 0,99   | 0,93  | 0,87  | 0,92  | 0,95  | 0,93  |
| Серин                                           | 0,83   | 0,81  | 0,85  | 0,84  | 0,87  | 0,86  |
| Глутаминовая кислота                            | 3,15   | 3,01  | 3,18  | 3,30  | 3,25  | 3,15  |
| Пролин                                          | 0,75   | 0,68  | 0,72  | 0,66  | 0,80  | 0,80  |
| Глицин                                          | 0,99   | 0,99  | 0,68  | 0,97  | 0,95  | 0,97  |
| Аланин                                          | 1,17   | 1,25  | 1,23  | 1,20  | 1,15  | 1,17  |
| Цистин                                          | 0,25   | 0,22  | 0,22  | 0,23  | 0,24  | 0,24  |
| Валин                                           | 1,15   | 1,16  | 1,16  | 1,16  | 1,14  | 1,16  |
| Метионин                                        | 0,57   | 0,68  | 0,70  | 0,68  | 0,59  | 0,64  |
| Изолейцин                                       | 0,99   | 0,87  | 0,98  | 0,96  | 0,98  | 0,98  |
| Лейцин                                          | 1,55   | 1,59  | 1,54  | 1,52  | 1,65  | 1,64  |
| Тирозин                                         | 0,74   | 0,70  | 0,70  | 0,75  | 0,70  | 0,76  |
| Фенилаланин                                     | 0,90   | 0,89  | 0,91  | 0,96  | 1,02  | 0,94  |
| Сумма аминокислот                               | 20,03  | 19,59 | 19,38 | 20,12 | 20,30 | 20,33 |
| Незаменимые аминокислоты                        | 10,18  | 9,96  | 9,85  | 10,18 | 10,33 | 10,31 |
| Заменимые аминокислоты                          | 9,86   | 9,63  | 9,53  | 9,94  | 9,97  | 10,02 |
| Соотношение незаменимых аминокислот к заменимым | 1,03   | 1,03  | 1,03  | 1,02  | 1,04  | 1,03  |

Таблица 27 – Химический состав ножных мышц перепелов (на естественную влажность), %

| Показатели                                      | Группы |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                 | 1 к    | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   | 6 о   |
| Белок                                           | 18,66  | 18,60 | 18,86 | 18,76 | 18,58 | 18,81 |
| Жир                                             | 4,40   | 5,01  | 4,94  | 4,79  | 4,71  | 4,77  |
| Аминокислоты:                                   |        |       |       |       |       |       |
| Лизин                                           | 1,61   | 1,68  | 1,73  | 1,83  | 1,74  | 1,82  |
| Гистидин                                        | 0,65   | 0,62  | 0,69  | 0,59  | 0,64  | 0,59  |
| Аргинин                                         | 1,22   | 1,29  | 1,21  | 1,24  | 1,27  | 1,33  |
| Аспарагиновая кислота                           | 1,75   | 1,74  | 1,88  | 1,77  | 1,84  | 1,81  |
| Треонин                                         | 0,90   | 0,97  | 0,86  | 0,85  | 0,93  | 0,90  |
| Серин                                           | 0,81   | 0,86  | 0,83  | 0,79  | 0,75  | 0,83  |
| Глутаминовая кислота                            | 3,03   | 3,19  | 3,10  | 3,03  | 2,90  | 3,10  |
| Пролин                                          | 0,72   | 0,70  | 0,74  | 0,75  | 0,77  | 0,74  |
| Глицин                                          | 0,84   | 0,87  | 0,81  | 0,85  | 0,90  | 0,90  |
| Аланин                                          | 1,07   | 1,13  | 1,13  | 1,21  | 1,06  | 1,11  |
| Цистин                                          | 0,21   | 0,26  | 0,20  | 0,22  | 0,21  | 0,21  |
| Валин                                           | 0,57   | 0,55  | 0,84  | 0,94  | 0,83  | 0,87  |
| Метионин                                        | 0,54   | 0,59  | 0,67  | 0,58  | 0,55  | 0,55  |
| Изолейцин                                       | 0,95   | 0,95  | 0,97  | 0,89  | 0,84  | 0,92  |
| Лейцин                                          | 1,42   | 1,54  | 1,43  | 1,40  | 1,35  | 1,41  |
| Тирозин                                         | 0,59   | 0,67  | 0,67  | 0,67  | 0,67  | 0,67  |
| Фенилаланин                                     | 0,86   | 0,88  | 0,84  | 0,85  | 0,78  | 0,81  |
| Сумма аминокислот                               | 17,75  | 18,48 | 18,61 | 18,44 | 18,02 | 18,57 |
| Незаменимые аминокислоты                        | 8,72   | 9,06  | 9,24  | 9,17  | 8,93  | 9,20  |
| Заменимые аминокислоты                          | 9,03   | 9,42  | 9,37  | 9,28  | 9,10  | 9,38  |
| Соотношение незаменимых аминокислот к заменимым | 0,97   | 0,96  | 0,99  | 0,99  | 0,98  | 0,98  |

Данные по мясным качествам 42-суточных перепелов (отдельно по самцам и самкам) представлены в табл. 28. Масса потрошеной тушки следовала тем же тенденциям, что и живая масса в этом возрасте, и у обоих полов была максимальной в опытной группе 4, как и убойный выход.

Абсолютные и относительные массы отдельных частей тушки (бедро, голень, грудка) и съедобных внутренних органов (сердце, печень, мышечный и железистый желудки), в целом, следовали той же тенденции. Следует, однако, отметить, что масса и выход грудки у более тяжелых самок группы 4 несколько отставали от показателей контроля и опытных групп 3, 5 и 6, что, возможно, является следствием более высокой живой массы, которая у перепелов, в отличие от цыплят-бройлеров, в большей степени связана с лучшим развитием мускулатуры ног. По абсолютной и относительной массе бедра и голени перепела группы 4 обоих полов превосходили все остальные группы.

В целом, по результатам опыта 1 можно констатировать, что наиболее эффективной с точки зрения живой массы перепелов и ее среднесуточного прироста, конверсии корма, индекса эффективности выращивания, переваримости и использования питательных веществ, накопления витаминов в печени оказалась опытная группа 4, получавшая МКФ в качестве источника фосфора и известняк – в качестве источника фосфора. На мясные качества и показатели химического состава грудных и бедренных мышц перепелов изученные комбинации источников этих элементов выраженного влияния не оказали.

Таблица 28 – Мясные качества перепелов в 6-недельном возрасте, n=3

| Показатель                   | Группа |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                              | 1 к    |        | 2 о    |        | 3 о    |        | 4 о    |        | 5 о    |        | 6 о    |        |
|                              | ♂      | ♀      | ♂      | ♀      | ♂      | ♀      | ♂      | ♀      | ♂      | ♀      | ♂      | ♀      |
| Живая масса, г               | 295,6  | 338,3  | 288,6  | 344,2  | 300,7  | 348,3  | 303,3  | 349,7  | 300,4  | 348,5  | 300,2  | 345,8  |
| Масса потрошеной тушки, г    | 198,49 | 234,44 | 195,18 | 239,59 | 205,97 | 243,91 | 208,03 | 245,21 | 204,60 | 243,74 | 205,07 | 242,34 |
| Убойный выход, %             | 67,15  | 69,30  | 67,63  | 69,61  | 68,50  | 70,03  | 68,59  | 70,12  | 68,11  | 69,94  | 68,31  | 70,08  |
| Масса бедра, г               | 31,55  | 36,40  | 27,60  | 33,78  | 32,18  | 37,25  | 32,47  | 38,21  | 30,74  | 36,74  | 32,00  | 33,96  |
|                              | ± 0,92 | ±0,86  | ±0,39  | ±0,19  | ±0,40  | ±0,5   | ±1,65  | ±1,86  | ±0,81  | ±1,97  | ±1,74  | ±0,83  |
| % от живой массы             | 10,67  | 10,76  | 9,56   | 9,81   | 10,70  | 10,69  | 10,70  | 10,92  | 10,23  | 10,54  | 10,66  | 9,82   |
| Масса голени, г              | 17,89  | 21,95  | 17,85  | 22,03  | 19,15  | 21,51  | 19,85  | 22,76  | 19,71  | 21,01  | 18,08  | 21,08  |
|                              | ±0,04  | ±0,56  | ±0,25  | ±0,07  | ±0,10  | ±0,6   | ±0,84  | ±0,30  | ±0,14  | ±0,95  | ±0,85  | ±0,09  |
| % от живой массы             | 6,05   | 6,78   | 6,18   | 6,40   | 6,37   | 8,81   | 9,54   | 9,28   | 9,63   | 8,61   | 6,02   | 6,09   |
| Масса сердца, г              | 2,23   | 2,26   | 2,16   | 2,66   | 2,3    | 2,08   | 2,33   | 2,33   | 2,16   | 2,65   | 2,31   | 2,38   |
|                              | ±0,1   | ±0,08  | ±0,15  | ±0,08  | ±0,13  | ±0,03  | ±0,16  | ±0,02  | ±0,03  | ±0,12  | ±0,05  | ±0,02  |
| % от живой массы             | 0,75   | 0,66   | 0,74   | 0,77   | 0,76   | 0,59   | 0,76   | 0,66   | 0,71   | 0,76   | 0,77   | 0,69   |
| Масса печени, г              | 7,05   | 8,83   | 7,15   | 10,45  | 6,00   | 7,06   | 7,53   | 9,01   | 6,95   | 10,08  | 7,28   | 10,11  |
|                              | ±0,19  | ±0,03  | ±0,34  | ±0,13  | ±0,10  | ±0,37  | ±0,3   | ±0,45  | ±0,09  | ±0,69  | ±0,18  | ±0,25  |
| % от живой массы             | 2,38   | 2,61   | 2,47   | 3,03   | 1,99   | 2,03   | 2,48   | 2,57   | 2,31   | 2,89   | 2,42   | 2,92   |
| Масса мышечного желудка, г   | 5,45   | 5,76   | 5,45   | 8,75   | 4,9    | 5,13   | 5,1    | 6,75   | 5,15   | 6,81   | 5,11   | 5,84   |
|                              | ±0,06  | ±0,26  | ±0,06  | ±0,22  | ±0,14  | ±0,15  | ±0,92  | ±0,18  | ±0,06  | ±0,39  | ±0,18  | ±0,15  |
| % от живой массы             | 1,84   | 1,70   | 1,88   | 2,54   | 1,62   | 1,47   | 1,68   | 1,93   | 1,71   | 1,95   | 1,70   | 1,69   |
| Масса железистого желудка, г | 1,13   | 1,26   | 1,00   | 1,23   | 0,96   | 1,13   | 1,11   | 1,23   | 0,86   | 1,28   | 1,22   | 1,21   |
|                              | ±0,01  | ±0,06  | ±0,02  | ±0,06  | ±0,02  | ±0,07  | ±0,07  | ±0,03  | ±0,01  | ±0,09  | ±0,05  | ±0,02  |
| % от живой массы             | 0,38   | 0,37   | 0,34   | 0,35   | 0,32   | 0,32   | 0,36   | 0,35   | 0,28   | 0,36   | 0,40   | 0,35   |
| Масса грудки, г              | 85,78  | 104,64 | 85,28  | 101,85 | 87,60  | 104,45 | 88,76  | 101,86 | 89,85  | 105,96 | 85,96  | 105,96 |
|                              | ±1,07  | ±2,22  | ±0,51  | ±0,53  | ±0,33  | ±0,68  | ±0,74  | ±1,76  | ±1,78  | ±1,33  | ±0,48  | ±1,20  |
| % от живой массы             | 29,01  | 30,93  | 29,55  | 29,59  | 29,13  | 29,98  | 29,26  | 29,12  | 29,91  | 30,40  | 28,63  | 30,65  |
| Каркас и крылья, г           | 63,27  | 70,45  | 64,54  | 81,93  | 67,04  | 80,70  | 66,95  | 82,37  | 64,30  | 80,03  | 69,02  | 81,33  |
| % от живой массы             | 31,88  | 30,05  | 33,02  | 34,19  | 32,55  | 33,08  | 32,18  | 33,59  | 31,42  | 32,83  | 33,66  | 33,56  |

### 3.2. Исследование 2. Продуктивность перепелов породы Радонежские, выращенных на комбикормах растительного типа с рациональным соотношением кальция к фосфору

Динамика живой массы перепелов на фоне рационов с разным содержанием кальция и разным КФО представлены в табл. 29. Сохранность перепелов всех групп составила 100,0%.

Таблица 29 – Динамика живой массы перепелов, n = 75 (опыт 2)

| Показатель                                    | Группы          |                 |                 |                 |                 |
|-----------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                               | 1 к             | 2 о             | 3 о             | 4 о             | 5 о             |
| Сохранность поголовья, %                      | 100,0           | 100,0           | 100,0           | 100,0           | 100,0           |
| Живая масса (г) в возрастах:<br>суточном      | 8,81<br>±0,08   | 8,96<br>±0,06   | 8,73<br>±0,04   | 8,91<br>±0,03   | 8,86<br>±0,06   |
| 1-недельном                                   | 44,64<br>±0,99  | 44,86<br>±0,93  | 44,55<br>±1,11  | 44,41<br>±1,10  | 44,73<br>±0,92  |
| % к контролю                                  | 100,0           | 100,5           | 99,8            | 99,5            | 100,2           |
| 2-недельном                                   | 103,63<br>±1,02 | 103,73<br>±0,76 | 102,59<br>±1,21 | 102,70<br>±1,38 | 103,58<br>±0,91 |
| % к контролю                                  | 100,0           | 100,1           | 99,0            | 99,1            | 100,0           |
| 3-недельном                                   | 168,09<br>±2,39 | 167,75<br>±2,33 | 165,90<br>±2,67 | 165,40<br>±1,87 | 167,59<br>±2,32 |
| % к контролю                                  | 100,0           | 99,8            | 98,7            | 98,4            | 99,7            |
| 4-недельном                                   | 223,71<br>±3,68 | 222,59<br>±3,35 | 219,91<br>±3,15 | 219,24<br>±3,22 | 222,59<br>±3,78 |
| % к контролю                                  | 100,0           | 99,5            | 98,3            | 98,0            | 99,5            |
| 5-недельном                                   | 293,45<br>±3,69 | 292,57<br>±3,42 | 288,75<br>±3,35 | 286,70<br>±3,19 | 292,86<br>±3,25 |
| % к контролю                                  | 100,0           | 99,7            | 98,4            | 97,7            | 99,8            |
| Средняя живая масса в возрасте<br>6-недель, г | 354,5           | 353,1           | 347,8           | 347,1           | 353,4           |
| % к контролю                                  | 100,0           | 99,6            | 98,1            | 97,9            | 99,7            |
| в т.ч. самцы                                  | 329,0<br>±1,82  | 328,0<br>±1,26  | 320,8*<br>±3,38 | 319,5<br>±3,57  | 329,3<br>±1,96  |
| % к контролю                                  | 100,0           | 99,7            | 97,5            | 97,1            | 100,1           |
| самки                                         | 376,5<br>±2,28  | 374,2<br>±3,46  | 372,0<br>±2,07  | 371,6<br>±2,13  | 373,9<br>±2,77  |
| % к контролю                                  | 100,0           | 99,4            | 98,8            | 98,7            | 99,3            |
| Индекс продуктивности, ед.                    | 28,70           | 28,50           | 27,83           | 27,64           | 28,47           |

\*p<0,05

Изучение динамики роста перепелов (по неделям выращивания) показало, что их живая масса в первую неделю жизни была близкой к контролю и составила во всех группах 99,5 - 100,5% по отношению к контролю, с максимумом в группе 2 и минимумом в группе 4. Со 2-й по 5-ю недели выращивания показатели контрольной группы 1 и опытных групп 2 и 5 были близкими, с отклонениями не более 0,5% по отношению к контролю, тогда как в опытных группах 3 и 4 отмечено нарастающее отставание от контроля по живой массе: во 2-ю неделю – на 1,0 и 0,9% соответственно, в 3-ю неделю – на 1,3 и 1,6%, в 4-ю неделю – на 1,7 и 2,0%, в 5-ю неделю – на 1,6 и 2,3%.

В конце выращивания (в 42 дня жизни) отставание опытных групп 3 и 4 от контроля по живой массе в среднем по самцам и самкам составило 1,9 и 2,1% соответственно, тогда как в группах 2 и 5 оно составило лишь 0,4 и 0,3%. По самцам отставание групп 3 и 4 от контроля составило 2,5% ( $p < 0,05$ ) и 2,9% соответственно, по самкам – 1,2 и 1,3%. Самцы группы 2 отставали от контроля всего на 0,3%, а самцы группы 5 превосходили контроль по живой массе на 0,1%; самки этих групп отставали от контроля на 0,6 и 0,7% соответственно.

Среднесуточный прирост живой массы за 42 дня выращивания следовал аналогичной динамике: в группах 3 и 4 он был ниже уровня контроля на 1,9 и 2,2% соответственно, а в группах 2 и 5 – на 0,5 и 0,4 % (табл. 30).

Таблица 30 – Прирост живой массы перепелов (опыт 2)

| Показатель                | Группы |       |       |       |       |
|---------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
|                           | 1 к    | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   |
| Абсолютный прирост, г     | 345,7  | 344,1 | 339,1 | 338,2 | 344,5 |
| % к контролю              | 100,0  | 99,6  | 98,1  | 97,8  | 99,7  |
| Среднесуточный прирост, г | 8,23   | 8,19  | 8,07  | 8,05  | 8,20  |
| % к контролю              | 100,0  | 99,5  | 98,1  | 97,8  | 99,6  |

Отсюда можно заключить, что повышение уровня кальция выше рекомендуемого значения 1,0%, а КФО – с 1,3:1 и 2,2:1 по общему и доступному фосфору соответственно до 1,4 - 1,5:1 по общему и 2,4 - 2,6:1 – по доступному

фосфору оказало негативное влияние на рост перепелов породы Радонежские. При этом снижение уровня кальция до 0,9% (и соответствующее снижение КФО до 1,1:1 и 2,0:1) на всем протяжении выращивания (опытная группа 2) или только во вторую его фазу (опытная группа 5) поддерживало рост перепелов практически на уровне контроля.

Данные по затратам корма на 1 кг прироста живой массы и потребления корма на 1 голову за период откорма перепелов на фоне рационов с разным содержанием кальция и разным КФО представлены в таблице 31.

Таблица 31 – Потребление и затраты корма у перепелов (опыт 2)

| Показатель                                        | Группы |       |       |       |       |
|---------------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
|                                                   | 1 к    | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   |
| Потребление корма на 1 голову за период опыта, кг | 1,017  | 1,015 | 1,009 | 1,011 | 1,018 |
| % к контролю                                      | 100,0  | 99,8  | 99,2  | 99,4  | 100,1 |
| Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг    | 2,941  | 2,950 | 2,976 | 2,990 | 2,956 |
| % к контролю                                      | 100,0  | 100,3 | 101,2 | 101,7 | 100,5 |

Повышение КФО в рационах привело также к снижению потребления корма: в группах 3 и 4 оно было ниже контроля на 0,8 и 0,6% соответственно, тогда как в группе 2 снижение составило лишь 0,2%, а в группе 5 потребление корма было выше контроля на 0,1%, т.е. в этих двух последних группах потребление корма было практически на уровне контроля. Аналогично изменялись также показатели конверсии корма: если в группах 3 и 4 затраты корма на 1 кг прироста живой массы были выше, чем в контрольной группе, на 1,2 и 1,7% соответственно, то в группах 2 и 5 – всего на 0,3 и 0,5%.

Поскольку основной вклад в комплексный индекс эффективности выращивания вносят корма (Гусаков В., 2021), то этот индекс в опытных группах изменялся примерно так же, как и конверсия корма: в группах 3 и 4 он был ниже контроля на 3,03 и 3,69% соответственно, а в группах 2 и 5 – на 0,70 и 0,80% соответственно (рис.5).

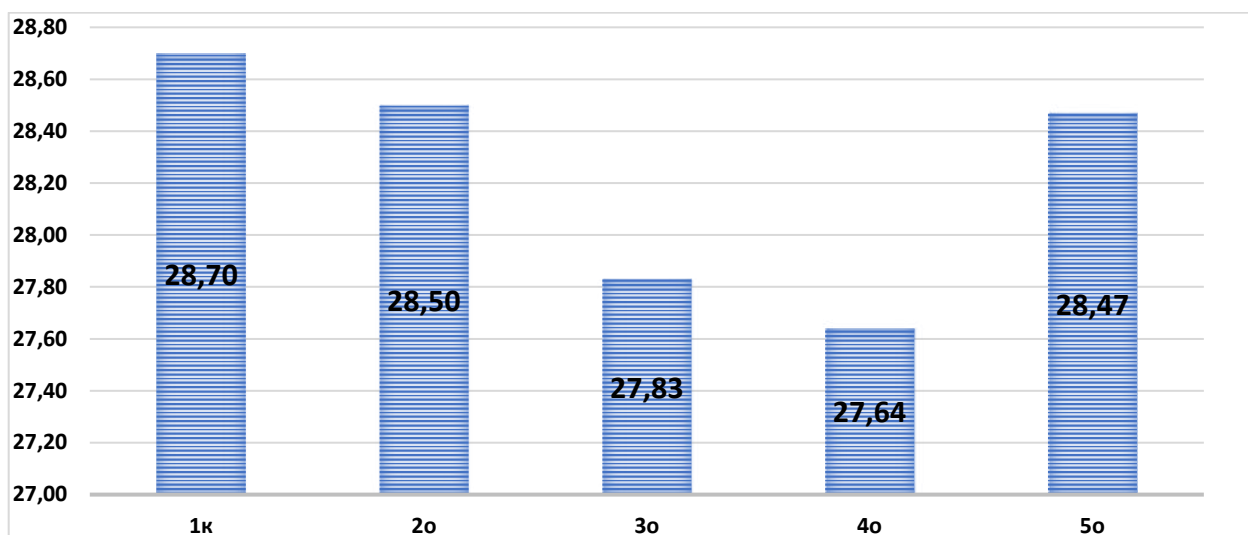


Рисунок 5 – Индекс эффективности выращивания перепелов (ЕРЕФ) (опыт 2)

Данные по переваримости и использованию перепелами питательных веществ рационов представлены в табл. 32. Видно, что по всем изученным показателям, кроме использования кальция и фосфора, опытные группы 3 и 4 отставали от контроля, тогда как показатели опытных групп 2 и 5 были близки к контролю. Так, по переваримости сухого вещества группы 3 и 4 отставали от контроля на 1,0 и 1,6% соответственно, сырой клетчатки – на 0,9 и 1,7%, сырого протеина – на 1,1 и 1,4%, сырого жира – на 1,3 и 1,5%, использование азота – на 1,1 и 1,6%.

Использование фосфора во всех группах составляло 24,5 - 25,5% и было максимальным в контрольной группе и минимальным – в группе 4, тогда как в опытных группах 2, 3 и 5 оно было практически одинаковым (25,0 - 25,1%). Использование кальция во всех группах находилось в пределах 35,3 - 35,9%, с максимумом в контрольной группе и минимумом в группе 2; в группе 4 оно было близким к контролю, а в группах 3 и 5 было ниже контроля на 0,4 и 0,5% соответственно.

Таблица 32 – Переваримость и использование перепелами питательных веществ корма, % (опыт 2)

| Показатель                        | Группы |      |      |      |      |
|-----------------------------------|--------|------|------|------|------|
|                                   | 1 к    | 2 о  | 3 о  | 4 о  | 5 о  |
| Переваримость:<br>сухого вещества | 72,1   | 72,0 | 71,1 | 70,5 | 71,9 |
| клетчатки                         | 20,6   | 20,0 | 19,7 | 18,9 | 20,3 |
| протеина                          | 90,4   | 90,3 | 89,3 | 89,0 | 90,3 |
| жира                              | 76,3   | 75,9 | 75,0 | 74,8 | 76,0 |
| Использование:<br>азота           | 52,1   | 51,9 | 51,0 | 50,5 | 51,8 |
| кальция                           | 35,9   | 35,3 | 35,6 | 35,8 | 35,4 |
| фосфора                           | 25,5   | 25,1 | 25,0 | 24,5 | 25,0 |

Таким образом, можно заключить, что повышение КФО в рационе не ухудшает использование кальция и фосфора организмом перепелов, а сопутствующее отставание в росте связано, скорее всего, со снижением потребления корма и ухудшением переваримости его органических компонентов.

Данные по накоплению витаминов в печени перепелов представлены в табл.33. По накоплению витамина А все опытные группы отставали от уровня контроля: группы 3 и 4 – на 1,30 и 1,57% соответственно, группы 2 и 5 – на 0,74 и 0,75%. По витамину Е группы 3 и 4 отставали от контроля на 5,07 и 8,09%, а группы 2 и 5 превосходили контроль на 5,02 и 3,62% соответственно. Наиболее выраженными были различия по накоплению в печени витамина В<sub>2</sub>: все опытные группы значительно отставали от уровня контрольной группы, причем группы 3 и 4 отставали на 14,91 и 19,18% соответственно, а группы 2 и 5 – на 11,36 и 10,31%.

Таблица 33 – Содержание витаминов в печени перепелов, мкг/г (опыт 2)

| Показатель             | Группы |        |        |        |        |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                        | 1 к    | 2 о    | 3 о    | 4 о    | 5 о    |
| Витамин А              | 151,23 | 150,11 | 149,26 | 148,86 | 150,09 |
| Витамин Е              | 18,53  | 19,46  | 17,59  | 17,03  | 19,20  |
| Витамин В <sub>2</sub> | 12,41  | 11,00  | 10,56  | 10,03  | 11,13  |

Таким образом, витаминная питательность печени перепелов была наилучшей в контроле и несколько более низкой в опытных группах 2 и 5, тогда как качество печени у перепелов групп 3 и 4 было самым низким.

Для дополнительного изучения эффективности использования кальция в организме перепелов была проанализирована толщина и прочность скорлупы первых снесенных ими яиц (табл. 34). Более высокое КФО в рационах групп 3 и 4 при высоком уровне использования кальция привело к тому, что средняя толщина скорлупы яиц от этих групп была выше контроля на 0,29 и 0,58% соответственно, а у яиц от групп, получавших комбикорма с более низким КФО на всем протяжении выращивания (группа 2) или только в конце выращивания, когда начинается разнос (группа 5), этот показатель был ниже контроля на 1,21 и 0,40% соответственно. Аналогично изменялась и прочность скорлупы: в группах 3 и 4 она была выше контроля на 0,70 и 1,25% соответственно, а в группах 2 и 5 – ниже на 1,18 и 0,56%.

Таблица 34 – Показатели качества скорлупы яиц на начальной стадии яйценоскости (опыт 2)

| Показатели                    | 1 к   | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Толщина скорлупы, мкм:        |       |       |       |       |       |
| на тупом конце                | 163,0 | 165,0 | 158,3 | 155,0 | 158,0 |
| на экваторе                   | 177,0 | 174,5 | 175,5 | 175,0 | 169,0 |
| на остром конце               | 181,0 | 175,0 | 188,5 | 194,0 | 191,7 |
| средняя по яйцу               | 173,6 | 171,5 | 174,1 | 174,6 | 172,9 |
| Прочность, кг/см <sup>2</sup> | 1,438 | 1,421 | 1,448 | 1,456 | 1,430 |

Из этих данных следует, что более высокие уровни кальция (выше 1,0 %) и значения КФО (выше 1,3 по общему фосфору и 2,2 – по доступному) рационально

использовать в рационах перепелок-несушек для улучшения качества скорлупы яиц, однако для периода роста они нецелесообразны.

Этот вывод также подтверждают данные по минеральному составу костяка перепелов (табл. 35). Несмотря на более высокие уровни кальция в рационах опытных групп 3 и 4, содержание кальция в большеберцовых костях перепелов этих групп было ниже уровня контроля на 5,50 и 5,41% соответственно, тогда как у групп 2 и 5 – ниже на 2,09 и 1,82%. В группах 3 и 4 содержание в большеберцовой кости сырой золы, фосфора, цинка, меди и марганца также было ниже, чем в контроле и в опытных группах 2 и 5.

Таким образом, повышение КФО в рационах групп 3 и 4 не привело к улучшению качества костяка.

Таблица 35 – Содержание золы, кальция и фосфора, микроэлементов в большеберцовых костях перепелов (опыт 2)

| Группа      | Показатель       |               |              |               |               |                   |
|-------------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|-------------------|
|             | Сырая зола,<br>% | Кальций,<br>% | Фосфор,<br>% | Цинк,<br>мг/г | Медь,<br>мг/г | Марганец,<br>мг/г |
| суточные    |                  |               |              |               |               |                   |
| среднее     | 16,9             | 9,21          | 7,45         | -             | -             | -                 |
| 42-суточные |                  |               |              |               |               |                   |
| 1 к         | 58,65            | 22,54         | 10,09        | 57,41         | 0,12          | 1,71              |
| 2 о         | 57,11            | 22,07         | 9,99         | 56,29         | 0,13          | 1,70              |
| 3 о         | 55,86            | 21,30         | 9,90         | 56,12         | 0,11          | 1,65              |
| 4 о         | 55,78            | 21,32         | 9,68         | 55,03         | 0,11          | 1,61              |
| 5 о         | 57,41            | 22,13         | 10,03        | 56,21         | 0,12          | 1,69              |

Показатели минерального состава крови перепелов приведены в табл. 36. Как и в случае с костяком, повышение КФО в рационах опытных групп 3 и 4 не привело к увеличению концентрации ионизированного кальция в сыворотке крови перепелов, которая была, наоборот, ниже на 6,57 и 4,04% соответственно по сравнению с контролем, где данный показатель был максимальным. В крови опытных групп 2 и 5 концентрация кальция была ниже контроля на 3,54 и 2,02%

соответственно. Концентрация фосфора в сыворотке крови перепелов следовала аналогичной закономерности.

Таблица 36 – Биохимические показатели сыворотки крови перепелов (опыт 2)

| Группа      | Показатель          |                    |                    |                   |                |
|-------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------|
|             | Кальций,<br>ммоль/л | Фосфор,<br>ммоль/л | Натрий,<br>ммоль/л | Калий,<br>ммоль/л | Цинк,<br>мкг/л |
| 42-суточные |                     |                    |                    |                   |                |
| 1 к         | 1,98                | 1,1                | 123,5              | 4,21              | 165,4          |
| 2 о         | 1,91                | 1,0                | 120,7              | 4,00              | 161,9          |
| 3 о         | 1,85                | 0,9                | 127,5              | 4,70              | 164,8          |
| 4 о         | 1,90                | 0,8                | 121,8              | 4,50              | 171,2          |
| 5 о         | 1,94                | 1,0                | 124,4              | 4,10              | 162,3          |

Концентрации натрия, калия и цинка в сыворотке крови 42-суточных перепелов находились в пределах физиологической нормы. При этом концентрация натрия была минимальной в группе 2 и максимальной – в группе 3, без видимой связи с КФО рациона, а концентрация калия была максимальной у групп 3 и 4, на 11,64 и 6,89% соответственно выше по сравнению с контролем, тогда как у групп 2 и 5 она была ниже контроля на 4,99 и 2,61%.

Интересно также отметить, что концентрации цинка в большеберцовой кости и в сыворотке крови перепелов изменялись между группами по-разному. В кости она была максимальной в контроле, минимальной – в опытной группе 4, т.е. при максимальном КФО (ниже контроля на 4,15%), а в группах 2, 3 и 5 разница с контролем составила 1,95; 2,25 и 2,09% соответственно. В крови уровень цинка в контрольной группе был на втором месте, а максимальным он был в группе 4, на 3,51% выше контроля; в опытных группах 2, 3 и 5 он был ниже контроля на 2,12; 0,36 и 1,87% соответственно.

Данные по химическому составу грудных мышц перепелов представлены в табл. 37. Содержание белка в них по всем группам находилось в пределах 20,86-21,56%, с максимумом в группе 5 и минимумом в группе 4; содержание жира было в пределах 2,68 - 2,97%, с максимумом в группе 2 и минимумом в группе 3. Содержание суммы аминокислот составляло 19,87 - 21,03%, с максимумом в группе 5 и минимумом в группах 1 и 4, и при соотношении незаменимых и заменимых аминокислот 1,03-1,04. По содержанию индивидуальных аминокислот выраженных закономерностей в связи с КФО рациона не было.

Таблица 37 – Химический состав грудных мышц перепелов (на естественную влажность), % (опыт 2)

| Показатели                                      | Группа |       |       |       |       |
|-------------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
|                                                 | 1 к    | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   |
| Белок                                           | 21,26  | 21,41 | 21,33 | 20,86 | 21,56 |
| Жир                                             | 2,82   | 2,97  | 2,68  | 2,74  | 2,79  |
| Аминокислоты:                                   |        |       |       |       |       |
| Лизин                                           | 1,86   | 1,76  | 1,97  | 1,99  | 1,93  |
| Гистидин                                        | 0,72   | 0,87  | 0,86  | 0,90  | 0,96  |
| Аргинин                                         | 1,17   | 1,30  | 1,31  | 1,31  | 1,21  |
| Аспарагиновая кислота                           | 2,01   | 2,13  | 2,02  | 1,94  | 1,97  |
| Треонин                                         | 1,01   | 0,99  | 0,90  | 0,91  | 0,96  |
| Серин                                           | 0,82   | 0,83  | 0,85  | 0,87  | 0,96  |
| Глутаминовая кислота                            | 3,24   | 3,15  | 3,23  | 3,06  | 3,32  |
| Пролин                                          | 0,68   | 0,74  | 0,70  | 0,68  | 0,74  |
| Глицин                                          | 0,91   | 0,92  | 1,02  | 0,98  | 1,01  |
| Аланин                                          | 1,17   | 1,22  | 1,19  | 1,14  | 1,24  |
| Цистин                                          | 0,23   | 0,24  | 0,26  | 0,21  | 0,21  |
| Валин                                           | 1,01   | 0,99  | 1,03  | 0,83  | 1,19  |
| Метионин                                        | 0,62   | 0,74  | 0,71  | 0,73  | 0,70  |
| Изолейцин                                       | 1,01   | 0,91  | 0,87  | 0,96  | 1,12  |
| Лейцин                                          | 1,71   | 1,80  | 1,77  | 1,65  | 1,62  |
| Тирозин                                         | 0,74   | 0,69  | 0,66  | 0,85  | 0,87  |
| Фенилаланин                                     | 0,95   | 0,98  | 0,85  | 0,87  | 1,02  |
| Сумма аминокислот                               | 19,87  | 20,26 | 20,21 | 19,87 | 21,03 |
| Незаменимые аминокислоты                        | 10,07  | 10,35 | 10,27 | 10,14 | 10,71 |
| Заменимые аминокислоты                          | 9,80   | 9,91  | 9,94  | 9,73  | 10,32 |
| Соотношение незаменимых и заменимых аминокислот | 1,03   | 1,04  | 1,03  | 1,04  | 1,04  |

Данные по химическому составу ножных мышц перепелов представлены в табл. 38. Содержание белка варьировало в пределах 18,89 - 19,86%, с максимумом в группе 2 и минимумом в группах 1 и 4; жира – 4,13 - 4,97%, с максимумом в группе 3 и минимумом в группе 4; содержание суммы всех аминокислот – 17,48 -19,14%, с максимумом в группе 3 и минимумом в контрольной группе 1. Соотношение незаменимых и заменимых аминокислот находилось в пределах 0,98-0,99; закономерных различий в аминокислотном профиле ножных мышц в зависимости от КФО рациона не обнаружено.

Таблица 38 – Химический состав ножных мышц перепелов (на естественную влажность), % (опыт 2)

| Показатели                                      | Группа |       |       |       |       |
|-------------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
|                                                 | 1 к    | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   |
| Белок                                           | 18,89  | 19,86 | 19,66 | 18,89 | 19,12 |
| Жир                                             | 4,47   | 4,53  | 4,97  | 4,13  | 4,60  |
| Аминокислоты:                                   |        |       |       |       |       |
| Лизин                                           | 1,73   | 1,77  | 1,98  | 1,91  | 1,78  |
| Гистидин                                        | 0,50   | 0,55  | 0,55  | 0,49  | 0,55  |
| Аргинин                                         | 1,19   | 1,27  | 1,40  | 1,13  | 1,37  |
| Аспарагиновая кислота                           | 1,66   | 1,80  | 1,76  | 1,88  | 1,66  |
| Треонин                                         | 0,84   | 1,00  | 0,98  | 1,02  | 0,83  |
| Серин                                           | 0,70   | 0,79  | 0,80  | 0,62  | 0,72  |
| Глутаминовая кислота                            | 3,22   | 3,20  | 3,48  | 3,21  | 3,26  |
| Пролин                                          | 0,61   | 0,72  | 0,72  | 0,72  | 0,78  |
| Глицин                                          | 0,80   | 1,00  | 0,89  | 0,94  | 0,90  |
| Аланин                                          | 1,11   | 1,17  | 1,02  | 0,98  | 1,03  |
| Цистин                                          | 0,20   | 0,21  | 0,18  | 0,14  | 0,21  |
| Валин                                           | 0,97   | 0,94  | 0,92  | 1,03  | 1,06  |
| Метионин                                        | 0,61   | 0,69  | 0,60  | 0,54  | 0,65  |
| Изолейцин                                       | 0,85   | 0,90  | 1,02  | 0,95  | 0,84  |
| Лейцин                                          | 1,45   | 1,55  | 1,50  | 1,40  | 1,43  |
| Тирозин                                         | 0,53   | 0,59  | 0,75  | 0,68  | 0,58  |
| Фенилаланин                                     | 0,51   | 0,57  | 0,58  | 0,57  | 0,55  |
| Сумма аминокислот                               | 17,48  | 18,72 | 19,14 | 18,20 | 18,20 |
| Незаменимые аминокислоты                        | 8,65   | 9,24  | 9,53  | 9,02  | 9,05  |
| Заменимые аминокислоты                          | 8,82   | 9,48  | 9,61  | 9,18  | 9,15  |
| Соотношение незаменимых и заменимых аминокислот | 0,98   | 0,98  | 0,99  | 0,98  | 0,99  |

Можно констатировать, что КФО рациона не оказало существенного влияния на химический состав грудных и ножных мышц перепелов, хотя можно отметить, что на уровне тенденции мышцы птицы групп 3 и 4, получавших комбикорма с максимальными значениями КФО, характеризовались несколько меньшей пищевой ценностью.

Мясные качества перепелов представлены в табл. 39. Масса потрошеной тушки и убойный выход и у самцов, и у самок в опытных группах 3 и 4 были несколько ниже, чем в контрольной группе 1 и опытных группах 2 и 5, хотя существенных различий между группами не отмечено. Так, по самцам убойный выход во всех группах находился в пределах 66,69 - 67,80% с максимумом в группах 1 и 5, по самкам – в пределах 69,45 - 70,15% с максимумом в тех же группах 1 и 5. Различия между группами по массе и выходу отдельных частей тушек и съедобных внутренних органов, в целом, были несущественными; выраженных закономерностей в связи с КФО рациона не обнаружено.

Таким образом, результаты опыта 2 показали, что по скорости роста, эффективности использования кормов, переваримости питательных веществ рационов (особенно органических), качеству костяка, накоплению витаминов в печени, а также некоторым показателям химического состава грудных и бедренных мышц и мясной продуктивности перепелов породы Радонежские лучше результаты отмечены в группах 1 и 2, получавших рационы с КФО 1,3:1 и 1,1:1 по общему фосфору и 2,2:1 и 2,0:1 – по доступному, а повышение КФО до 1,4:1 и 1,5:1 по общему фосфору и 1,4:1 и 1,5:1 – по доступному (группы 3 и 4) привело к снижению продуктивности. Следует также отметить, что использование рациона с дифференцированным КФО (группа 5: КФО по общему фосфору 1,3:1 в первую фазу выращивания и 1,1:1 – во вторую) также дало хорошие зоотехнические результаты выращивания перепелов, сопоставимые с результатами групп 1 и 2.

Таблица 39 – Мясные качества перепелов в 6-недельном возрасте, n=3 (опыт 2)

| Показатель                   | Группа |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                              | 1к     |        | 2о     |        | 3о     |        | 4о     |        | 5о     |        |
|                              | ♂      | ♀      | ♂      | ♀      | ♂      | ♀      | ♂      | ♀      | ♂      | ♀      |
| Живая масса, г               | 327,8  | 374,5  | 326,4  | 371,8  | 318,7  | 370,6  | 316,9  | 370,8  | 326,6  | 370,9  |
| Масса потрошеной тушки, г    | 222,25 | 262,71 | 220,78 | 259,92 | 213,53 | 258,60 | 211,34 | 257,52 | 221,40 | 259,96 |
| Убойный выход, %             | 67,80  | 70,15  | 67,64  | 69,91  | 67,00  | 69,78  | 66,69  | 69,45  | 67,79  | 70,09  |
| Масса бедра, г               | 32,52  | 33,81  | 29,53  | 33,55  | 32,61  | 36,82  | 30,42  | 34,43  | 32,51  | 37,62  |
|                              | ±0,91  | ±0,75  | ±0,38  | ±0,18  | ±0,38  | ±0,48  | ±1,25  | ±1,77  | ±0,88  | ±1,77  |
| % от живой массы             | 9,91   | 9,02   | 9,03   | 9,01   | 10,22  | 9,92   | 9,59   | 9,27   | 9,95   | 10,13  |
| Масса голени, г              | 18,30  | 21,95  | 17,85  | 20,03  | 19,50  | 20,51  | 18,85  | 18,86  | 20,01  | 21,08  |
|                              | ±0,03  | ±0,55  | ±0,22  | ±0,08  | ±0,10  | ±0,56  | ±0,88  | ±0,33  | ±0,15  | ±0,98  |
| % от живой массы             | 5,58   | 5,86   | 5,46   | 5,38   | 6,00   | 5,53   | 5,94   | 5,08   | 6,12   | 5,68   |
| Масса сердца, г              | 2,53   | 2,46   | 2,53   | 2,88   | 2,40   | 2,66   | 2,43   | 2,75   | 2,48   | 2,61   |
|                              | ±0,08  | ±0,15  | ±0,07  | ±0,09  | ±0,02  | ±0,09  | ±0,01  | ±0,02  | ±0,05  | ±0,17  |
| % от живой массы             | 0,77   | 0,65   | 0,77   | 0,77   | 0,75   | 0,71   | 0,76   | 0,74   | 0,75   | 0,70   |
| Масса печени, г              | 6,63   | 9,12   | 8,73   | 10,50  | 6,63   | 8,90   | 8,50   | 10,86  | 8,56   | 9,05   |
|                              | ±0,21  | ±0,18  | ±0,28  | ±0,17  | ±0,11  | ±0,27  | ±0,28  | ±0,46  | ±0,12  | ±0,77  |
| % от живой массы             | 2,02   | 2,43   | 2,67   | 2,82   | 2,08   | 2,40   | 2,68   | 2,93   | 2,62   | 2,44   |
| Масса мышечного желудка, г   | 5,03   | 6,6    | 5,26   | 6,36   | 5,03   | 5,83   | 5,76   | 5,73   | 5,30   | 6,71   |
|                              | ±0,02  | ±0,18  | ±0,08  | ±0,21  | ±0,11  | ±0,16  | ±0,88  | ±0,14  | ±0,04  | ±0,33  |
| % от живой массы             | 1,53   | 1,76   | 1,61   | 1,71   | 1,57   | 1,57   | 1,81   | 1,54   | 1,62   | 1,80   |
| Масса железистого желудка, г | 1,13   | 1,26   | 1,26   | 1,53   | 1,26   | 1,23   | 1,30   | 1,46   | 1,13   | 1,23   |
|                              | ±0,02  | ±0,05  | ±0,01  | ±0,04  | ±0,04  | ±0,05  | ±0,05  | ±0,04  | ±0,01  | ±0,07  |
| % от живой массы             | 0,34   | 0,33   | 0,38   | 0,41   | 0,39   | 0,33   | 0,41   | 0,39   | 0,34   | 0,33   |
| Масса грудки, г              | 89,15  | 103,25 | 83,25  | 100,95 | 87,6   | 105,21 | 87,52  | 100,15 | 91,78  | 108,53 |
|                              | ±1,15  | ±2,15  | ±1,22  | ±1,04  | ±0,98  | ±0,77  | ±0,74  | ±1,55  | ±1,25  | ±4,11  |
| % от живой массы             | 27,19  | 27,57  | 25,50  | 27,15  | 27,48  | 28,38  | 27,61  | 27,00  | 28,10  | 29,26  |
| Каркас и крылья, г           | 82,27  | 103,7  | 90,15  | 105,39 | 73,80  | 96,06  | 74,55  | 104,08 | 77,10  | 92,73  |
| % от живой массы             | 25,10  | 27,69  | 27,62  | 28,35  | 23,16  | 25,92  | 23,52  | 28,07  | 23,61  | 25,00  |

### **3.3. Исследование 3. Продуктивность перепелов породы Радонежские, выращенных на комбикормах растительного типа с различным соотношением кальция и фосфора при пониженном уровне фосфора и включении концентрированного фитазного ферментного препарата Берзайм-Р**

Динамика показателей средней живой массы перепелов в период выращивания представлены в табл. 40. Сохранность поголовья во всех группах была 100%-ной, за исключением групп 1 и 2, где она составила 97,14%. Вскрытие павшей птицы показало, что ее отход не был связан с изучаемыми кормовыми факторами.

Снижение уровня фосфора (или повышение КФО) при постоянном уровне кальция в группах, не получавших препарат фитазы, приводило к дозозависимому ухудшению роста перепелов на всем протяжении периода их выращивания. При уровне кальция 1,0% отставание по средней живой массе в 6 недель от контрольной группы 1 у опытных групп 2 и 4 составило 1,0 и 1,8% соответственно; отдельно по самцам оно составило 0,7 и 0,5%, по самкам – 1,2 и 2,9%. При уровне кальция 0,9% отставание по средней живой массы от контрольной группы 6 у опытных групп 7 и 9 составило 1,5 и 3,0%, по самцам – 1,5 и 1,8%, по самкам – 1,5 и 4,1% соответственно. Видно, что при минимальном уровне фосфора при обоих уровнях кальция (группы 4 и 9) отставание по живой массы от соответствующих контрольных групп (группы 1 и 6) было наибольшим.

Сравнение групп, получавших одинаковые уровни фосфора при разных уровнях кальция и при отсутствии фитазы в рационах, показывает, что более низкий уровень кальция (0,9%) несколько ухудшал рост перепелов в сравнении с более высоким его уровнем (1,0%).

Таблица 40 – Динамика живой массы перепелов за весь период выращивания, n= 35 (опыт 3)

| Показатель                                  | Группа          |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|---------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                             | 1 к             | 2 о             | 3 о             | 4 о             | 5 о             | 6 к             | 7 о             | 8 о             | 9 о             | 10 о            |
| Сохранность поголовья, %                    | 97,14           | 97,14           | 100,0           | 100,0           | 100,0           | 100,0           | 100,0           | 100,0           | 100,0           | 100,0           |
| Живая масса (г) в<br>возрастах: суточные, г | 8,66<br>± 0,07  | 8,56<br>±0,14   | 8,69<br>±0,15   | 8,87<br>±0,14   | 8,83<br>±0,154  | 8,80<br>±0,11   | 8,90<br>±0,13   | 8,59<br>±0,12   | 8,72<br>±0,11   | 8,73<br>±0,11   |
| 1-недельном                                 | 49,87<br>±0,81  | 49,77<br>±1,06  | 50,07<br>±0,86  | 49,62<br>±0,90  | 49,97<br>±0,79  | 49,92<br>±0,62  | 49,47<br>±0,74  | 46,62<br>±0,94  | 49,17<br>±0,7   | 49,22<br>±0,91  |
| % к контролю                                | 100,0           | 99,8            | 100,4           | 99,5            | 100,2           | 100,1           | 99,2            | 99,5            | 98,6            | 98,7            |
| 2-недельном                                 | 104,03<br>±2,13 | 103,78<br>±2,77 | 104,97<br>±1,86 | 103,09<br>±2,27 | 105,07<br>±2,16 | 103,71<br>±2,09 | 102,68<br>±2,29 | 103,82<br>±2,40 | 102,47<br>±2,55 | 102,99<br>±2,77 |
| % к контролю                                | 100,0           | 99,5            | 100,9           | 99,1            | 101,0           | 99,7            | 98,7            | 99,8            | 98,5            | 99,0            |
| 3-недельном                                 | 169,97<br>±2,21 | 169,46<br>±2,78 | 173,03<br>±3,53 | 168,27<br>±2,22 | 172,52<br>±2,71 | 168,95<br>±2,18 | 167,08<br>±2,17 | 170,14<br>±2,30 | 166,40<br>±0,97 | 169,12<br>±2,31 |
| % к контролю                                | 100,0           | 99,7            | 101,8           | 99,0            | 101,5           | 99,4            | 98,3            | 100,1           | 97,9            | 99,5            |
| 4-недельном                                 | 231,68<br>±3,17 | 230,75<br>±2,39 | 237,01<br>±2,56 | 227,97<br>±2,92 | 236,31<br>±3,42 | 230,52<br>±2,72 | 227,05<br>±3,38 | 233,30<br>±3,33 | 225,42<br>±2,89 | 231,91<br>±2,5  |
| % к контролю                                | 100,0           | 99,6            | 102,3           | 98,4            | 102,0           | 99,5            | 98,0            | 100,7           | 97,3            | 100,1           |
| 5-недельном                                 | 299,23<br>±2,75 | 297,43<br>±3,18 | 306,71<br>±2,89 | 295,34<br>±4,03 | 305,51<br>±3,43 | 297,73<br>±4,18 | 293,25<br>±4,13 | 303,12<br>±3,77 | 289,06<br>±3,15 | 300,42<br>±3,09 |
| % к контролю                                | 100,0           | 99,4            | 102,5           | 98,6            | 102,0           | 99,5            | 97,5            | 101,3           | 96,6            | 100,4           |

Продолжение таблицы 40

|                                               |                |                 |                   |                |                   |                |                |                  |                |                |
|-----------------------------------------------|----------------|-----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|
| Средняя живая масса в<br>возрасте 6-недель, г | 337,8          | 334,4           | 347,3             | 331,7          | 346,7             | 335,1          | 330,0          | 340,8            | 325,0          | 338,5          |
| % к контролю 1                                | 100,0          | 99,0            | 102,8             | 98,2           | 102,6             | 99,2           | 97,7           | 100,9            | 96,2           | 100,2          |
| % к контролю 2                                | -              | -               | -                 | -              | -                 | 100,0          | 98,5           | 101,7            | 97,0           | 101,0          |
| в т.ч. самцы                                  | 312,4<br>±1,6  | 310,10<br>±2,01 | 323,7***<br>±1,97 | 310,9<br>±2,10 | 324,7***<br>±1,67 | 312,8<br>±2,8  | 308,1<br>±2,16 | 318,3**<br>±1,25 | 307,1<br>±2,27 | 313,4<br>±2,04 |
| % к контролю 1                                | 100            | 99,3            | 103,6             | 99,5           | 103,9             | 100,1          | 98,6           | 101,9            | 98,3           | 100,3          |
| % к контролю 2                                | -              | -               | -                 | -              | -                 | 100,0          | 98,5           | 101,8            | 98,2           | 100,2          |
| самки                                         | 363,2<br>±4,58 | 358,7<br>±3,5   | 370,8<br>±3,7     | 352,5<br>±4,03 | 368,7<br>±2,69    | 357,4<br>±2,72 | 351,9<br>±4,49 | 363,3<br>±3,51   | 342,8<br>±5,97 | 363,6<br>±4,08 |
| % к контролю 1                                | 100            | 98,8            | 102,0             | 97,1           | 101,5             | 98,4           | 96,9           | 100,3            | 94,3           | 100,1          |
| % к контролю 2                                | -              | -               | -                 | -              | -                 | 100,0          | 98,5           | 101,7            | 95,9           | 101,7          |

Так, средняя живая масса в 6 недель у контрольной группы 6 отставала от контрольной группы 1 на 0,8%; со снижением уровня фосфора (пары групп 2 и 7, 4 и 9) эта тенденция становилась более выраженной. Живая масса самцов в этом возрасте в контрольной группе 6 даже слегка (на 0,1%) превосходила соответствующий показатель контрольной группы 1, а в опытных группах 7 и 9 отставала от опытных групп 2 и 4; по самкам отставание этих групп, получавших более низкий уровень кальция, от групп, получавших более высокий его уровень (при одинаковом уровне фосфора) было более выраженным, так, в контрольных группах это отставание составило 1,6%.

Среднесуточный прирост живой массы следовал аналогичной закономерности. Среди всех групп, не получавших ферментный препарат, он был максимальным в контрольной группе 1; в опытных группах 2 и 4 отставал от уровня этой группы на 1,0 и 1,9% соответственно, в контрольной группе 6 – на 0,9%, в опытных группах 7 и 9 – на 2,4 и 4,0%. Отставание опытных групп 7 и 9 от контрольной группы 6 по данному показателю составило 1,5 и 3,1% соответственно.

Таким образом, динамика роста перепелов при выращивании до 6 недель показывает, что при снижении как уровня кальция, так и уровня фосфора в рационе при отсутствии в нем фитазного препарата и живая масса, и скорость ее прироста ухудшаются (*Способ повышения качества костяка молодняка перепелов, патент №2811137*).

Ввод фитазного препарата Берзайм-Р позволил не только скомпенсировать этот негативный эффект снижения кальциево-фосфорной питательности рационов на рост перепелов, что видно из сопоставления данных по группам, получавшим рационы одинаковой питательности без включения и с включением фермента, но и превзойти показатели контроля. Так, при более высоком уровне кальция ввод фитазы в рационы опытных групп 3 и 5 позволил повысить среднюю живую массу перепелов по сравнению с контрольной группой 1 на 2,8 и 2,6% соответственно, а опытных групп 8 и 10 по сравнению с контрольной группой 6 – на 1,7 и 1,0%. При этом самцы лучше отреагировали на ввод в рационы фитазы: превосходство самцов

групп 3 и 5 над контрольной группой 1 по живой массе в 6 недель составило соответственно 3,6 и 3,9%, тогда как самок – 2,0 и 1,5%; превосходство самцов групп 8 и 10 над контрольной группой 6 составило 1,8 и 0,2%, самок – 0,3 и 0,1%.

Среднесуточный прирост живой массы в опытных группах 3 и 5, получавших фитазу, превысил показатель контрольной группы 1 на 2,8 и 2,6% соответственно, а групп 8 и 10 по сравнению с контрольной группой 6 – на 1,8 и 1,0% (табл. 41).

Таблица 41 – Прирост живой массы перепелов (опыт 3)

| Показатель                | Группы |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                           | 1 к    | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   | 6 к   | 7 о   | 8 о   | 9 о   | 10 о  |
| Абсолютный прирост, г     | 329,1  | 325,8 | 338,6 | 322,8 | 337,9 | 326,3 | 321,1 | 332,2 | 316,3 | 329,8 |
| % к контролю 1            | 100,0  | 99,0  | 102,9 | 98,1  | 102,7 | 99,1  | 97,6  | 100,9 | 96,1  | 100,2 |
| % к контролю 2            | -      | -     | -     | -     | -     | 100,0 | 98,5  | 101,8 | 96,9  | 101,1 |
| Среднесуточный прирост, г | 7,84   | 7,76  | 8,06  | 7,69  | 8,04  | 7,77  | 7,65  | 7,91  | 7,53  | 7,85  |
| % к контролю 1            | 100,0  | 99,0  | 102,8 | 98,1  | 102,6 | 99,1  | 97,6  | 100,9 | 96,0  | 100,1 |
| % к контролю 2            | -      | -     | -     | -     | -     | 100,0 | 98,5  | 101,8 | 96,9  | 101,0 |

По влиянию ферментного препарата Берзайм-Р на динамику роста живой массы можно заключить, что он успешно компенсирует негативный эффект от повышения КФО за счет снижения уровней общего и доступного фосфора. При этом положительный эффект данного фитазного препарата на рост был лучше выражен при более высоком уровне кальция: так, средняя живая масса перепелов в 6 недель в контрольной группе 6 (уровень кальция 0,9%) была ниже по сравнению с контрольной группой 1 (уровень кальция 1,0% при аналогичном уровне фосфора) на 0,8%.

Потребление корма за период опыта по всем группам находилось в пределах от 0,974 (группа 5) до 1,007 кг/голову (группа 7) и под влиянием изучаемых кормовых факторов менялось менее однородно, чем живая масса. При более высоком уровне кальция повышение КФО (за счет снижения уровня фосфора) без ввода препарата фитазы привело к повышению данного показателя в группах 2 и 4

по сравнению с контрольной группой 1 на 0,3 и 0,8% соответственно, тогда как при параллельном вводе фитазы (группы 3 и 5) он снизился по сравнению с контрольной группой 1 на 3,7 и 4,3%. При более низком уровне кальция повышение КФО без использования в рационах фитазы, наоборот, привело к повышению потребления корма в группах 7 и 9 по сравнению с контрольной группой 6 на 0,1 и 0,5% соответственно, тогда как ввод фитазы (группы 8 и 10) повысил его по сравнению с контрольной группой 6 на 2,0 и 1,7% соответственно (табл.42).

Таблица 42 – Потребление и затраты корма у перепелов (опыт 3)

| Показатель                                        | Группы |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                   | 1 к    | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   | 6 к   | 7 о   | 8 о   | 9 о   | 10 о  |
| Потребление корма на 1 голову за период опыта, кг | 0,991  | 0,994 | 0,982 | 0,999 | 0,974 | 0,987 | 0,986 | 1,007 | 0,982 | 1,004 |
| % к контролю 1                                    | 100,0  | 100,3 | 99,1  | 100,8 | 98,3  | 100,4 | 99,6  | 101,0 | 99,1  | 101,3 |
| % к контролю 2                                    | -      | -     | -     | -     | -     | 100,0 | 99,9  | 102,0 | 99,5  | 101,7 |
| Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг    | 3,012  | 3,051 | 2,901 | 3,093 | 2,883 | 3,025 | 3,071 | 3,032 | 3,106 | 3,044 |
| % к контролю 1                                    | 100,0  | 101,3 | 96,3  | 102,7 | 95,7  | 100,4 | 102,0 | 100,7 | 103,1 | 101,1 |
| % к контролю 2                                    | -      | -     | -     | -     | -     | 100,0 | 101,5 | 100,2 | 102,7 | 100,6 |

Затраты корма на 1 кг прироста живой массы (или конверсия корма) по всем группам находились в пределах от 2,883 (группа 5) до 3,106 кг (группа 9), причем при более высоком уровне кальция (группы 1-5) они были, в целом, ниже, чем при более низком: в группах 6 - 10 данный показатель был выше уровня контрольной группы 1 на 0,4 - 3,1%.

Следует также отметить, что конверсия корма лучше реагировала на ввод в рационы фитазы при более высоком уровне в них кальция. При уровне кальция 1,0% (группы 1-5) повышение КФО без использования фитазы (группы 2 и 4) привело к ухудшению данного показателя по сравнению с контрольной группой 1 на 1,3 и 2,7% соответственно, тогда как ввод фитазы на фоне аналогичных значений

КФО (группы 3 и 5) улучшил конверсию корма по сравнению с контрольной группой 1 на 3,7 и 4,3%. При более низком уровне кальция (группы 6-10) конверсия корма во всех опытных группах, включая группы, получавшие фитазу, превосходила уровень контрольной группы 6 на 0,2 - 2,7%.

Можно заключить, что данные по потреблению и продуктивному использованию кормов свидетельствуют о следующем: 1) повышение КФО в растительных комбикормах для перепелов при постоянном уровне кальция приводит к ухудшению конверсии корма; 2) ввод фитазы в комбикорма с повышенными значениями КФО (за счет снижения уровней общего и доступного фосфора) повышает эффективность кормления лишь при более высоком уровне кальция (1,0%), а при более низком (0,9%) практически не оказывает положительного эффекта.

Индекс эффективности выращивания перепелов значительно различался между группами (рис.6).

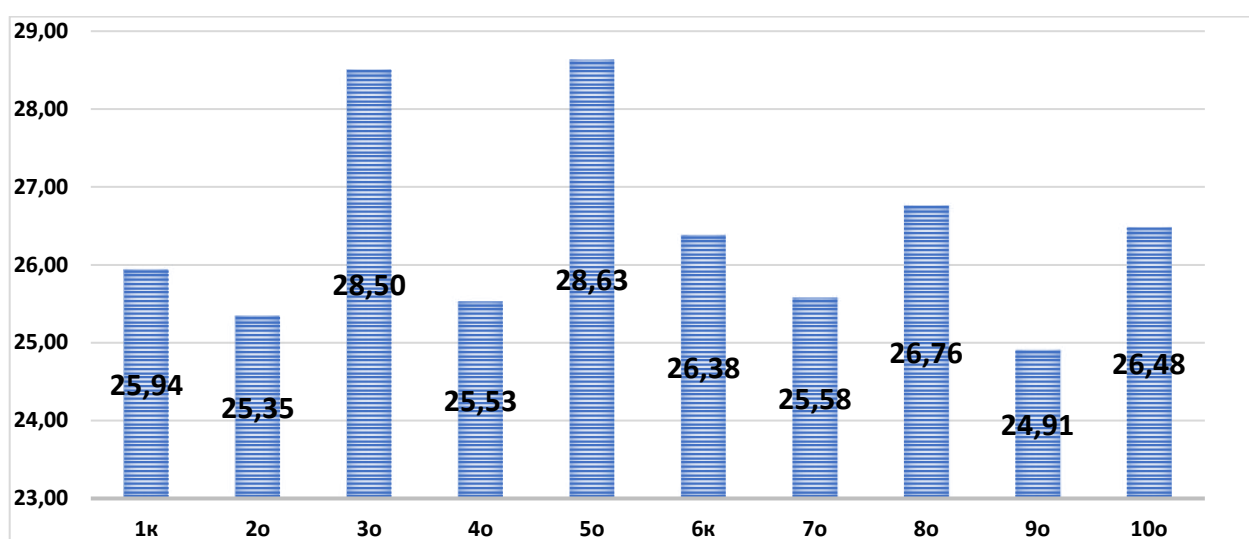


Рисунок 6 – Индекс эффективности выращивания перепелов (EPEF) (опыт 3)

Индекс продуктивности перепелов за 6 недель выращивания по всем группам находился в пределах от 24,91 (группа 9) до 28,63 (группа 5). При более высоком уровне кальция (1,0%, группы 1 - 5) повышение КФО без ввода фермента (группы 2 и 4) привело к снижению данного индекса по сравнению с контрольной группой

1 на 2,3 и 1,6 % соответственно, а ввод фитазы в рационы с аналогичными повышенными значениями КФО (группы 3 и 5) позволили повысить его по сравнению с контрольной группой 1 на 9,9 и 10,4%. При более низком уровне кальция (0,9%, группы 6 - 10) аналогичное повышение КФО без использования фермента (группы 7 и 9) привело к более выраженному снижению индекса продуктивности по сравнению с контрольной группой 6, на 3,0 и 5,6% соответственно, а ввод фитазы в рационы с аналогичными КФО (группы 8 и 10) позволил превысить показатель контрольной группы 6 лишь на 1,4 и 0,4%.

Можно заключить, что по комплексу зоотехнических показателей выращивания перепелов лучшей в опыте 3 оказалась опытная группа 5, получавшая комбикорма с более высоким уровнем кальция (1,0%), более высоким значением КФО (т.е. самым низким уровнем общего и доступного кальция, 0,65 и 0,35% соответственно), а также с добавкой фитазного препарата Берзайм-Р в дозе 12 г/т комбикорма.

Таблица 43 – Переваримость и использование питательных веществ корма, % (опыт 3)

| Показатель      | Группы |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                 | 1 к    | 2 о  | 3 о  | 4 о  | 5 о  | 6 к  | 7 о  | 8 о  | 9 о  | 10 о |
| Переваримость:  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| сухого вещества | 72,6   | 71,9 | 73,5 | 71,3 | 73,7 | 72,4 | 71,1 | 72,8 | 70,3 | 72,5 |
| протеина        | 94,7   | 93,9 | 95,0 | 92,8 | 95,2 | 94,1 | 92,0 | 94,6 | 91,5 | 94,0 |
| жира            | 82,4   | 81,7 | 86,6 | 81,3 | 87,1 | 82,0 | 80,7 | 82,4 | 80,1 | 82,2 |
| клетчатки       | 22,1   | 21,7 | 23,2 | 21,0 | 23,9 | 22,0 | 21,1 | 21,9 | 19,9 | 22,7 |
| Использование:  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| азота           | 52,5   | 51,3 | 54,0 | 50,8 | 54,9 | 52,3 | 50,4 | 52,0 | 48,4 | 51,9 |
| кальция         | 31,8   | 31,0 | 36,9 | 30,3 | 36,8 | 31,0 | 29,3 | 31,9 | 28,7 | 31,7 |
| фосфора         | 28,0   | 27,6 | 30,0 | 27,4 | 30,4 | 27,7 | 26,9 | 27,3 | 26,1 | 27,0 |

Данные балансового опыта по изучению переваримости и использования питательных веществ комбикормов (табл. 43) также показывают превосходство опытной группы 5. Она характеризовалась самой высокой среди всех групп

переваримостью сухого вещества рациона (выше остальных групп на 0,2 - 3,4%), сырого протеина (на 0,2 - 3,7%), сырого жира (на 0,5 - 7,0%), сырой клетчатки (на 0,7 - 4,0%), наилучшим использованием азота (на 0,9 - 6,5%) и фосфора (на 0,4 - 4,3%). Лишь по использованию кальция группа 5 незначительно (всего на 0,1%) уступала опытной группе 3, которая, в целом, находилась на втором месте по показателям переваримости и использования питательных веществ. Наихудшей была опытная группа 9, получавшая рацион с самым высоким КФО при более низком уровне кальция и без добавки фитазного препарата.

По содержанию витаминов А, Е и В<sub>2</sub> в печени перепелов опытная группа 5 также превосходила все остальные группы (табл. 44); на втором месте была опытная группа 3.

Таблица 44 – Содержание витаминов в печени перепелов, мкг/г (опыт 3)

| Группа | Показатель |           |                        |
|--------|------------|-----------|------------------------|
|        | Витамин А  | Витамин Е | Витамин В <sub>2</sub> |
| 1 к    | 143,41     | 10,12     | 15,15                  |
| 2 о    | 141,03     | 9,85      | 14,48                  |
| 3 о    | 145,55     | 10,19     | 15,23                  |
| 4 о    | 139,24     | 9,37      | 14,34                  |
| 5 о    | 146,07     | 10,22     | 15,34                  |
| 6 к    | 143,05     | 9,88      | 14,59                  |
| 7 о    | 139,88     | 8,85      | 13,94                  |
| 8 о    | 143,95     | 10,19     | 14,22                  |
| 9 о    | 138,01     | 8,95      | 13,86                  |
| 10 о   | 142,10     | 9,95      | 15,01                  |

Изучение минерального состава большеберцовой кости перепелов (табл. 45) показало, что качество костяка было наилучшим у опытных групп 5 и 3. Так, по содержанию сырой золы большеберцовые кости перепелов группы 5 превосходили все остальные группы на 0,32 - 2,78%, кальция – на 0,15 - 1,79%, уступая лишь

группе 3 (на 0,18%). По содержанию цинка и марганца костяк перепелов группы 5 также превосходил все остальные группы, а содержание меди между группами различалось незначительно.

Интересно отметить, что по содержанию фосфора в большеберцовых костях группы 1 - 4 уступали группе 5 (на 0,11 - 0,52%), тогда как при более низком уровне кальция группы, не получавшие фитазу (группы 6к, 7 и 9), уступали группе 5 на 0,15 - 0,36%, тогда как группы 8 и 10, получавшие фитазу, были по этому показателю практически на одном уровне с группой 5.

Таблица 45 – Содержание золы, кальция, фосфора и микроэлементов в большеберцовых костях перепелов (опыт 3)

| Группа      | Показатель       |               |              |               |               |                   |
|-------------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|-------------------|
|             | Сырая зола,<br>% | Кальций,<br>% | Фосфор,<br>% | Цинк,<br>мг/г | Медь,<br>мг/г | Марганец,<br>мг/г |
| суточные    |                  |               |              |               |               |                   |
| среднее     | 19,0             | 9,50          | 5,04         | -             | -             | -                 |
| 42-суточные |                  |               |              |               |               |                   |
| 1 к         | 54,80            | 21,34         | 9,46         | 56,73         | 0,11          | 1,66              |
| 2 о         | 54,30            | 21,71         | 9,25         | 56,72         | 0,12          | 1,65              |
| 3 о         | 55,47            | 22,04         | 9,44         | 57,09         | 0,13          | 1,78              |
| 4 о         | 53,34            | 21,04         | 9,05         | 56,77         | 0,13          | 1,63              |
| 5 о         | 55,79            | 21,86         | 9,57         | 57,21         | 0,13          | 1,82              |
| 6 к         | 54,71            | 20,32         | 9,42         | 56,71         | 0,11          | 1,64              |
| 7 о         | 53,75            | 20,19         | 9,21         | 56,65         | 0,11          | 1,62              |
| 8 о         | 54,21            | 20,80         | 9,61         | 56,70         | 0,12          | 1,70              |
| 9 о         | 53,01            | 20,07         | 9,28         | 56,62         | 0,10          | 1,64              |
| 10 о        | 54,25            | 20,60         | 9,57         | 56,67         | 0,11          | 1,65              |

Показатели минерального состава сыворотки крови 42-суточных перепелов представлены в табл. 46. По содержанию кальция группы, получавшие более высокий его уровень в рационе (группы 1-5, 2,95-3,20 ммоль/л), закономерно

превосходили группы 6-10 (2,50-2,90 ммоль/л), получавшие более низкий уровень кальция, что снижало депо этого элемента в крови. Среди групп 1-5 по данному показателю лидировала контрольная группа 1, за ней следовали опытные группы 3 и 5.

Таблица 46 – Биохимические показатели сыворотки крови перепелов (опыт 3)

| Группа      | Показатель          |                    |                    |                   |                |
|-------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------|
|             | Кальций,<br>ммоль/л | Фосфор,<br>ммоль/л | Натрий,<br>ммоль/л | Калий,<br>ммоль/л | Цинк,<br>мкг/л |
| 42-суточные |                     |                    |                    |                   |                |
| 1 к         | 3,20                | 1,1                | 168,90             | 4,3               | 168,00         |
| 2 о         | 3,00                | 1,0                | 165,70             | 4,0               | 166,70         |
| 3 о         | 3,15                | 1,2                | 167,10             | 4,5               | 171,50         |
| 4 о         | 2,95                | 0,9                | 161,10             | 3,8               | 163,60         |
| 5 о         | 3,10                | 1,3                | 169,00             | 4,3               | 173,60         |
| 6 к         | 2,80                | 1,0                | 166,20             | 4,2               | 164,10         |
| 7 о         | 2,70                | 0,8                | 157,80             | 3,9               | 159,20         |
| 8 о         | 2,90                | 1,0                | 165,20             | 4,1               | 165,00         |
| 9 о         | 2,50                | 0,7                | 154,40             | 3,5               | 157,90         |
| 10 о        | 2,80                | 0,9                | 167,20             | 3,9               | 167,50         |

Концентрация фосфора в сыворотке крови зависела, с одной стороны, от его уровня в рационе, а с другой – от ввода в рацион фитазы. При повышении КФО в рационе (за счет снижения уровня фосфора) в отсутствие фермента этот показатель снижался, а ввод фермента повышал его выше уровня контроля (опытные группы 3 и 5) или до уровня контроля (опытные группы 8 и 10). Можно констатировать, что величина депо фосфора в крови и его реакция на ввод в рацион фитазы были лучше при более высоком уровне кальция в рационе.

Концентрации в сыворотке крови натрия, калия и цинка, в целом, следовали аналогичной фосфору закономерности. По концентрации натрия и цинка

лидировала группа 5; по концентрации калия группа 5 была на одном уровне с группой 1к и уступала группе 3.

Можно констатировать, что ввод фитазы Берзайм-Р в рационы перепелов при разных уровнях кальция и разных значениях КФО в рационе способствовало улучшению показателей минерального состава крови, причем эти улучшения были лучше выражены при более высоком уровне кальция.

Показатели толщины и прочности скорлупы яиц перепелок на ранней стадии яичной продуктивности (табл. 47) были выше при более высоком уровне кальция в рационе (в группах 1-5) и возрастали при использовании препарата фитазы. Средняя толщина скорлупы была самой высокой в опытных группах 3 и 5, прочность (в кг/см<sup>2</sup>) – в группах 5 и 3. Можно также отметить, что толщина скорлупы в группе 3 была выше, чем в группе 5, на тупом конце и ниже – на остром, при практически одинаковой толщине на экваторе яйца.

Таблица 47 – Показатели качества скорлупы яиц на начальной стадии яйценоскости (опыт 3)

| Показатель                    | Группа |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                               | 1 к    | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   | 6 к   | 7 о   | 8 о   | 9 о   | 10 о  |
| Толщина скорлупы, мкм:        |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| на тупом конце                | 167,2  | 167,8 | 190,9 | 161,2 | 184,0 | 165,6 | 161,2 | 165,8 | 160,4 | 161,4 |
| на экваторе                   | 172,4  | 170,6 | 189,1 | 172,8 | 189,2 | 170,2 | 164,8 | 170,0 | 165,2 | 166,8 |
| на остром                     | 177,8  | 175,6 | 194,1 | 176,4 | 198,6 | 174,6 | 170,4 | 175,2 | 169,8 | 171,4 |
| средняя                       | 172,5  | 171,3 | 191,4 | 170,1 | 190,6 | 170,1 | 165,5 | 170,3 | 165,1 | 166,5 |
| Прочность, кг/см <sup>2</sup> | 1,373  | 1,334 | 1,922 | 1,318 | 1,959 | 1,358 | 1,340 | 1,448 | 1,302 | 1,425 |

Химический состав грудных мышц перепелов представлен в табл. 48. По содержанию белка, суммы всех аминокислот, сумм незаменимых и заменимых аминокислот уверенно лидировала опытная группа 3, а показатели группы 5 несколько превышали уровни остальных групп или были близки к ним. По

содержанию жира зависимости от изучаемых кормовых факторов не прослеживалось. Соотношение незаменимых аминокислот к заменимым во всех группах находилось в пределах 1,04-1,06. По концентрациям в грудных мышцах индивидуальных аминокислот выраженных зависимостей от особенностей кормления перепелов не установлено.

Таблица 48 – Химический состав грудных мышц перепелов (на естественную влажность), % (опыт 3)

| Показатели                                      | Группа |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                 | 1 к    | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   | 6 к   | 7 о   | 8 о   | 9 о   | 10 о  |
| Белок                                           | 20,73  | 21,38 | 22,48 | 21,72 | 21,55 | 21,64 | 21,58 | 21,80 | 21,75 | 21,92 |
| Жир                                             | 2,85   | 2,80  | 2,70  | 2,68  | 2,63  | 2,69  | 2,27  | 2,90  | 2,51  | 2,39  |
| Аминокислоты:                                   |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Лизин                                           | 1,77   | 1,87  | 1,98  | 1,89  | 1,92  | 1,88  | 1,90  | 1,88  | 1,92  | 1,91  |
| Гистидин                                        | 0,88   | 0,79  | 0,90  | 0,77  | 0,78  | 0,80  | 0,75  | 0,77  | 0,84  | 0,80  |
| Аргинин                                         | 1,36   | 1,37  | 1,45  | 1,38  | 1,39  | 1,39  | 1,39  | 1,37  | 1,39  | 1,41  |
| Аспарагиновая кислота                           | 2,07   | 2,02  | 2,14  | 2,02  | 2,11  | 2,02  | 2,03  | 2,01  | 2,05  | 2,05  |
| Треонин                                         | 0,99   | 0,96  | 1,00  | 0,96  | 0,97  | 0,97  | 0,95  | 0,94  | 0,95  | 0,96  |
| Серин                                           | 0,86   | 0,83  | 0,88  | 0,83  | 0,85  | 0,82  | 0,83  | 0,81  | 0,84  | 0,83  |
| Глутаминовая кислота                            | 3,17   | 3,16  | 3,36  | 3,12  | 3,20  | 3,09  | 3,16  | 3,12  | 3,17  | 3,18  |
| Пролин                                          | 0,76   | 0,78  | 0,82  | 0,77  | 0,77  | 0,79  | 0,75  | 0,75  | 0,77  | 0,77  |
| Глицин                                          | 0,93   | 0,93  | 0,99  | 0,95  | 0,96  | 0,96  | 0,96  | 0,91  | 0,93  | 0,94  |
| Аланин                                          | 1,18   | 1,24  | 1,29  | 1,22  | 1,23  | 1,26  | 1,23  | 1,20  | 1,22  | 1,23  |
| Цистин                                          | 0,23   | 0,24  | 0,25  | 0,23  | 0,24  | 0,25  | 0,24  | 0,23  | 0,25  | 0,24  |
| Валин                                           | 1,13   | 1,13  | 1,20  | 1,12  | 1,14  | 1,13  | 1,13  | 1,12  | 1,13  | 1,13  |
| Метионин                                        | 0,58   | 0,58  | 0,63  | 0,58  | 0,59  | 0,59  | 0,58  | 0,58  | 0,60  | 0,59  |
| Изолейцин                                       | 1,01   | 1,05  | 1,12  | 1,06  | 1,06  | 1,05  | 1,07  | 1,07  | 1,07  | 1,08  |
| Лейцин                                          | 1,64   | 1,72  | 1,83  | 1,73  | 1,75  | 1,72  | 1,76  | 1,72  | 1,75  | 1,76  |
| Тирозин                                         | 0,72   | 0,74  | 0,78  | 0,74  | 0,75  | 0,76  | 0,76  | 0,72  | 0,74  | 0,74  |
| Фенилаланин                                     | 0,93   | 0,86  | 0,92  | 0,89  | 0,88  | 0,88  | 0,90  | 0,86  | 0,89  | 0,89  |
| Сумма аминокислот                               | 20,20  | 20,27 | 21,54 | 20,25 | 20,61 | 20,35 | 20,40 | 20,06 | 20,49 | 20,50 |
| Незаменимые аминокислоты                        | 10,29  | 10,33 | 11,03 | 10,39 | 10,49 | 10,41 | 10,44 | 10,31 | 10,54 | 10,53 |
| Заменимые аминокислоты                          | 9,91   | 9,95  | 10,51 | 9,86  | 10,12 | 9,94  | 9,96  | 9,75  | 9,95  | 9,97  |
| Соотношение незаменимых аминокислот к заменимым | 1,04   | 1,04  | 1,05  | 1,05  | 1,04  | 1,05  | 1,05  | 1,06  | 1,06  | 1,06  |

Данные химического состава ножных мышц перепелов (табл. 49) также свидетельствуют об отсутствии закономерностей его изменений в связи с составом

рационов. Содержание белка в ножных мышцах перепелов всех групп варьировало в пределах 19,03-19,90% (с максимумом в группе 9 и минимумом в группе 3), жира – 4,11-4,94% (с максимумом в группе 6к и минимумом в группе 2), суммы всех аминокислот – 18,08-19,03% (с максимумом в группе 5 и минимумом в группе 3). Группа 5 также характеризовалась максимальным содержанием сумм незаменимых и заменимых аминокислот, а их соотношение во всех группах варьировало в пределах 1,00-1,02.

Таблица 49 – Химический состав ножных мышц перепелов (на естественную влажность), % (опыт 3)

| Показатели                                      | Группа |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                 | 1 к    | 2 о   | 3 о   | 4 о   | 5 о   | 6 к   | 7 о   | 8 о   | 9 о   | 10 о  |
| Белок                                           | 19,17  | 19,20 | 19,03 | 19,30 | 19,50 | 19,16 | 19,12 | 19,71 | 19,90 | 19,21 |
| Жир                                             | 4,42   | 4,94  | 4,59  | 4,29  | 4,38  | 4,11  | 4,16  | 4,64  | 4,48  | 4,75  |
| Аминокислоты:                                   |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Лизин                                           | 1,71   | 1,74  | 1,72  | 1,77  | 1,81  | 1,77  | 1,75  | 1,80  | 1,80  | 1,78  |
| Гистидин                                        | 0,54   | 0,54  | 0,52  | 0,55  | 0,58  | 0,54  | 0,57  | 0,58  | 0,58  | 0,63  |
| Аргинин                                         | 1,23   | 1,27  | 1,23  | 1,28  | 1,31  | 1,27  | 1,27  | 1,29  | 1,30  | 1,29  |
| Аспарагиновая кислота                           | 1,83   | 1,86  | 1,81  | 1,90  | 1,88  | 1,82  | 1,82  | 1,89  | 1,90  | 1,92  |
| Треонин                                         | 0,89   | 0,89  | 0,86  | 0,90  | 0,91  | 0,88  | 0,86  | 0,88  | 0,91  | 0,90  |
| Серин                                           | 0,76   | 0,77  | 0,75  | 0,78  | 0,79  | 0,76  | 0,73  | 0,75  | 0,78  | 0,78  |
| Глутаминовая кислота                            | 2,94   | 3,00  | 3,02  | 2,93  | 3,11  | 3,05  | 2,97  | 3,02  | 3,06  | 3,12  |
| Пролин                                          | 0,72   | 0,77  | 0,74  | 0,76  | 0,78  | 0,75  | 0,74  | 0,73  | 0,75  | 0,76  |
| Глицин                                          | 0,86   | 0,89  | 0,86  | 0,92  | 0,93  | 0,86  | 0,88  | 0,87  | 0,90  | 0,94  |
| Аланин                                          | 1,03   | 1,06  | 1,03  | 1,08  | 1,09  | 1,06  | 1,08  | 1,11  | 1,12  | 1,11  |
| Цистин                                          | 0,20   | 0,21  | 0,21  | 0,21  | 0,23  | 0,21  | 0,21  | 0,21  | 0,22  | 0,20  |
| Валин                                           | 0,93   | 0,95  | 0,93  | 0,96  | 0,97  | 0,94  | 0,97  | 0,99  | 0,98  | 0,96  |
| Метионин                                        | 0,54   | 0,55  | 0,54  | 0,55  | 0,56  | 0,55  | 0,54  | 0,57  | 0,58  | 0,55  |
| Изолейцин                                       | 0,91   | 0,93  | 0,91  | 0,93  | 0,94  | 0,92  | 0,95  | 0,91  | 0,95  | 0,94  |
| Лейцин                                          | 1,54   | 1,55  | 1,52  | 1,57  | 1,60  | 1,56  | 1,56  | 1,59  | 1,60  | 1,58  |
| Тирозин                                         | 0,65   | 0,67  | 0,65  | 0,67  | 0,69  | 0,67  | 0,65  | 0,66  | 0,68  | 0,68  |
| Фенилаланин                                     | 0,81   | 0,82  | 0,79  | 0,82  | 0,85  | 0,81  | 0,81  | 0,83  | 0,85  | 0,84  |
| Сумма аминокислот                               | 18,10  | 18,46 | 18,08 | 18,58 | 19,03 | 18,42 | 18,36 | 18,70 | 18,96 | 18,98 |
| Незаменимые аминокислоты                        | 9,10   | 9,24  | 9,02  | 9,33  | 9,53  | 9,23  | 9,27  | 9,46  | 9,54  | 9,47  |
| Заменимые аминокислоты                          | 8,99   | 9,22  | 9,06  | 9,25  | 9,50  | 9,18  | 9,08  | 9,24  | 9,42  | 9,51  |
| Соотношение незаменимых аминокислот к заменимым | 1,01   | 1,00  | 1,00  | 1,01  | 1,00  | 1,01  | 1,02  | 1,02  | 1,01  | 1,00  |

Данные по мясным качествам перепелов при убое в 6 недель представлены в табл. 50. Как и в случае эффективности роста и использования кормов, перепела групп 1-5, получавшие более высокий уровень кальция при постепенном повышении КФО, характеризовались несколько более высокой мясной продуктивностью по сравнению с группами 6-10, получавшими более низкий уровень кальция. При обоих уровнях кальция повышение КФО без ввода фитазы приводило к снижению массы потрошенной тушки и убойного выхода, а ввод фермента позволил повысить эти показатели до уровня соответствующей контрольной группы или выше.

По массе потрошенной тушки и убойному выходу лидировали перепела обоих полов опытных групп 3 и 5, получавших фитазу Берзайм-Р и более высокий уровень кальция. Так, убойный выход в этих группах превышал 70,0%, тогда как во всех остальных группах он был ниже 70,0%. Масса и выход грудки у обоих полов также были наиболее высокими в группе 3 и особенно в группе 5, как и масса и выход бедра и голени. Масса съедобных внутренних органов (сердца, обоих желудков, печени) во всех группах находилась в пределах физиологической нормы и была самой высокой в опытной группе 5. Можно констатировать, что наилучшими мясными качествами характеризовалась опытная группа 5.

Таким образом, по результатам опыта 3 можно заключить, что по комплексу зоотехнических показателей выращивания перепелов, переваримости и использованию питательных веществ, качеству костяка и ряду показателей мясных качеств и химического состава (пищевой ценности) грудных и ножных мышц лучшей оказалась опытная группа 5, получавшая комбикорма с более высоким уровнем кальция (1,0%), более низким значением КФО (т.е. самым низким уровнем общего и доступного кальция, 0,65 и 0,35% соответственно), а также с добавкой фитазного препарата Берзайм-Р в дозе 12 г/т комбикорма.

Таблица 50 – Мясные качества перепелов в 6-недельном возрасте, n=3 (опыт 3)

| Показатель                   | Группа          |                 |                 |                 |                 |                  |                 |                 |                 |                 |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                              | 1 к             |                 | 2 о             |                 | 3 о             |                  | 4 о             |                 | 5 о             |                 |
|                              | ♂               | ♀               | ♂               | ♀               | ♂               | ♀                | ♂               | ♀               | ♂               | ♀               |
| Живая масса, г               | 312,1<br>± 1,60 | 363,1<br>±4,58  | 309,8<br>± 2,01 | 358,3<br>± 4,79 | 324,9<br>± 2,53 | 368,8<br>± 2,47  | 315,3<br>± 2,24 | 347,5<br>± 2,42 | 324,3<br>± 1,91 | 368,7<br>± 4,79 |
| Масса потрошенной тушки, г   | 212,03<br>±0,72 | 251,29<br>±2,50 | 208,3<br>±3,63  | 247,26<br>±8,70 | 232,38<br>±0,72 | 262,61<br>± 0,92 | 212,61<br>±0,89 | 230,38<br>±0,53 | 232,93<br>±0,61 | 260,68<br>±1,09 |
| Убойный выход, %             | 67,93           | 69,20           | 67,23           | 69,00           | 71,52           | 71,20            | 67,43           | 66,29           | 71,82           | 70,70           |
| Масса бедра, г               | 31,38<br>±0,92  | 34,25<br>±0,86  | 27,41<br>±0,39  | 33,73<br>±0,19  | 33,11<br>±0,40  | 33,38<br>±0,5    | 32,4<br>±1,65   | 31,83<br>±1,86  | 35,21<br>±0,81  | 33,96<br>±1,97  |
| % от живой массы             | 10,05           | 9,43            | 8,84            | 9,41            | 10,19           | 9,05             | 10,27           | 9,15            | 10,85           | 9,21            |
| Масса голени, г              | 18,6<br>±0,04   | 22,95<br>±0,56  | 17,85<br>±0,25  | 20,03<br>±0,07  | 19,15<br>±0,10  | 21,51<br>±0,60   | 19,85<br>±0,84  | 18,86<br>±0,30  | 22,01<br>±0,14  | 21,08<br>±0,95  |
| % от живой массы             | 5,95            | 6,32            | 5,76            | 5,59            | 5,89            | 5,83             | 6,29            | 5,42            | 6,78            | 5,71            |
| Масса сердца, г              | 2,08<br>±0,03   | 2,58<br>±0,15   | 2,38<br>±0,09   | 2,28<br>±0,09   | 3,01<br>±0,02   | 2,11<br>±0,08    | 2,26<br>±0,01   | 2,21<br>±0,01   | 2,48<br>±0,05   | 2,61<br>±0,17   |
| % от живой массы             | 0,66            | 0,71            | 0,76            | 0,63            | 0,92            | 0,57             | 0,71            | 0,63            | 0,76            | 0,70            |
| Масса печени, г              | 6,93<br>±0,19   | 8,43<br>±0,03   | 8,11<br>±0,34   | 8,1<br>±0,13    | 8,75<br>±0,1    | 8,58<br>±0,37    | 7,26<br>±0,3    | 7,08<br>±0,45   | 8,56<br>±0,09   | 9,05<br>±0,69   |
| % от живой массы             | 2,22            | 2,32            | 2,61            | 2,26            | 2,69            | 2,32             | 2,30            | 2,03            | 2,63            | 2,45            |
| Масса мышечного желудка, г   | 6,6<br>±0,06    | 7,51<br>±0,26   | 7,35<br>±0,06   | 7,86<br>±0,22   | 7,67<br>±0,14   | 7,53<br>±0,15    | 6,86<br>±0,92   | 6,80<br>±0,18   | 7,30<br>±0,06   | 7,71<br>±0,39   |
| % от живой массы             | 2,11            | 2,06            | 2,37            | 2,19            | 2,36            | 2,04             | 2,17            | 1,95            | 2,25            | 2,09            |
| Масса железистого желудка, г | 1,01<br>±0,01   | 1,15<br>±0,06   | 1,00<br>±0,02   | 1,10<br>±0,06   | 1,15<br>±0,02   | 1,08<br>±0,07    | 1,03<br>±0,07   | 1,06<br>±0,03   | 1,13<br>±0,01   | 1,23<br>±0,09   |
| % от живой массы             | 0,32            | 0,31            | 0,32            | 0,30            | 0,35            | 0,29             | 0,32            | 0,30            | 0,34            | 0,33            |
| Масса грудки, г              | 83,15<br>±1,07  | 102,46<br>±2,22 | 83,25<br>±0,51  | 98,95<br>±0,53  | 87,6<br>±0,33   | 104,45<br>±0,68  | 86,76<br>±0,74  | 97,36<br>±1,79  | 93,78<br>±1,78  | 106,73<br>±6,33 |
| % от живой массы             | 26,64           | 28,21           | 26,87           | 27,61           | 26,96           | 28,32            | 27,51           | 28,01           | 28,91           | 28,94           |
| Каркас и крылья, г           | 78,9<br>±1,07   | 91,63<br>±2,22  | 79,79<br>±0,51  | 94,55<br>±0,53  | 92,52<br>±0,33  | 103,27<br>±0,68  | 73,6<br>±0,74   | 82,33<br>±1,79  | 81,93<br>±1,78  | 98,91<br>±6,33  |
| % от живой массы             | 25,28           | 25,23           | 25,75           | 26,38           | 28,47           | 28,00            | 23,34           | 23,69           | 25,26           | 26,82           |

Продолжение таблицы 50

| Показатель                   | Группа          |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                              | 6 к             |                 | 7 о             |                 | 8 о             |                 | 9 о             |                 | 10 о            |                 |
|                              | ♂               | ♀               | ♂               | ♀               | ♂               | ♀               | ♂               | ♀               | ♂               | ♀               |
| Живая масса, г               | 312,8<br>± 2,07 | 357,4<br>±6,4   | 310,1<br>±1,75  | 349,2<br>± 2,74 | 321,5<br>±2,53  | 359,8<br>± 4,61 | 311,7<br>±2,22  | 337,2<br>±6,11  | 317,9<br>±2,96  | 358,1<br>±3,26  |
| Масса потрошенной тушки, г   | 212,78<br>±2,31 | 241,71<br>±4,6  | 206,32<br>±0,7  | 230,88<br>±5,47 | 219,55<br>±0,6  | 249,95<br>±1,17 | 206,48<br>±5,1  | 214,16<br>±0,6  | 216,95<br>±0,8  | 248,31<br>±2,7  |
| Убойный выход, %             | 68,02           | 67,63           | 66,53           | 66,11           | 68,28           | 69,46           | 66,24           | 63,51           | 68,24           | 69,34           |
| Масса бедра, г               | 27,46<br>±0,68  | 29,98<br>±0,35  | 32,21<br>±0,58  | 28,71<br>±0,37  | 29,30<br>±0,43  | 36,45<br>±0,57  | 32,08<br>±0,39  | 30,76<br>±1,15  | 29,50<br>±1,03  | 31,35<br>±0,50  |
| % от живой массы             | 8,77            | 8,38            | 10,38           | 8,22            | 9,11            | 10,13           | 10,29           | 9,12            | 9,27            | 8,75            |
| Масса голени, г              | 17,31<br>±0,49  | 19,58<br>±0,20  | 20,28<br>±0,48  | 19,73<br>±1,02  | 19,60<br>±0,32  | 21,38<br>±0,34  | 19,51<br>±0,15  | 18,78<br>±0,07  | 17,98<br>±0,59  | 19,43<br>±0,39  |
| % от живой массы             | 5,53            | 5,47            | 6,53            | 5,65            | 6,09            | 5,94            | 6,25            | 5,56            | 5,65            | 5,42            |
| Масса сердца, г              | 1,93<br>±0,06   | 2,56<br>±0,12   | 2,21<br>±0,08   | 2,16<br>±0,03   | 2,45<br>±0,12   | 3,40<br>±0,18   | 2,33<br>±0,02   | 2,70<br>±0,06   | 2,70<br>±0,08   | 1,96<br>±0,07   |
| % от живой массы             | 0,61            | 0,71            | 0,71            | 0,61            | 0,76            | 0,94            | 0,74            | 0,80            | 0,84            | 0,54            |
| Масса печени, г              | 7,35<br>±0,41   | 7,33<br>±0,03   | 6,88<br>±0,24   | 7,11<br>±0,08   | 6,98<br>±0,85   | 8,61<br>±0,15   | 7,41<br>±0,05   | 7,30<br>±0,19   | 7,15<br>±0,83   | 7,76<br>±0,21   |
| % от живой массы             | 2,34            | 2,05            | 2,21            | 2,03            | 2,17            | 2,39            | 2,37            | 2,16            | 2,24            | 2,16            |
| Масса мышечного желудка, г   | 7,25<br>±0,22   | 7,35<br>±0,06   | 7,05<br>±0,10   | 8,33<br>±0,38   | 6,80<br>±0,49   | 7,55<br>±0,02   | 6,38<br>±0,30   | 7,43<br>±0,08   | 7,28<br>±0,64   | 8,41<br>±0,44   |
| % от живой массы             | 2,31            | 2,05            | 2,27            | 2,38            | 2,11            | 2,09            | 2,04            | 2,20            | 2,29            | 2,34            |
| Масса железистого желудка, г | 1,01<br>±0,05   | 1,05<br>±0,04   | 1,03<br>±0,02   | 1,08<br>±0,03   | 0,93<br>±0,03   | 1,16<br>±0,03   | 1,03<br>±0,02   | 1,18<br>±0,08   | 1,01<br>±0,05   | 1,25<br>±0,04   |
| % от живой массы             | 0,32            | 0,29            | 0,33            | 0,30            | 0,28            | 0,32            | 0,33            | 0,34            | 0,31            | 0,34            |
| Масса грудки, г              | 85,4<br>±0,70   | 101,31<br>±0,50 | 81,2<br>±0,57   | 94,61<br>±0,29  | 87,26<br>±1,11  | 99,8<br>±0,27   | 81,11<br>±0,57  | 86,90<br>±0,80  | 82,88<br>±3,10  | 99,27<br>±0,39  |
| % от живой массы             | 27,30           | 28,34           | 26,18           | 27,09           | 27,14           | 27,73           | 26,02           | 25,77           | 26,07           | 27,72           |
| Каркас и крылья, г           | 82,60<br>±38,82 | 90,84<br>±37,58 | 72,63<br>±35,20 | 87,83<br>±38,04 | 83,39<br>±37,98 | 92,32<br>±36,93 | 73,78<br>±35,73 | 77,72<br>±36,29 | 86,59<br>±39,91 | 98,26<br>±39,57 |

#### 4. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА

Для проведения производственной проверки в качестве нового варианта была выбрана лучшая группа из опыта 3 (опытная группа 5), в качестве базового варианта использовался рацион с рекомендованной для мясных перепелов кальций-фосфорной питательностью. Результаты производственной проверки представлены в табл. 51.

Таблица 51 – Результаты производственной проверки

| Показатели                                                                    | Вариант  |          |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
|                                                                               | базовый  | новый    |
| Поголовье в начале опыта, гол.                                                | 250      | 250      |
| Поголовье на конец опыта, гол.                                                | 247      | 247      |
| Сохранность, %                                                                | 98,8     | 98,8     |
| Срок выращивания, сутки                                                       | 42       | 42       |
| Средняя живая масса перепелят в суточном возрасте, г                          | 8,73     | 8,82     |
| Валовая масса перепелят, г                                                    | 2182,5   | 2205,0   |
| Средняя живая масса в 42 дня, г                                               | 328,72   | 336,58   |
| Валовая живая масса, кг                                                       | 81193,84 | 83135,26 |
| Валовый прирост живой массы, кг                                               | 79,01    | 80,93    |
| Среднесуточный прирост живой массы, г/гол.                                    | 7,61     | 7,80     |
| Расход корма всего, кг                                                        | 243,35   | 240,36   |
| Масса потрошеной тушки, г                                                     | 228,95   | 239,27   |
| Убойный выход потрошеной тушки, %                                             | 69,65    | 71,09    |
| Получено мяса, кг                                                             | 56,55    | 59,10    |
| Затраты комбикорма на 1 кг прироста живой массы, кг                           | 3,08     | 2,97     |
| Цена 1 кг корма, руб.                                                         | 45,70    | 45,18    |
| Цена реализации 1 кг мяса, руб.                                               | 630,00   | 630,00   |
| Выручка от реализации мяса, руб.                                              | 35626,91 | 37233,54 |
| Прибыль, руб.                                                                 | 7087,74  | 8508,84  |
| Производственные затраты на прирост живой массы, руб.                         |          |          |
| в т.ч., руб.:                                                                 |          |          |
| зарплата                                                                      | 28539,17 | 28724,70 |
| стоимость потребленного корма                                                 | 3617,55  | 3780,68  |
| на убой и переработку                                                         | 11121,32 | 10859,59 |
| накладные расходы                                                             | 1979,27  | 2068,53  |
| стоимость суточных перепелят, руб.                                            | 4321,03  | 4515,9   |
| Себестоимость 1 кг мяса, руб.                                                 | 7500,00  | 7500,00  |
| Экономический эффект, всего, руб.                                             | 504,67   | 486,03   |
| Рентабельность производства мяса перепелов, %                                 |          | 1101,47  |
| Экономический эффект в расчете на 1000 голов перепелов, сданных на убой, руб. | 24,84    | 29,62    |
|                                                                               |          | 4405,89  |

Сохранность перепелов в обоих вариантах была одинаковой и составила 98,8%. После 42 суток выращивания средняя живая масса в новом варианте была на 2,4% выше, чем в базовом, ее среднесуточный прирост – на 2,5%, затраты корма на 1 кг прироста живой массы были ниже на 3,6%. Убойный выход в новом варианте был выше, чем в базовом, на 1,44 %, а масса потрошеной тушки – на 4,5%.

В результате от нового варианта было получено на 2,55 кг (или на 4,5%) больше мяса, чем от базового, на 1606 руб. 63 коп. (или на 4,51 %) больше выручки от его реализации и на 1421 руб. 10 коп (или на 20,05%) больше прибыли.

Себестоимость 1 кг мяса в новом варианте была ниже, чем в базовом, на 18,64 руб./кг (или на 3,69%), а рентабельность его производства – выше на 4,78%.

Расчет экономической эффективности использования схемы кормления нового варианта проводили по формуле:  $\mathcal{E} = (C_B - C_H) \times A_H$ , где:

$\mathcal{E}$  – экономическая эффективность производства мяса, руб.;

$C_B, C_H$  – себестоимость 1 кг мяса перепелов (базовая и новая), руб.;

$A_H$  – количество произведенной продукции в новом варианте, кг.

$$\mathcal{E} = (504,67 - 486,03) \times 59,10 = 1101,47 \text{ руб.}$$

Таким образом, экономическая эффективность использования комбикормов нового варианта с уровнем кальция 1,0%, пониженными до 0,65 и 0,35% соответственно уровнями общего и доступного фосфора (т.е. при кальций-фосфорном отношении 1,5:1 и 2,9:1 по общему и доступному фосфору соответственно), а также с использованием концентрированного ферментного препарата Берзайм-Р (с начальной фитазной активностью 50000 ед./г) в дозировке 12 г/т корма, с учетом производственных затрат на содержание перепелов, составила 1101 рублей 47 коп., что в пересчете на 1000 голов составляет 4405 рублей 89 коп. (в ценах 2024 года).

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Задачей первого опыта было определить влияние разных источников кальция (известняк, мел, ракушка) и фосфора (дикальцийфосфат, дефторированный фосфат, монокальцийфосфат) в комбикормах из растительных компонентов при одинаковых уровнях этих элементов на продуктивные качества мясных перепелов породы Радонежские. Содержание кальция и фосфора в рационах всех групп было одинаковым и составляло 1,0% кальция, 0,76% общего фосфора и 0,45% доступного фосфора; кальций-фосфорное отношение (КФО) составляло 1,3:1 и 2,2:1 по общему и доступному фосфору соответственно.

При сравнении четырех разных источников фосфора (группы 1-4) было установлено, что ТКФ (который получала контрольная группа 1) и ДКФ (источник фосфора для опытной группы 2) дают более низкие результаты по продуктивности перепелов по сравнению с ДФФ (опытная группа 3) и в особенности МКФ (опытная группа 4). Различия между этими группами по живой массе в 42 дня составляли 0,7- 3,0%, а по конверсии корма за этот период – 1,6 - 1,9%.

При сравнении трех разных источников кальция на фоне одинакового источника фосфора (МКФ, группы 4-6) установлено, что по влиянию на среднюю живую массу перепелов в 42 дня несколько более эффективным был известняк (входивший в рацион опытной группы 4), а в группах, получавших мел (группа 5) и ракушку (группа 6), этот показатель отставал от группы 4 на 0,7 и 0,5% соответственно, хотя показатели всех этих трех групп превосходили контроль на 2,0-2,7%. При этом конверсия корма в этих трех группах была практически одинаковой, ниже контроля на 1,9%.

В наших исследованиях источники кальция не оказали значительного влияния на показатели продуктивности растущих перепелов. Другие авторы получили сходные результаты. Так, в исследовании (*da Silva Mendonça D. et al, 2022*) сравнивали эффективность пяти источников кальция (известняка, чистого карбоната кальция и муки из раковин 3 различных видов двустворчатых

моллюсков) при выращивании перепелов до 35 дней жизни; установлено отсутствие достоверных различий между группами, получавшими эти источники кальция, по живой массе, потреблению и конверсии корма, а также по убойному выходу, прочности большеберцовой кости и содержанию в ней сухого вещества и золы.

Источники фосфора оказали более значимое влияние на показатели продуктивности растущих перепелов по сравнению с источниками кальция, что, возможно, связано со вкусовыми качествами разных фосфатов и их влиянием на привлекательность и поедаемость кормов. Так, в группах 1 и 2, получавших ТКФ и ДКФ, отмечено самое низкое потребление корма в сравнении с другими группами. Однако другие исследователи сообщали об отсутствии достоверных различий по живой массе и потреблению корма между растущими Японскими перепелами, получавшими МКФ или ДКФ; доступность фосфора из этих источников для перепелов также была примерно одинаковой (*Alfoteih Y. et al., 2009*). Сообщалось, что доступность фосфора из разных кормовых фосфатов (ТКФ, ДКФ, МКФ) для цыплят-бройлеров также практически одинаковая (*Hamdi M. et al., 2017*).

В другом опыте на бройлерах сравнивали пять разных кормовых фосфатов, содержащих МКФ и/или гидратированные или обезвоженные образцы ДКФ (*Jamroz D. et al., 2013*); в этом опыте также не было обнаружено значимых различий между группами по живой массе и потреблению корма, однако коэффициент использования фосфора, содержание кальция и фосфора в плазме крови и ряд показателей качества костяка были достоверно ( $p < 0,01$ ) более высокими в группе, получавшей только чистый МКФ, а наихудшими они были в группе, получавшей смесь гидратированного и обезвоженного ДКФ. Это согласуется с нашими результатами: использование фосфора, содержание кальция и фосфора в большеберцовой кости и в сыворотке крови в группах, получавших МКФ, были более высокими, чем в группах, получавших другие источники фосфора. Таким образом, можно заключить, что разные кормовые фосфаты по-разному влияют на кальциево-фосфорный метаболизм в организме птицы, и что улучшение показателей продуктивности перепелов, получавших МКФ, связано не только, а,

возможно, и не столько с улучшением поедаемости корма, сколько с улучшением минерального метаболизма и качества костяка.

Таким образом, по результатам опыта 1, лучшие показатели продуктивности перепелов были получены при использовании в рационе известняка в качестве источника кальция и МКФ в качестве источника фосфора.

Задачей второго опыта являлось определение рационального значения КФО в комбикормах растительного типа с разными уровнями кальция, обеспечивающего наилучшие продуктивные качества мясных перепелов, породы Радонежские. Уровни кальция в рационах в этом опыте составляли 1,0 % (контрольная группа 1), 0,9% (группа 2), 1,1% (группа 3), 1,2% (группа 4) и 0,9-1,0% (группа 5); уровни общего и доступного фосфора в комбикормах всех групп составляли 0,76 и 0,45% соответственно. КФО по доступному фосфору в контроле составило 2,2:1, в группе 2 – снижено до 2,0:1, в группах 3 и 4 – повышено до 2,4:1 и 2,6:1.

Установлено, что повышение уровня кальция в рационе до 1,1 и 1,2% негативно повлияло как на рост перепелов, так и на эффективность использования ими корма, а уровни кальция 0,9; 1,0 и 0,9-1,0% (дифференцированно по возрасту) поддерживали эти показатели на более высоком и близком между собой уровне. Эти результаты согласуются с данными многочисленных исследований на цыплятах-бройлерах, в которых было показано, что избыточный (выше 1,0%) уровень кальция в рационах снижает их продуктивность. Более того, «лишний» кальций в рационе можно расценивать как «скрытый антипитательный фактор»; так, сообщалось, что при уровнях кальция в рационе бройлеров выше 1,0% снижается переваримость и использование фосфора и переваримость сырого протеина, а при уровнях выше 1,3% ухудшается использование самого кальция, ряда важных микроэлементов (железа, магния, марганца и цинка), а также переваримость жира (см. обзор *David L.S. et al., 2023*).

В наших исследованиях показатели переваримости питательных веществ рационов ухудшались с повышением уровня кальция до 1,1 и 1,2%: переваримость сухого вещества была ниже контроля на 1,0 и 1,6% соответственно, сырой

клетчатки – на 0,9 и 1,7%, сырого протеина – на 1,1 и 1,4%, сырого жира – на 1,3 и 1,5%, использование азота – на 1,1 и 1,6%. Данные уровни кальция также негативно повлияли на метаболизм этого элемента: его концентрация в плазме крови была ниже на 6,57 и 4,04% по сравнению с контролем, а в большеберцовой кости – на 5,50 и 5,41%. При этих уровнях кальция в рационе (группы 3 и 4) содержание в большеберцовой кости сырой золы, фосфора, цинка, меди и марганца также было ниже, чем в контроле и в опытных группах 2 и 5.

Таким образом, снижение продуктивности перепелов в группах 3 и 4, получавших повышенные уровни кальция (1,1 и 1,2%), было, по всей видимости, связано с «антипитательным» эффектом избытка кальция, приведшим к ухудшению переваримости и использования основных питательных веществ и минерального метаболизма.

В наших исследованиях не были изучены уровни кальция в рационах ниже 0,9%, и может возникнуть вопрос о целесообразности его дальнейшего снижения. Ответ на этот вопрос, по всей видимости, будет отрицательным. Так, в двухфакторном эксперименте на растущих мясных перепелах, получавших до 6 недель жизни рационы с тремя уровнями кальция (0,6; 0,9 и 1,2%) и тремя уровнями доступного фосфора (0,20; 0,40 и 0,60%), было установлено, что хотя достоверного влияния уровней кальция, фосфора или их комбинации на показатели продуктивности не было, наилучшей с точки зрения прироста живой массы и конверсии корма оказалась группа, получавшая 0,9% кальция и 0,40% доступного фосфора, т.е. рацион с КФО 2,25:1, близким к значению в контрольной группе нашего эксперимента. При уровне кальция 0,6% все показатели продуктивности перепелов были низкими при всех уровнях фосфора, а при уровне кальция 1,2% прирост живой массы был близок к показателям, полученным при уровне кальция 0,9%, однако конверсия корма при этом была хуже (*Al-Ghamdi E.S., 2022*). На мясные качества перепелов уровни кальция и фосфора не оказали достоверного влияния, за исключением массы потрошеной тушки и убойного выхода, что также, в целом, согласуется с полученными нами результатами. Автор делает вывод о нецелесообразности повышения КФО в рационах мясных перепелов; к такому же

выводу привели и наши исследования: КФО по доступному фосфору 2,0-2,2:1 является оптимальным, тогда как его повышение до 2,4-2,6:1 негативно влияет на продуктивность перепелов.

Задачей третьего опыта являлось изучение возможности применения концентрированного фитазного ферментного препарата Берзайм-Р в комбикормах растительного типа с различным соотношением кальция и фосфора при пониженном уровне фосфора для перепелов породы Радонежские. Уровень кальция составлял 1,0% (группы 1-5) или 0,9% (группы 6-10). Уровень доступного фосфора в контрольных группах 1 и 6 составлял 0,45%, в группах 2, 3, 7 и 8 он был снижен до 0,40%, в группах 4, 5, 9 и 10 – до 0,35%; при этом группы 3, 8, 5 и 10 также получали добавку изучаемой фитазы в дозе 12 г/т корма, что примерно соответствует 600 ед./кг корма фитазной активности.

Снижение уровня фосфора (или повышение КФО) при постоянном уровне кальция в группах, не получавших препарат фитазы, приводило к дозозависимому ухудшению роста перепелов на всем протяжении периода их выращивания. При этом более низкий уровень кальция (0,9%) несколько ухудшал рост перепелов и конверсию корма в сравнении с более высоким его уровнем (1,0%) при одинаковых уровнях фосфора, что еще раз подтверждает высказанное выше предположение о нецелесообразности дальнейшего снижения уровня кальция (ниже 0,9%).

Ввод в рационы фитазного препарата Берзайм-Р успешно компенсировал негативный эффект от повышения КФО за счет снижения уровня фосфора; при этом данный положительный эффект был лучше выражен при более высоком уровне кальция. Во многих исследованиях на бройлерах было установлено, что высокие уровни кальция в рационах могут частично блокировать положительное действие фитазных препаратов из-за образования комплексов фитатов с кальцием, устойчивых к действию фитаз; кроме того, при использовании в качестве источника кальция известняка, характеризующегося высокой кислотосвязывающей способностью, такое комплексообразование может усиливаться, а значение pH в пищеварительном тракте из-за данного эффекта известняка может повышаться и выходить за пределы значений pH, оптимальных

для действия фитаз (см. обзор *Selle P.H. et al., 2009*). По всей видимости, уровни кальция 0,9-1,0%, использованные в наших экспериментах, были недостаточно велики для того, чтобы эти негативные эффекты могли проявиться в степени, достаточной для ухудшения продуктивности перепелов.

Более того, положительное влияние фитазы на доступность фосфора рациона в наших исследованиях было лучше выражено при более высоком уровне кальция: при уровне кальция 1,0% и пониженных уровнях доступного фосфора (с 0,45% в контроле до 0,40 и 0,35%) ввод фитазы в рационы групп 3 и 5 повышал доступность фосфора по сравнению соответственно с группами 2 и 4 (аналогичные рационы без фитазы) на 2,4 и 3,0%, тогда как при уровне кальция 0,9% аналогичное повышение составило всего 0,4 и 0,9%.

По зоотехническим показателям и показателям переваримости и использования питательных веществ лучшей группой в опыте 3 оказалась группа 5, получавшая рацион с 1,0% кальция, минимальным (0,35%) уровнем доступного фосфора и добавкой фитазы. КФО (до доступному фосфору) в рационе этой группы составило 2,9:1, т.е. было выше определенного в опыте 2 оптимума 2,0-2,2:1. Отсюда следует, что этот оптимум применим только к рационам без добавок фитазы, которые позволяют расширить это соотношение, а также снизить уровень ввода в корма дорогостоящих кормовых фосфатов и экскрецию фосфора с пометом.

Что касается выбора дозы изучаемого препарата фитазы, то мы ориентировались на исследование, проведенное с этим препаратом на цыплятах-бройлерах (*Сысоева И.Г. и др., 2020*), с уровнем доступного фосфора в рационе 0,30%; дозы фитазы Берзайм-Р в этом исследовании составляли 6, 12 и 30 г/т, т.е. дозы фитазной активности составляли 300, 600 и 1500 ед./кг. В этом опыте лучшей дозой фитазы оказалась 600 ед./кг: доза 300 ед./кг недостаточно эффективно улучшала продуктивные показатели бройлеров и переваримость и использование ими питательных веществ рационов, а доза 1500 ед./кг оказалась избыточной и ухудшала все эти показатели (в том числе использование фосфора рациона) по сравнению с дозой 600 ед./кг. Сверхвысокие дозы фитазы, такие как 1500 ед./кг, в рационах перепелов в нормальных условиях их содержания, по всей видимости,

также будут неэффективными с точки зрения продуктивности птицы и себестоимости рационов; однако они рекомендуются при содержании перепелов в условиях теплового стресса (*Gomes Ribeiro A. et al., 2024*).

Изучение мясных качеств перепелов и показателей химического состава мышц, проведенное во всех трёх опытах, показало отсутствие выраженного и систематического влияния фосфорно-кальциевого питания на данные показатели. Однако полученные в наших исследованиях результаты представляют научную ценность, в связи, во-первых, с малочисленностью таких исследований на перепелах, особенно мясных, и, во-вторых, с отличиями закономерностей формирования мясной продуктивности у перепелов от цыплят-бройлеров, из-за чего результаты, полученные на мясных цыплятах-бройлерах, не всегда можно адекватно экстраполировать на мясных перепелов.

Как уже говорилось выше, перепелов отличает от бройлеров противоположно направленная форма полового диморфизма по живой массе: в отличие от бройлеров, самки перепелов тяжелее самцов (*Akingboye I.J. et al., 2024*). Кроме того, перепела более скороспелы по половому созреванию: возраст убоя мясных перепелов обычно составляет 6 недель жизни, когда у самок уже может начаться яйцекладка, тогда как бройлеры-самки при обычных возрастах их убоя (5-8 недель жизни) всё ещё «инфантильны», и до полового созревания и связанной с ним метаболической перестройки организма им остаётся ещё несколько недель. Эти и другие различия влияют на использование энергии и питательных веществ рационов на те или иные потребности организма и, как следствие, на формирование ряда параметров мясной продуктивности.

Таким образом, проведенные нами исследования представляют научный и практический интерес, в особенности в свете того, что они впервые проведены на новой породе мясных перепелов Радонежские и позволяют полнее понять и оптимизировать такой зоотехнически и экономически важный аспект, как кальциево-фосфорное питание перепелов этой новой породы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В проведенных трех опытах и производственной проверке определена потребность перепелов новой мясной породы Радонежские в кальции и фосфоре при применении в комбикормах фитазы отечественного производства. Полученные результаты позволили сформулировать следующие выводы.

1. Сравнительное изучение трех природных источников кальция (известняк, мел, ракушка) и четырех кормовых фосфатов (три-, моно- и дикальцийфосфат, дефторированный фосфат) при одинаковых уровнях кальция и фосфора в комбикормах (1,0% кальция, 0,76 и 0,45% общего и доступного фосфора соответственно, при кальций-фосфорном отношении (КФО) 1,3:1 и 2,2:1) показало, что лучшим источником кальция при выращивании на мясо перепелов породы Радонежские до 6 недель жизни является известняк, а фосфора – монокальцийфосфат. На мясные качества перепелов и показатели химического состава грудных и ножных мышц разные комбинации источников кальция и фосфора значимого влияния не оказали.
2. Использование комбинации оптимальных источников кальция и фосфора (известняк + монокальцийфосфат) в составе комбикормов позволило повысить среднюю живую массу перепелов в 6 недель на 2,7% по сравнению с контролем, получавшим трикальцийфосфат, и на 0,2-1,6% по сравнению с группами, получавшими другие комбинации вышеуказанных источников кальция и фосфора. Затраты корма на 1 кг прироста живой массы при этом были ниже, чем в контроле, на 1,9%, при более высоких показателях переваримости и использования питательных веществ и лучшем качестве костяка. Индекс эффективности выращивания перепелов в данной группе превысил показатель контроля на 4,7%, а остальных опытных групп – на 0,3-1,9%.
3. Опыт по оптимизации уровня кальция (в виде известняка) и КФО при фиксированном уровне фосфора в виде монокальцийфосфата (0,76 и 0,45% общего и доступного фосфора соответственно) показал целесообразность

использования уровней кальция 1,0 и 0,9% (при КФО 1,1-1,3:1 по общему и 2,0-2,2:1 доступному фосфору) и нецелесообразность его повышения до 1,1 и 1,2% (при КФО 1,4-1,5:1 и 2,4-2,6:1 по общему и доступному фосфору соответственно). Близкие результаты также дало использование дифференцированного по возрасту уровня кальция – 1,0% в первую фазу выращивания перепелов (1-4 недели жизни) и 0,9% – во вторую (5-6 недель).

4. Использование кальция в комбикормах в количестве 1,0 и 0,9% позволило получить живую массу перепелов в 6 недель выше на 1,5-2,1% по сравнению с более высокими его уровнями и снизить конверсию корма на 0,7-1,7%, а также повысить индекс эффективности выращивания перепелов на 0,64-1,06 пункта. Повышенные уровни кальция снижали эффективность использования органической части рациона и качество костяка, без существенного влияния на химический состав грудных и ножных мышц перепелов и их мясные качества.
5. Исследование по изучению возможности снижения уровня фосфора в рационе за счет использования концентрированного фитазного препарата Берзайм-Р с активностью 50000 ед./г в дозе 12 г/т комбикормов с разными количествами кальция и фосфора показал, что оптимальным с точки зрения продуктивности перепелов является ввод данного ферментного препарата в комбикорма с уровнем кальция 1,0%, общего и доступного фосфора 0,65 и 0,35 % соответственно (КФО 1,5:1 и 2,9:1). При содержании кальция 1,0% уровни общего и доступного фосфора 0,76 и 0,45% и 0,70 и 0,40% (КФО 1,3-1,4:1 и 2,2-2,5:1 соответственно) оказались менее эффективными. Аналогичные результаты получены и при снижении кальция до 0,9%.
6. Установленная оптимальная схема кормления перепелов обеспечила повышение средней живой массы перепелов в 6 недель на 2,6% по сравнению с контролем, снижение затраты корма на 1 кг ее прироста на 4,3%, повышение индекса эффективности выращивания на 2,69 пункта (или на 10,4%), улучшение переваримости и использования питательных веществ, качества костяка и мясных качеств перепелов.

7. Производственная проверка эффективности кормления перепелов породы Радонежские комбикормом с оптимальным уровнем кальция и фосфора, обогащенных фитазой, в сравнении с базовым вариантом с рекомендованными уровнями кальция и фосфора без применения фитазы, способствует увеличению их живой массы в 6- недельном возрасте на 2,4%, среднесуточного прироста на 2,5%, снижает затраты корма на 1 кг прироста на 3,6%, повышает убойный выход на 1,4% и массу потрошеной тушки – на 4,5%. Себестоимость 1 кг мяса снижается на 18,64 руб./кг (или на 3,69%), а рентабельность его производства – увеличивается на 4,78%.
8. Экономический эффект от использования новой схемы кормления в расчете на 1000 голов перепелов составляет 4405 рублей 89 коп. (в ценах 2024 года).

## **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ**

Для повышения эффективности производства мяса перепелов породы Радонежские рекомендуется использовать комбикорма, содержащие 1,0% кальция, с пониженным уровнем общего фосфора до 0,65% и доступного до 0,35%, при обогащении их отечественным ферментным препаратом Берзайм-Р в дозе 12 г/т корма с активностью фитазы 50 000 ед./г.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ**

Перспективным направлением дальнейших исследований является изучение влияния оптимизированного минерального питания родительского стада перепелов (регулирование уровня кальция, общего и доступного фосфора с использованием фитазы) на показатели минерального обмена. Предполагается оценить влияние данных рационов на качество скорлупы яиц и показатели жизнеспособности суточного молодняка.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдухалилов, О.М. Использование отхода пищевой промышленности - яичной скорлупы для синтеза глицината кальция / О.М. Абдухалилов, М.А. Вохмянин, С.Г. Скугорева, А.И. Фокина // Вятский государственный университет. – 2021. – С. 76-79.
2. Андрианова, Е. Эффективный источник доступного кальция для птицы / Е. Андрианова, И. Егоров, Е. Григорьева, Л. Кривопишина // Комбикорма. – 2019. – № 2. – С. 60-63.
3. Андрианова, Е.Н. Кормовые фосфаты отечественного производства в кормлении цыплят-бройлеров / Е.Н. Андрианова, И.А. Егоров, Л.М. Присяжная [и др.] // Птицеводство. – 2016. – № 3. – С. 20-23.
4. Афанасьев, Г.Д. Мясная продуктивность перепелов разного происхождения / Г.Д. Афанасьев, Л.А. Попова, С.Ш. Саиду // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3. – С. 94-101.
5. Барсегян, А. Г. Влияние кормовой добавки "Файзим хр 5000 г" на живую массу гусят-бройлеров / А.Г. Барсегян, С.В. Кожевников // Вестник Курганской ГСХА. – 2016. – № 2 (18). – С. 31-32.
6. Белехов, Г.П. Минеральное и витаминное питание сельскохозяйственных животных: изд. 2-е, перераб. и доп. / Г.П. Белехов, А.А. Чубинская. – Ленинград: Колос, 1965. – 30 с.
7. Белякова, Л.С. Выращивание и содержание перепелов яично-мясного направления: методические наставления / Л.С. Белякова, Е.А. Овсейчик, Т.С. Окунева; под общ. ред. В.С. Лукашенко и Л.С. Беляковой. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2014. – 47 с.
8. Бессарабов, Б.Ф. Клинические и лабораторные методы исследования сельскохозяйственной птицы при незаразных болезнях / Б.Ф. Бессарабов, Л. В. Клетикова, С.А. Алексеева, Н.К. Сушкова. – Москва: Зооветкнига, 2014. – 310 с.

9. Бессарабов, Б.Ф. Лабораторная диагностика клинического и иммунобиологического статуса у сельскохозяйственной птицы / Б.Ф. Бессарабов, С.А. Алексеева, Л.В. Клетикова. – М.: КолосС, 2008. –151 с.
10. Буряков Н. П., Заикина А. С. Доступный кальций в рационе кур родительского стада //Птицеводство. – 2018. – №. 5. – С. 16-21.
11. Варегина, Е.С. Энерго-аминокислотное питание перепелов мясного направления продуктивности: дис... к.б.наук: 06.02.02 / Варегина Елена Сергеевна. – Москва, 2009. – 22 с.
12. Гагарина, Т.А. Строение органов пищеварения перепела и их изменения в онтогенезе: к.б. наук: 03.00.08 / Татьяна Алексеевна Гагарина. – Москва, 1974. – 18 с.
13. Георгиевский, В. И. Физиология сельскохозяйственных животных: Учеб. по спец." Зоотехния". – Москва: Агропромиздат, 1990. – 511 с.
14. Георгиевский, В.И. Об обмене кальция и фосфора у кур в онтогенезе: автореф. дис... д. биол. наук / В. И. Георгиевский. – Москва, 1966. – 50 с.
15. Герасимова, В. М. Кормовая добавка - монокальцийфосфат / В.М. Герасимова, А.А. Румянцева, К.А. Максимова // Modern Science. – 2020. – № 12-3. – С. 38-41.
16. Голубев, М. Влияние разных уровней кальция и фосфора на продуктивность мясных утят / М. Голубев // Zootehnie și biotehnologii. – 2010. – Т. 26. – С. 77-81.
17. Голубов, И.И. Организация перепеловодства на промышленной основе / И.И. Голубов. – Москва: ООО "ВДВ ПАК", 2012. – 198 с.
18. Голубов, И.И. Промышленное перепеловодство / И.И. Голубов. – Научно-производственное издание. – Москва: Издательство «Лика», 2014.– 350с.
19. Гужва, В.И. Продуктивные и воспроизводительные качества перепелов различных пород / В.И. Гужва, В.И. Руденко // Сб. науч. трудов ОСХИ / Одесса, 1982. – С. 59-62.

20. Гусаков В. Экономика организаций и отраслей агропромышленного комплекса. Кн. 2. / В.Г. Гусаков [и др]. – Минск: Белорусская наука, 2007.- 702с.
21. Егоров, И. А. Фосфаты в комбикормах для птицы селекции СГЦ "Смена" / И.А. Егоров, В.Г. Вертипрахов, Т.Н. Ленкова [и др.] // Птицеводство. – 2018. – № 10. – С. 14-19.
22. Егоров, И.А. Использование дефторированного фосфата и монокальцийфосфата в комбикормах для цыплят-бройлеров и кур-несушек / И.А. Егоров, Е.Н. Андрианова, Е.Н. Григорьева // Птицеводство. – 2020. – №. 4. – С. 27-32.
23. Егоров, И.А. Кормление и содержание перепелов / И.А. Егоров, Л.С. Белякова // Птицеводство. – 2009. – №. 4. – С. 31-33.
24. Захарова, А.А. Перепеловодство как бизнес / А.А. Захарова, Н.С. Белокуренько // Актуальные проблемы и достижения. – Санкт-Петербург: ГНИИ «Нацразвитие», 2022. – С. 50-52.
25. Зламанюк, Л.М. Влияние разного содержания кальция и фосфора в рационах на минеральный состав скелета японского перепела / Л.М. Зламанюк // Украинский экологический журнал. – 2017. – Т. 7. – № 2. – С. 14-18.
26. Ибатуллин, И.И. Эффективность выращивания перепелов при регулировании норм кальциевого и фосфорного питания / И.И. Ибатуллин, В.В. Отченашко // Научный вестник НУБиПУ. – 2016. – № 236. – С. 64-76.
27. Игнатова, Г.В. Эффективность дефторированного фосфата для бройлеров и кур-несушек / Г.В. Игнатова, И.В. Елизаров // Сборник научных трудов ВНИТИП, 2006. – С. 91-99.
28. Кишняйкина, Е.А. Применение кальций-минерального источника в рационах кур несушек / Е. А. Кишняйкина, С. Н. Белова // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике Кузбасский ГАУ, 2015. – С. 226-229.
29. Коваленко, Б.В. Домашняя перепелиная ферма. Разведение, содержание, бизнес / Б.В. Коваленко. – Ростов на Дону.: Феникс, 2005.–304 с.

- 30.Коровин, Р.Н. Лабораторная диагностика болезней птиц /Р.Н. Коровин, В.П. Зеленски, Г.А. Грошева. -М.: Агропромиздат, 1989. -256 с.
- 31.Кочиш, И.И. Перепеловодство: проблемы и пути их решения / И.И. Кочиш, Н.А. Слесаренко, Л.П. Трояновская, А.Н. Белогулов; Министерство сельского хозяйства РФ; Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии; Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I. – Москва: ЗооВетКнига, 2015. – 158 с.
- 32.Кощаева, О.С. Органические микроэлементы–природное решение проблемы минерального питания животных и птицы / О.С. Кощаева, И.А. Кошаев, Ю.Н. Литвинов //Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. – 2017. – № 3. – С. 7-12.
- 33.Ленкова, Т.Н. Отечественная фитаза / Т.Н. Ленкова, Т.А. Егорова, И.Г. Сысоева, Л.В. Кривопишина // Птицеводство. – 2015. – № 10. – С. 2-6.
- 34.Ленкова, Т.Н. Отечественная фитаза в комбикормах для кур-несушек / Т.Н. Ленкова, Т.А. Егорова, И.А. Меньшенин, И.Г. Сысоева // Птица и птицепродукты. – 2016. – № 1. – С. 37-40.
- 35.Лисунова, Л.И. Белковый и минеральный обмен в организме перепелов / Л.И. Лисунова // Птицеводство. – 2009. – № 9. – С. 35-36.
- 36.Максименко, А.Е. Изменение органолептических показателей мяса перепелов в зависимости от рациона кормления / А.Е. Максименко, О.В. Коновалова, А.К. Пивовар, Я.В. Скороход // Научный вестник государственного образовательного учреждения Луганской Народной Республики "Луганский национальный аграрный университет". – 2019. – № 7-2. – С. 572-578.
- 37.Малик, В. 1000 советов животноводам-любителям / В. Малик // Природа. – Братислава, 1986.– 530 с.
- 38.Манукян, В.А. Новый фосфат в кормлении сельскохозяйственной птицы / В.А. Манукян, С.И. Шарпило, А.А. Ермаков // Всемирная научная ассоциация по птицеводству. – Сергиев-Посад: ВНИТИП, 2015. – С. 206-208.

39. Мерзлякова, О.Г. Эффективность использования в комбикормах перепелов хелатных комплексов микроэлементов / О.Г. Мерзлякова, В.А. Рогачёв, В.Г. Чегодаев, В.И. [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 30 (6). – С. 86-88.
40. Методическое пособие по кормлению сельскохозяйственной птицы / И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.Н. Ленкова [и др.]. – Сергиев Посад, 2021. – 360 с.
41. Микитюк, А. Ферментная добавка в рационе перепелов / А. Микитюк, В. Епифанов, Г. Симонов [и др.] // Комбикорма. – 2019. – №7-8. – С. 49-51.
42. Наставления по работе с мясными перепелами / Я.С. Ройтер и др. // Сергиев Посад: M'ART, 2021. – 76 с.
43. Околелова, Т.М. Витаминно-минеральное питание сельскохозяйственной птицы / Т. М. Околелова, А. В. Кулаков, С. А. Молоскин. – Москва, 2000. – 78 с.
44. Патент № 2811137 С1 Российская Федерация, МПК A23K 10/00. Способ повышения качества костяка молодняка перепелов: № 2023103219: заявл. 13.02.2023; опубл. 11.01.2024 / Т. А. Егорова, Т. Н. Ленкова, М.С. Тищенко; заявитель ФГБНУ ФНЦ "ВНИТИП". – 7 с.
45. Подобед, Л.И. Оптимизируем фосфорное питание животных и птицы безкальциевыми фосфатами / Л.И. Подобед // Эффективное животноводство. – 2015. – № 11. – С. 24-26.
46. Пономаренко, Ю.А., Комбикорма, корма, кормовые добавки, биологически активные вещества, рационы, качество, безопасность / Ю.А. Пономаренко, В.И. Фисинин, И.А. Егоров; Российская академия наук. – Минск - Москва: Белстан, 2020. – 764 с.
47. Рак, Д.В. Фосфор в рационе сельскохозяйственной птицы / Д.В. Рак, В.В. Прокопенко, П.Е. Гречка, Т.Н. Кирилук // Сборник научных трудов «НИЦ центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2020. – С. 96-98.

- 48.Ройтер, Я.С. Выведение и продуктивность мясных перепелов породы радонежские / Я.С. Ройтер, Т.Н. Дегтярева, О.Н. Дегтярева, Д.В. Аншаков // Птица и птицепродукты. – 2019. – № 2. – С. 50-54.
- 49.Ройтер, Я.С. Генофонд пород перепелов состояние и перспективы использования / Я.С. Ройтер, Т.Н. Дегтярева, О.Н. Дегтярева, Д.В. Аншаков // Птицеводство. – 2017. – № 6. – С. 7-11.
- 50.Ройтер, Я.С. Использование генетического материала биоресурсной коллекции при создании мясной породы перепелов "Радонежские" / Я.С. Ройтер, Д.В. Аншаков, Т.Н. Дегтярева, О.Н. Дегтярева // Птицеводство. – 2019. – № 11-12. – С. 18-22.
- 51.Руководство по биометрии для зоотехников / Н.А. Плохинский, М.: Колос, 1969. –252 с.
- 52.Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы / И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.М. Околелова [и др.]; ФГБНУ ФНЦ "ВНИТИП" Российской академии наук. – М.: Лика, 2018. – 226 с.
- 53.Рязанцева, К.В. Кальций и фосфор в организме цыплят-бройлеров на фоне высокоэнергетических рационов / К.В. Рязанцева, Е.А. Сизова // Пермский аграрный вестник. – 2022. – №. 2 (38). – С. 153-159.
- 54.Саломатин, В.В. Переваримость питательных веществ, баланс и использование азота, кальция и фосфора при введении в рацион бройлеров триптофана и хондропротекторной кормовой добавки / В.В. Саломатин, А.А. Ряднов, Н.А. Злепкина, Т.В. Коноблей // Птицеводство. – 2021. – № 5. – С. 15-18.
- 55.Сембаева, А. Подкормок телят с применением минеральных добавок в крестьянских хозяйствах Алматинской области / А. Сембаева, Ж. Рамазанов, А. Калыкова // Journal of Science. Lyon. – 2020. – № 10-1. – С. 3-6.
- 56.Скворцова, Л.Н. Влияние уровня натрия в рационах на показатели выращивания перепелов породы японский перепел / Л.Н. Скворцова, А.А. Солдатов, Н.С. Чурсина // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2022. – Т. 11. – № 1. – С. 79-82.

- 57.Снегов, А. Все о перепелах. Лучшие породы, разведение, содержание, уход. Москва: Астрель, 2012. – С. 60-73.
- 58.Сысоева, И.Г. Новый концентрированный фитазный препарат в комбикормах для цыплят-бройлеров с пониженным уровнем фосфора / И.Г. Сысоева, Т.А. Егорова, Т.Н. Ленкова // Птицеводство. – 2020. – №4. – С. 35-39
- 59.Сысоева, И.Г. Фитаза отечественного производства в комбикормах для бройлеров и кур-несушек: дис... к. с.-х. наук: 06.02.08 / Сысоева Инна Григорьевна, 2022. – 124 с.
- 60.Тикк, Х. Перепелиное хозяйство / Х. Тикк, В. Тикк, В. Непс // Птицеводство. – 2004. – № 11. – С. 30–32.
- 61.Тищенко, М.С. Влияние различных источников кальция и фосфора на продуктивные качества мясных перепелов / М.С. Тищенко, Т.А. Егорова // Птицеводство. - 2025. - №6. - С. 41-46.
- 62.Тищенко, М.С. Кальций и фосфор в рационах перепелов (обзор) / М.С. Тищенко // Птицеводство. – 2020. – № 7-8. – С. 22-26.
- 63.Федорова, Н.П. Анатомические и физиологические особенности сельскохозяйственных птиц. - М., 1961. - С. 21-25.
- 64.Фисинин, В.И. Современные подходы к кормлению высокопродуктивной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров // Птица и птицепродукты. – 2015. – Т. 3. – С. 27-29.
- 65.Хенниг, А. Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормлении сельскохозяйственных животных / Пер. на рус. яз. М.: Колос, 1976. 558 с.
- 66.Якименко, Н.Н. Минеральный обмен у перепелов и его коррекция / Н.Н. Якименко, В.А. Пономарев, Л.В. Клетикова // Научные известия. – 2022. – №. 29. – С. 29-32.
- 67.Adom, E. A financial comparison of small-scale quail and laying hen farm enterprises/ E. Adom, C. Bir, L.H. Lambert // Poultry Science. – 2023. – V. 102. – №4. – 102507 p.

68. Aggrey, S.E. Multiphasic analysis of egg production in Japanese quail/ S.E. Aggrey, C.R. Nichols, K. M. Cheng // Poultry science. – 1993. – V. 72. – №12. – P. 2185-2192.
69. Aguilar-Sanchez, Y. DHBP Reversibly Inhibits calcium release from sarcoplasmic reticulum (sr) in skeletal muscle and heart / Y. Aguilar-Sanchez // Biophysical Journal. – 2017. – V. 112. – №3. – P. 161a-162a.
70. Aguilon, L.D. Efficacy of calcium pidolate supplementation on the growth performance, tibial breaking strength and income over feed cost of broiler chickens / L.D. Aguilon // Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan. – 2024. – V. 34. – №2. – P. 203-213.
71. Akingboye, I.J. Sexual dimorphism in body weight, morphometric and growth traits of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) reared in Southern Nigeria / I.J. Akingboye, K.D. Afolabi, I.P. Solomon [et al.] // Asian J. Res. Rev. Agric. – 2024. – V. 6. – №1. – P. 58-69.
72. Alfoteih, Y. A study on phosphorus utilization from different organic and inorganic sources in Japanese quail / Y. Alfoteih, E. Dänner, W. Bessei // Arch. Geflügelk. – 2009. – V. 73. – №2. – P. 87-94.
73. Alfoteih, Y. Calcium–Phosphorus contents: The effect of extreme Ca:P ratios on growth rate, feed intake, mortality and P-utilization in Japanese quail (*Coturnix Jap.*) / Y. Alfoteih, W. Bessei // The 16th European symposium on poultry nutrition. Strasbourg-France. Proceedings book. – 2007. – V. 92. – P. 77-89.
74. Al-Ghamdi, E.S. Influence of calcium and nonphytate phosphorus (NPP) on meat-type quail's growth, carcass features, and tibia indices / E.S. Al-Ghamdi // J. Exp. Biol. Agric. Sci. – 2022. – V. 10. – №3. – P. 668-678.
75. Aptekmann, K.P. Morphometric analysis of the intestine of domestic quails (*Coturnix coturnix japonica*) treated with different levels of dietary calcium / K. P. Aptekmann // Anatomia, histologia, embryologia. – 2001. – V. 30. – №5. – P. 277-280.
76. Arias, A. Factors related to metabolism and calcium supplementation in laying hens / A. Arias // Zootechnician. – 2016. – №4. – P. 76-81.

77. Attia, Y.A. Assessment of bacterial phytase and citric acid concentrations on economic traits, nutrients' digestibility and protein metabolites of broiler chickens fed diets containing marginal level of nutrients / Y.A. Attia // Italian Journal of Animal Science. – 2025. – V. 24. – №1. – P. 109-122.
78. Blas, D.C. Nutrition and feeding of laying hens / D.C. Blas, G.G. Mateos // Editorial Mundi-Prensa. – Madrid, Spain. – 1989. – V. 161. – P. 13-22.
79. Borges de Queiroz, L.S. Exigências de fósforo disponível para aves com o uso do fosfato monoamônio / L.S. Borges de Queiroz // Ciência Animal Brasileira. – 2012. – V. 13. – №2. – P. 25-31.
80. Buendia, M. Addition of calcareous aggregate and Conchuela in diets of broilers and its effect on production / M. Buendia // Agroindustrial Science. – 2017. – V. 6. – №2. – P. 195-198.
81. Buxade, C. The laying hen. Systems of exploitation and production techniques / C. Buxade // Mundi-Press. – 1987. – V. 5. – P. 41-48
82. Carrillo, D.A.P. Morfometría de órganos gastrointestinales y bioquímica sanguínea en codornices japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) alimentadas con harina de morera (*Morus alba*) / D.A.P. Carrillo // Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. – 2023. – V. 31. – №2. – P. 159-169.
83. Chávez Gonzáles, M.A. Fuentes y tamaños de partículas de calcio como suplemento en la alimentación para la codorniz (*coturnix coturnix japónica* tys) en fase de postura / M.A. Chávez Gonzáles [Электронный ресурс]. – 2019. Режим доступа: <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/df55ad06-f87e-4f95-85fd-a1dac03ed1c5/content>
84. Chicaiza Morales, B. R. Comportamiento productivo de la codorniz japonesa (*coturnix coturnix japónica*) con diferentes promotores de crecimiento naturales en la etapa de cría y desarrollo en machos. [Электронный ресурс]. – 2024. Режим доступа: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16315>
85. Chipao, M.C. Efecto del fosfato dicálcico y harina de huesos sobre la producción y calidad del huevo de codorniz en dos diferentes edades. [Электронный ресурс]. – 2014. Режим доступа:

[https://scholar.google.ru/scholar?cluster=8374719487308604746&hl=ru&as\\_sdt=0,5](https://scholar.google.ru/scholar?cluster=8374719487308604746&hl=ru&as_sdt=0,5)

86. Choque, C.E. Evaluación de los parámetros zootécnicos en la producción de codornices en condiciones de la Granja K'ayra. [Электронный ресурс]. – 2024. Режим доступа: <https://sired.udenar.edu.co/12950/>
87. Church, D.C. Digestive physiology and nutrition of ruminants / D.C. Church // Nutrition. – 1979. – V. 2. – № 2. – 452 p.
88. Clunies, M. Calcium and phosphorus metabolism and eggshell formation of hens fed different amounts of calcium / M. Clunies, D. Parks, S. Leeson // Poultry science. – 1992. – V. 71. – № 3. – P. 482-489.
89. Coronado, I.A.R. Performance productiva, calidad interna y externa del huevo en Codornices alimentadas con inulina en dietas normales y bajas en calcio. [Электронный ресурс]. – 2022. Режим доступа: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/71340f55-e478-4137-bc9e-74854189b545>
90. Costa, C.H.R. Levels of calcium in diets for Japanese quails in the third end of posture (45-57 weeks of age) / C.H.R. Costa // Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. – 2010. – V. 62. – P. 1225-1231.
91. Costa, C.H.R. Níveis de fósforo e cálcio em dietas para codornas japonesas em postura / C.H.R. Costa // Revista Brasileira de Zootecnia. – 2007. – V. 36. – P. 2037-2046.
92. Costa, G.L. Digestibilidade ileal verdadeira do fósforo de fosfatos bicálcicos para frangos de corte. [Электронный ресурс]. – 2021. Режим доступа: <https://rima.ufrrj.br/jspui/handle/20.500.14407/19953>
93. Da Cunha, R.G.T. Carcass characteristics, physicochemical traits, texture and microstructure of young and spent quails meat / R.G.T. Da Cunha, D. Kokoszyński // Poultry Science. – 2024. – V. 103. – № 7. – 103763 p.
94. da Silva Mendonça, D. Diferentes fontes de cálcio sob o desempenho produtivo e qualidade óssea de codornas de corte / D. da Silva Mendonça // Ciencia rural. – 2022. – V. 52. – № 6. – P. 16-22.

95. David, L.S. Calcium nutrition of broilers: current perspectives and challenges / L.S. David, M.N. Anwar, M.R. Abdollahi [et al.] // *Animals*. – 2023. – V. 13. – No 10. – 1390 p.
96. de Amorim Oliveira, A. Importância do cálcio e fósforo no desempenho zootécnico e na qualidade da carne de frangos de corte / A. de Amorim Oliveira // *Observatório de la economía latinoamericana*. – 2025. – V. 23. – № 3. – P. e9405-e9405.
97. de Souza, D.S. Nutrição mineral e seu impacto na produção de poedeiras comerciais modernas / D.S. de Souza, E.R. de Moraes Garcia, C. Kiefer // *Research, Society and Development*. – 2022. – V. 11. – № 17. – P. 738-862.
98. de Souza, D.S. Quail performance and egg quality at the end of production fed with varying levels of calcium / D.S. de Souza // *Semina: Ciências Agrárias*. – 2016. – V. 37. – № 4. – P. 2395-2406.
99. Enting, H. Production and integration of the ATLAS Insertable B-Layer / H. Enting, Abbott B. // *Journal of instrumentation*. – 2018. – V. 13. – № 05. – P. 5-8.
100. Escalante-Garcia, J.I. Calcium sulphate anhydrite based composite binders; effect of Portland cement and four pozzolans on the hydration and strength / J.I. Escalante-Garcia, O.A. Martínez-Aguilar, L.Y. Gomez-Zamorano // *Cement and Concrete Composites*. – 2017. – V. 82. – P. 227-233.
101. Fagundes, B.T. Balanço e digestibilidade do fósforo em fosfatos utilizados em rações para codornas em postura. [Электронный ресурс]. – 2023. Режим доступа: <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/cozoo/TCC%20BARBARA.pdf>
102. Fleming, R.H. Bone structure and strength at different ages in laying hens and effects of dietary particulate limestone, vitamin K and ascorbic acid / R.H. Fleming, H.A. McCormack, C.C. Whitehead // *British poultry science*. – 1998. – V. 39. – № 3. – P. 434-440.
103. Fu, Y. Dietary supplementation with calcitriol or quercetin improved eggshell and bone quality by modulating calcium metabolism / Y. Fu // *Animal Nutrition*. – 2024. – V. 18. – P. 340-355.

104. Garcia, J. Nutritional requirements of calcium and phosphorus for Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) in posture / J. Garcia, A.E. Murakami, Martins E. N., Furlan A. C. // *Acta Scientiarum*. – 2000. – V. 22. – № 3. – P. 733-739.
105. Gargurevich Rázuri J. A. Niveles de Carbonato de calcio en la producción de huevos de codorniz desde la etapa de pre postura al pico de producción. [Электронный ресурс]. – 2018. Режим доступа: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/1984>
106. Gomes Ribeiro, A. Heat stress in Japanese quails (*Coturnix japonica*): benefits of phytase supplementation / A. Gomes Ribeiro, R. dos Santos Silva, D. Albuquerque da Sliva [et al.] // *Animals*. – 2024. – V. 14. – No 24. – P. 35-99.
107. Guevara Parreño, J. G. Inclusión de varios niveles de cáscara de huevo como fuente de calcio en la producción de huevos de codorniz. [Электронный ресурс]. – 2023. Режим доступа: <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5288>
108. Hamdi, M. Comparison of how different feed phosphates affect performance, bone mineralization and phosphorus retention in broilers / M. Hamdi, D. Solà-Oriol, R. Franco-Rosselló [et al.] // *Spanish J. Agric. Res.* – 2017. – V. 15. – No 3. – 10 pp.
109. Harland, B.F. Phytate: a good or a bad food component? / B.F. Harland, E.R. Morris // *Nutrition research*. – 1995. – V. 15. – № 5. – P. 733-754.
110. Ibarra, A.C. Productive performance, shell quality and internal quality of eggs of quails (*Coturnix coturnix*) fed with inulin in normal or low calcium diets. / A.C. Ibarra, C. Vílchez-Perales, O.Z. Mendoza. [Электронный ресурс]. – 2023. Режим доступа: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/REVUNMSM\\_7e897464ab28f7d79ed5c44008a42801](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/REVUNMSM_7e897464ab28f7d79ed5c44008a42801)
111. Jamroz, D. The quality of different mono- and dicalcium phosphates estimated on the basis of their crystalline phases, chemical composition, solubility, and biological parameters of broiler chickens / D. Jamroz, A. Gajda-Janiak, Z. Wzorek [et al.] // *J. Anim. Feed Sci.* – 2013. – V. 22. – No 3. – P. 247-256.

112. Júnior, C.R.S. Avaliação da granulometria de fosfatos utilizados em ração para frangos tipo caipira/ C.R.S. Júnior //Pubvet. – 2022. – V. 16. – 195 p.
113. Kamberi, M.A. The effect of calcium and available phosphorus levels on the performances of growing meat type Japanese quail: 1. Effects on body weight, weight gain, feed consumption and feed efficiency / M.A. Kamberi // Nutrition. [Pubmed] – 2007. Режим доступа: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51948662/The\\_effect\\_of\\_calcium\\_and\\_available\\_phos20170226-30612-117nk4d-libre.pdf?1488181273](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51948662/The_effect_of_calcium_and_available_phos20170226-30612-117nk4d-libre.pdf?1488181273)
114. Keshavarz, K. Laying hens respond differently to high dietary levels of phosphorus in monobasic and dibasic calcium phosphate / K. Keshavarz // Poultry science. – 1994. – V. 73. – № 5. – P. 687-703.
115. Keshavarz, K. Nonphytate phosphorus requirement of laying hens with and without phytase on a phase feeding program / K. Keshavarz // Poultry science. – 2000. – V. 79. – № 5. – P. 748-763.
116. Keshavarz, K. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality / K. Keshavarz, S. Nakajima // Poultry Science. – 1993. – V. 72. – № 1. – P. 144-153.
117. Khalil, R.R.K. Calcined mussel shell from corbicula sumatrana, a natural preservative and mineral supplement of fishmeal for feeding laying quails / R.R.K. Khalil, A. Montesqrit //Adv. Anim. Vet. Sci. – 2024. – V. 12. – № 10. – P. 1875-1883.
118. Koreleski, J. Calcium from limestone meal and grit in laying hen diets-effect on performance, eggshell and bone / J. Koreleski, S. Świątkiewicz //Journal of Animal and Feed Sciences. – 2004. – V. 13. – № 4. – P. 635-645.
119. Lazaro, R. Nutrition and complementary poultry feed: quails. Department of animal production / R. Lazaro, P. Serrano, J. Capdevila // Polytechnic University of Madrid. [Электронный ресурс]. – 2005. Режим доступа: [http://www.wpsaaeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/15\\_02\\_29\\_FEDNA4](http://www.wpsaaeca.es/aeca_imgs_docs/15_02_29_FEDNA4).

120. Lima, F.R. Chemical and physical evaluations of commercial dicalcium phosphates as sources of phosphorus in animal nutrition / F.R. Lima // *Poultry Science*. – 1995. – V. 74. – № 10. – P. 1659-1670.
121. Lima, H.J.D. Updates in research on quail nutrition and feeding: A review / H.J.D. Lima, M.V.M. Moraes, I.D.B. Pereira // *World's Poultry Science Journal*. – 2023. – V. 79. – № 1. – P. 69-93.
122. Mariano, L.S.D. Anacardato de cálcio associado com ácido butírico na alimentação de codornas de corte. [Электронный ресурс]. – 2022. Режим доступа: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/71049>
123. Mariz, C. B. L. P and Ca requirements for Japanese quail / C.B.L. Mariz // *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. – 2017. – V. 101. – № 2. – P. 389-400.
124. McDonald, P. Animal nutrition (the fourth edition) / P. McDonald, J.F.D. Greenhalgh, R.A. Edwards. [Электронный ресурс]. – 1988. Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0377840183900470>
125. Medeiros, C. Características do calcário calcítico da cidade de vertente do Lério (PE), utilizado na ração avícola / C. Medeiros // *Natural Resources*. – 2023. – V. 13. – № 2. – P. 56-68.
126. Mehraei Hamzekolaei, M.H. The effects of transportation stress on Japanese quail (*Coturnix Coturnix japonica*) fed corn-based diet in comparison with wheat-based diet supplemented with xylanase and phytase / M.H. Mehraei Hamzekolaei, A.K. Zamani Moghaddam, S.S. Tohidifar [et al.] // *Anim. Physiol. Anim. Nutr.* – 2016. – V. 100. – No 4. – P. 618-622.
127. Mello, H.H.C. Dietary requirements of available phosphorus in growing broiler chickens at a constant calcium: available phosphorus ratio / H.H.C. Mello // *Revista Brasileira de Zootecnia*. – 2012. – V. 41. – P. 2323-2328.
128. Metwally, M.M. The productive performance, immunological parameters and the bioavailability of calcium, phosphorus and nitrogen of japanese quails fed curcumin and/or ground anise seeds supplementation as a medical herbs / M.M.

- Metwally, M. El-Sagheer, M.A. Metwally // Egyptian Journal of Animal Production. – 2023. – V. 60. – № 2. – P. 49-59.
129. Miller, B.F. Calcium and phosphorus in the diet of coturnix quail / B.F. Miller // Poultry Science. – 1967. – V. 46. – № 3. – P. 686-692.
130. Murata, L.S. Calcium levels and limestone granulometry on the performance and quality of the egg shell of commercial laying hens / L.S. Murata // Biotemas. – 2009. – V. 22. – № 1. – P. 103-110.
131. Nascimento, M.Q. Optimal available phosphorus levels in diets containing different dicalcium phosphate particle sizes for japanese quails / M.Q. Nascimento // Brazilian Journal of Poultry Science. – 2019. – V. 21. – P. 8-18.
132. Neiva, D.C. Anatomopathological changes in laying quails / D.C. Neiva // Anais da Academia Brasileira de Ciências. – 2024. – V. 96. – № 2. – P. 815-823.
133. Nelson, F. E. Calcium and phosphorus rearing for the breeding coturnix quail / F.E. Nelson // Poultry Science. – 1964. – V. 43. – P. 1346-1349.
134. North, M.O. Poultry production Manual / M.O. North, D.D. Bell // Editorial The Modern Manual. – Mexico. – 1993. – V.3. – P. 360-368.
135. Ovseychik, E.A. The efficacy of encapsulated phytase based on recombinant *Yarrowia lipolytica* on quails' zootechnic features and phosphorus assimilation / E.A. Ovseychik, O.I. Klein, N.N. Gessler [et al.] // Vet. Sci. – 2024. – V. 11. – № 2. – P. 91-104.
136. Pavlović, M. Different phosphorus sources in broilers diet-utilization and environmental pollution / M. Pavlović, V. Balkan // Edirne: Trakya University. Agricultural Congress, 20-23 September, 2023, Edirne, Turkey, 2023. – P. 629-635.
137. Pérez Pazmiño, V.P. Determinación de biodisponibilidad de fósforo en gallos Lohmann Brown con diferentes niveles de fosfato. [Электронный ресурс]. – 2023. Режим доступа: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/20781>.
138. Pincay Monserrate, N. E. Inclusión del lodo de palma en la dieta de codornices machos (*coturnix coturnix*) en etapa de crecimiento, engorde y finalización. [Электронный ресурс]. – 2023. Режим доступа: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13929>

139. Pipicano Mamián, D. I. Efecto en pigmentación, calidad de huevo y rendimiento productivo, del reemplazo de la proteína de torta de soya por proteína de harina de cangrejo de río (*Procambarus clarkii*) en la dieta de gallinas semipesadas (51 a 63 semanas de edad). [Электронный ресурс]. – 2015. Режим доступа:  
<https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:mHnHj9vHRI0J:scholar.google.com>.
140. Potchanakorn, M. Biological value of phosphorus for young turkeys / M. Potchanakorn, L.M. Potier // *Poultry Science*. – 1987. – V.66. – P. 505-513.
141. Pourmollaei, F. Calcium requirements in growing Japanese quail from 21 to 35 days post-hatch / F. Pourmollaei // *Poultry Science*. – 2025. – V. 104. – № 2. – P. 104-111.
142. Quintana, J.A. Attenuation of a Turkeypoxvirus field strain as an alternative to heterologous vaccination in turkeys / J.A. Quintana, E. Nolasco, L.M. Valdés, L. Rangel, L. Cobos-Marín // *Veterinaria México*. – 2011. – V. 7. – № 4. – P. 1-12.
143. Ramos, I.C. Malefícios da falta de cálcio em galinhas poedeiras / I.C. Ramos // *Revista Delos*. – 2024. – V. 17. – № 62. – P. 3292-3295.
144. Rao, S.K. Age at sexual maturity influences the response of Single Comb White Leghom pullets to marginal and low levels of dietary phosphorus / S.K. Rao // *Journal of Nutrition*. – 1995. – V. 125. – P. 1342-1350.
145. Ravindran, V. An evaluation of various response criteria in assessing biological availability of phosphorus for broilers / V. Ravindran // *Poultry Science*. – 1995. – V. 74. – № 11. – P. 1820-1830.
146. Ravindran, V. Phytate: occurrences, bioavailability and implications in poultry nutrition / V. Ravindran, W.L. Bryden, E.T. Kornegay // *Avian Poult. Biol. Rev.* – 1995. – V. 6. – P. 125-143.
147. Rezaeipour, V. Effects of phytase supplementation on growth performance, jejunum morphology, liver health, and serum metabolites of Japanese quails fed sesame (*Sesamum indicum*) meal-based diets containing graded levels of protein /

- V. Rezaeipour, A. Barsalani, R. Abdullahpour // *Trop. Anim. Health Prod.* – 2016. – V. 48. – № 6. – P. 1141-1146.
148. Ribeiro, A.G. Adverse effects of heat stress and the benefits of using phytase in Japanese quail (*coturnix japonica*) diets / A.G. Ribeiro // *Observatório De La Economía Latinoamericana.* – 2025. – V. 23. – № 1. – P. 8506-8512.
149. Ribeiro, C.L.N. The Effect of calcium and available phosphorus levels on performance, egg quality and bone characteristics of japanese quails at end of the egg-production phase / C.L.N. Ribeiro // *Brazilian Journal of Poultry Science.* – 2016. – V. 18. – №. SPE. – P. 33-40.
150. Richter, C. Mineral appetite of parathyroidectomized rats / C. Richter, Jf. Eckert // *Am J Med Sci.* – 1932. – V. 9. – P. 9–16.
151. Rizwanuddin, S. Microbial phytase: Their sources, production, and role in the enhancement of nutritional aspects of food and feed additives / S. Rizwanuddin // *Journal of Agriculture and Food Research.* – 2023. – V. 12. – P. 100559.
152. Robson, W.A. Effect of DDE, DDT and calcium on the performance of adult Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) / W.A. Robson // *Poultry Science.* – 1976. – V. 55. – № 6.- P. 2222-2227.
153. Rodehutscord, M. Comparative studies with three-week-old chickens, turkeys, ducks, and quails on the response in phosphorus utilization to a supplementation of monobasic calcium phosphate / M. Rodehutscord, A. Dieckmann // *Poultry Science.* – 2005. – V. 84. – № 8. – P. 1252-1260.
154. Rodríguez Sinche, B. A. Comportamiento productivo de codornices japónicas en ceba con la inclusión de harina de cabeza de camarón, Caridea, en el cantón Salinas: tesis. – La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, [Электронный ресурс]. – 2022. Режим доступа: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/7568>
155. Rodríguez, C. A. G. Efecto de la adición de harina de cáscara de naranja y cascarón de huevo a dietas de codornices japonesas / C.A.G. Rodríguez // *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal.* – 2022. – V. 30. – № 1. – P. 151-155.

156. Roland, D. Studies concerning possible explanations for the varying response of different phosphorus levels on eggshell quality / D. Roland, M. Farmer // Poultry Science. – 1986. – V.65. – № 5. – P. 956-963.
157. Roque, F.A. Efeitos de diferentes fontes de microminerais sobre o desempenho, reprodução, qualidade da progênie e qualidade espermática de reprodutores pesados: tesis. – Universidade de São Paulo, [Электронный ресурс]. – 2022. Режим доступа: <https://doi.org/10.11606/T.74.2022.tde-01022023-161718>
158. Rosario A.N. Production and quality of quail eggs fed on diets with flour from sawn waste from butchers / Rosario A.N. // Scientific Journal. – 2015. – V. 25. – № 2. –P. 139-144.
159. Rostagno, H. S. Brazilian tables for poultry and pigs: food composition and nutritional requirements / H.S. Rostagno, L.F. Albino, J.L. Donzele [et al] // Viçosa, MG: UFV. – 2011. – V. 3. – P. 252-261.
160. Said, N. Effect of dietary phosphorus level and source on productive performance and egg quality of two commercial strain of laying hens / N. Said // Poultry Science. – 1984. – V.63. – № 10. – P. 2007-2019.
161. Sauveur, B. Research note: a study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs / B. Sauveur, F.G. Silversides, F. Twizeyimana, P. Villeneuve // Poultry Science. – 1993. – V. 72. – № 4. – P. 760-764.
162. Scott, M.L. Nutrition of the chicken / M.L. Scott, M.C. Nesheim, R.J Young; Ithaca. – New York, [Электронный ресурс]. – 1982. – 288 p. Режим доступа: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19701404364>
163. Selim, S. Efficacy of various feed additives on performance, nutrient digestibility, bone quality, blood constituents, and phosphorus absorption and utilization of broiler chickens fed low phosphorus diet / S. Selim // Animals. – 2022. – V. 12. – № 14. – P. 17-42.

164. Selle, P.H. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs / P.H. Selle, A.J. Cowieson, V. Ravindran // *Livestock Sci.* – 2009. – V. 124. – № 1-3. – P. 126-141.
165. Selle, P.H. The contribution of phytate-degrading enzymes to chicken-meat production / P.H. Selle // *Animals.* – 2023. – V. 13. – № 4. – 603 p.
166. Shagñay, S. Evaluación de tres niveles de ddgs de maíz (granos de destilería de maíz desecados con soluble 7%, 14% 21%) en la dieta y su efecto en la fase de postura cournix Japónica / S. Shagñay // *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar.* – 2022. – V. 6. – № 4. – P. 5915-5928.
167. Sheikhlar, A. Effect of varying ratios of dietary calcium and phosphorus on performance, phytate P and mineral retention in Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*) / A. Sheikhlar // *International Journal of Poultry Science.* – 2009. – V. 8. – № 7. – P. 692-695.
168. Silva, A.M. Exigências de fósforo disponível para frangos de corte: uma abordagem meta-analítica. – 2024. Режим доступа: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/276217>
169. Snow, J.L. Phytase effects on amino acid digestibility in molted laying hens / J.L. Snow // *Poultry Science.* – 2003. – V.82. – P. 474-477.
170. Soares, J.H. An overview of calcium and phosphorus in feedstuffs / J.H. Soares // *Proceedings, Georgia Nutron Conference for the Feed industry.* [Электронный ресурс]. – 1990.– P. 194-200. – URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19921449460>.
171. Souza, F.L Impenetrable surface and heterogeneity are opposite factors for maintaining bird wealth in the city of Cerrado / F.L Souza // *Landscape and urban planning.* – 2019. – V. 192. – P. 36-43.
172. Stanquevis, C.E. Calcium and available phosphorus requirements of Japanese quails in early egg-laying stage / C.E. Stanquevis // *Poultry science.* – 2021. – V. 100. – № 1. – P. 147-158.
173. Sunde, M.L. A critical need of phosphorus for the young pheasant / M.L. Sunde, H.R. Bird // *Poultry Sci.* – 1956. – V.35. – P. 424-430.

174. Syafaat, F. Effect of Ca:P concentration and calcination temperature on hydroxyapatite (HAp) powders from quail eggshell (*Coturnix Coturnix*) / F. Syafaat, Y. Yusuf // International Journal of Nanoelectronics and Materials. – 2018. – V. 11. – P. 51-58.
175. Temperton, El. The effect of feeding a vegetable-type diet without supplementary phosphorus to turkey poultts / El. Temperton, J. Cassidy // British Poultry Sci. – 1964c. – V.5. – P. 87-88.
176. Temperton, H. The utilization of phytin phosphorus by the chick for growth and bone formation / H. Temperton, J. Cassidy // British Poultry Sci. – 1964b. – V. 5. – P. 81-86.
177. Temperton, H. The utilization of phytin phosphorus by the chicks as indicated by balance experiments / H. Temperton, J. Cassidy // British Poultry Sci. – 1964a. – V.5. – P. 75-80.
178. Tordoff, M.G. Calcium: taste, intake, and appetite / M.G. Tordoff // Physiological Reviews. – 2001. – V. 81. – № 4. – P. 1567-1597.
179. Um, J. S. Effects of microbial phytase supplementation on egg production, eggshell quality, and mineral retention of laying hens fed different levels of phosphorus / J.S. Um, I.K. Paik // Poultry Science. – 1999. – V. 78. – № 1. – P. 75-79.
180. Vandepopuliere, J.M. The relationship of calcium phosphorus ratios on the utilization of plant and inorganic phosphorus by the chick / J.M. Vandepopuliere, C.B. Ammermon, R.H. Harms // Poultry Sci. – 1961. – V.40. – P. 951-957.
181. Vargas-Sánchez, R. Fermentación de subproductos agroindustriales como estrategia para obtener aditivos para alimento de codorniz / R. Vargas-Sánchez // Abanico veterinario. [Электронный ресурс]. – 2022. Режим доступа: <https://doi.org/10.21929/abavet2022.17>
182. Vaz, D.P. Effect of calcium and phosphorus available in the diet on the productive performance, bone quality and shell of eggs of laying hens by means of meta-analyzes. [Электронный ресурс]. – 2018. Режим доступа: <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-BBZFYW>

183. Vieira, B.S. Combination of phytase and citric acid, but not phytase alone, ensures regular rates of growth and bone mineralization in quails under severe phosphorus restriction / B.S. Vieira, J.G. Caramori Jr., G.S.S. Correa [et al.] // J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. – 2019. – V. 103. – № 2. – P. 555-563.
184. Wasserman, R.H. Intestinal absorption of phosphate in the chick: effect of vitamin D3 and other parameters / R.H. Wasserman, A.N. Taylor // The Journal of nutrition. – 1973. – V. 103. – № 4. – P. 586-599.
185. Yıldız, A. Bıldırcın rasyonlarına multi-enzim ilavesinin performansa, yumurta kalitesine ve serum parametrelerine etkisi / A. Yıldız, E.T. Şentürk, O. Olgun // Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology. – 2021. – V. 9. – № 3. – P. 536-541.
186. Zootecnista, M.V. Evaluación de la calidad de huevo en gallinas de postura comercial en segunda fase de producción alimentadas con 4 fuentes diferentes de fosfato inorgánico: tes. – Universidad Peruana Cayetano Heredia, [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://agris.fao.org/search/en/providers/124995/records/67a247b5b536e00aa15ce1af>

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

**№ 2811137**

**Способ повышения качества костяка молодняка  
перепелов**

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное  
научное учреждение Федеральный научный центр  
"Всероссийский научно-исследовательский и  
технологический институт птицеводства" Российской  
академии наук (ФНЦ "ВНИТИП" РАН) (RU)*

Авторы: *Егорова Татьяна Анатольевна (RU), Ленкова Татьяна  
Николаевна (RU), Тищенко Мария Сергеевна (RU)*

Заявка № 2023103219

Приоритет изобретения 13 февраля 2023 г.

Дата государственной регистрации

в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 11 января 2024 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 13 февраля 2043 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) 2 811 137<sup>(13)</sup> C1(51) МПК  
A23K 10/00 (2016.01)  
A23K 50/75 (2016.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
A23K 10/00 (2023.08); A23K 50/75 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023103219, 13.02.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
13.02.2023Дата регистрации:  
11.01.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.02.2023

(45) Опубликовано: 11.01.2024 Бюл. № 2

Адрес для переписки:  
141311, Московская обл., г. Сергиев Посад, ул.  
Птицеградская, 10, ФНЦ "ВНИТИП" РАН

(72) Автор(ы):

Егорова Татьяна Анатольевна (RU),  
Ленкова Татьяна Николаевна (RU),  
Тищенко Мария Сергеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
научное учреждение Федеральный научный  
центр "Всероссийский  
научно-исследовательский и  
технологический институт птицеводства"  
Российской академии наук (ФНЦ  
"ВНИТИП" РАН) (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: Сысоева Илья Григорьевна. Фитаза  
отечественного производства в комбикормах  
для бройлеров и кур-несушек. // Автореферат  
дисс. на соиск. уч. ст. к.с.-х. н. // Сергиев Посад,  
2022, найдено онлайн: [http://www.vnitip.ru/  
netcat\\_files/172/328/avtoreferat\\_Cyssoeva\\_I.G.pdf](http://www.vnitip.ru/netcat_files/172/328/avtoreferat_Cyssoeva_I.G.pdf).  
RU 2703912 C1, 22.10.2019. RU 2782572 C1,  
31.10.2022. RU 2734032 C1, 12.10.2020. RU (см.  
прод.)

(54) Способ повышения качества костяка молодняка перепелов

(57) Реферат:

Изобретение относится к сельскому хозяйству,  
в частности к кормлению сельскохозяйственной  
птицы, а именно перепелов. Способ повышения  
качества костяка молодняка перепелов включает  
кормление полнорационным комбикормом с  
содержанием доступного фосфора 0,35%. При  
этом в комбикорм включают ферментный  
препарат «Берзайм Р» 50000 ед./г в количестве 12  
г на 1 т с суточного до 42-суточного возраста.Изобретение обеспечивает положительное  
влияние на переваримость (сухого вещества,  
протеина, жира), использование питательных  
веществ (азота, кальция, фосфора),  
минерализацию костяка птицы, что способствует  
улучшению сохранности поголовья, повышению  
продуктивности птицы, а при дальнейшем  
выращивании птицы на качество скорлупы яиц,  
5 табл., 1 пр.

(56) (продолжение):

2551970 C1, 10.06.2015. RU 2796384 C9, 22.08.2023. CN 109820106 A, 31.05.2019. CN 109997984 A, 12.07.2019. CN  
104542446 A, 29.04.2015.

Утверждаю:

Генеральный директор ООО «Генофонд»

Ю.В. Китаева

« 20 » сентября 2024 г.

Утверждаю:

ВрИО Директора ФНЦ «ВНИТИП»

А.Н. Шевяков

« 20 » сентября 2024 г.

АКТ

от « 20 » сентября 2024 года

Комиссия в составе: Генеральный директор ООО «Генофонд» Китаева Ю.В., ветеринарный врач Тищенко Д.И., бригадир Чинцова А.И., доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по НИР ФНЦ «ВНИТИП» Егорова Т.А., м.н.с. отдела инкубации ФНЦ «ВНИТИП» Тищенко М.С. составили настоящий акт о том, что в марте-апреле 2024 г. в ООО «Генофонд» была проведена производственная проверка на молодняке перепелов породы Радонежские по теме: «Потребность перепелов в кальции и фосфоре при использовании в комбикормах фитазы».

Для проведения производственной проверки в суточном возрасте были сформированы две группы по 250 голов в каждой. Плотность посадки, световой и температурный режимы соответствовали «Методическим рекомендациям по технологическому проектированию птицеводческих предприятий», 2013 г. Продолжительность опыта – 42 суток. Кормление перепелов - сухими рассыпными комбикормами с питательностью согласно «Методическому пособию по кормлению сельскохозяйственной птицы», 2021 г.

Перепелата базового варианта получали полнорационные комбикорма пшенично-кукурузного типа, питательность которых соответствовала периодам выращивания: в ростовом периоде выращивания перепелов с 1 до 28 суток, уровень сырого протеина и обменной энергии составлял 24,00% и 12,56 МДж/кг, в финишный период выращивания с 28 до 42 суточного возраста эти показатели питательности были на уровне 20,00 % и 12,98 МДж/кг. Уровень кальция в рационе составлял 1,0%, общего и доступного фосфора 0,76 и 0,45% соответственно.

Перепела нового варианта получали полнорационный комбикорм базового варианта с уровнем кальция 1,0% и со сниженным содержанием общего и доступного фосфора 0,65 и 0,35% соответственно и с добавлением ферментного препарата Берзайм-Р в дозировке 12 г/т корма. Схема производственной проверки приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Схема производственной проверки.

| Вариант | Особенности кормления                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Базовый | Полнорационный комбикорм (ПК) растительного типа с питательностью согласно рекомендациям ВНИТИП с уровнем: кальция 1,0%, общего и доступного фосфора 0,76 и 0,45% при их соотношении 1,3:1 и 2,2:1 соответственно                                                                 |
| Новый   | Полнорационный комбикорм (ПК) растительного типа с питательностью согласно рекомендациям ВНИТИП с уровнем: кальция 1,0%, общего и доступного фосфора 0,65 и 0,35% при их соотношении 1,5:1 и 2,9:1 соответственно + Берзайм-Р с активностью 50000 ед./г в количестве 12 г/т корма |

Результаты производственной проверки представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты производственной проверки.

| Показатели                                                                    | Вариант  |          |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
|                                                                               | базовый  | новый    |
| Поголовье в начале опыта, гол                                                 | 250      | 250      |
| Поголовье на конец опыта, гол                                                 | 247      | 247      |
| Сохранность, %                                                                | 98,8     | 98,8     |
| Срок выращивания, сут.                                                        | 42       | 42       |
| Средняя живая масса перепелат в суточном возрасте, г                          | 8,73     | 8,82     |
| Валовая масса перепелат, г                                                    | 2182,50  | 2205,00  |
| Средняя живая масса в 42 дня, г                                               | 328,72   | 336,58   |
| Валовая живая масса, кг                                                       | 81193,84 | 83135,26 |
| Валовый прирост живой массы, кг                                               | 79,01    | 80,93    |
| Среднесуточный прирост живой массы, г/гол                                     | 7,61     | 7,80     |
| Расход корма всего, кг                                                        | 243,35   | 240,36   |
| Масса потрошеной тушки, г                                                     | 228,95   | 239,27   |
| Убойный выход потрошеной тушки, %                                             | 69,65    | 71,09    |
| Получено мяса, кг                                                             | 56,55    | 59,10    |
| Затраты комбикорма на 1 кг прироста живой массы, кг                           | 3,08     | 2,97     |
| Цена 1 кг корма, руб.:                                                        | 45,70    | 45,18    |
| Цена реализации 1 кг мяса, руб.                                               | 630,00   | 630,00   |
| Выручка от реализации мяса, руб.                                              | 35626,91 | 37233,54 |
| Прибыль, руб.                                                                 | 7087,74  | 8508,84  |
| Производственные затраты на прирост живой массы, руб.                         |          |          |
| в т.ч., руб.:                                                                 |          |          |
| зарплата                                                                      | 28539,17 | 28724,70 |
| стоимость потребленного корма                                                 | 3617,55  | 3780,68  |
| на убой и переработку                                                         | 11121,32 | 10859,59 |
| накладные расходы                                                             | 1979,27  | 2068,53  |
| стоимость суточных перепелат, руб.                                            | 4321,03  | 4515,90  |
| Себестоимость 1 кг мяса, руб.                                                 | 7500,00  | 7500,00  |
| Рентабельность производства перепелов, %                                      | 504,67   | 486,03   |
| Экономический эффект всего., руб.                                             | 24,84    | 29,62    |
| Экономический эффект в расчёте на 1000 голов перепелов, сданных на убой, руб. |          | 1101,47  |
|                                                                               |          | 4405,89  |

Расчёт экономической эффективности проводили по формуле:

$$\mathcal{E} = (C_{\text{б}} - C_{\text{н}}) \times A_{\text{н}}, \text{ где}$$

$\mathcal{E}$  – экономическая эффективность производства мяса, руб.;

$C_{\text{б}}, C_{\text{н}}$  – себестоимость 1 кг мяса перепелов (базовая и новая), руб.;

$A_{\text{н}}$  – количество произведённой продукции в новом варианте, кг

$$\mathcal{E} = (504,67 - 486,03) \times 59,10 = 1101,47 \text{ руб.}$$

Таким образом экономическая эффективность использования ферментного препарата Берзайм-Р в дозировке 12 г/т корма в новом варианте, с учетом производственных затрат на содержание перепелов составила 1101 рублей 47 коп., что в пересчете на 1000 голов составляет 4405 рублей 89 коп. (в ценах 2024 года).

Члены комиссии:

от ООО «Генофонд»:

Генеральный директор



Ю.В. Китаева

Ветеринарный врач



Д.И. Тищенко

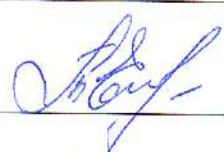
Бригадир



А.И. Чинцова

от ФНЦ «ВНИТИП»:

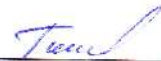
Доктор с.-х. наук,



Т.А. Егорова

заместитель директора по НИР

М.н.с. отдела инкубации



М.С. Тищенко