

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Федеральный научный центр «Всероссийский
научно-исследовательский и технологический институт птицеводства»
Российской академии наук (ФНЦ «ВНИТИП» РАН))

На правах рукописи



**ГУЩЕВА-МИТРОПОЛЬСКАЯ
АНАСТАСИЯ БОРИСОВНА**

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СУЛЬФАТА ЛИЗИНА
В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ КУР-НЕСУШЕК**

Специальность 06.02.08 – кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов

Диссертация

на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук,
профессор, академик РАН
Егоров И.А.

Сергиев Посад, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
2. МАТЕРИАЛ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	52
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	62
3.1. Зоотехнические и некоторые физиолого-биохимические показатели кур- несушек, получавших комбикорма с различными уровнями соевого шрота и разными источниками лизина (моноклоргидрат и сульфат). Опыт 1	62
3.2. Зоотехнические и некоторые физиолого-биохимические показатели кур- несушек, получавших комбикорма с различными уровнями подсолнечнико- вого шрота и разными источниками лизина (моноклоргидрат и сульфат). Опыт 2	77
3.3. Сохранность витаминов в премиксах при использовании различных форм лизина	90
3.4. Экономическая эффективность использования комбикормов для кур- несушек, обогащенных сульфатом лизина (производственная проверка).....	94
4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	96
5. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	98
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	99
ПРИЛОЖЕНИЯ	127

ВВЕДЕНИЕ

Динамичное развитие человеческой популяции ставит непростые вопросы по важнейшей проблеме – обеспечению населения мира продуктами питания, в частности, животного происхождения. По оценкам экспертов, население Земли к 2050 г. возрастет с 6,8 млрд. человек в 2010 г. до 9,3 млрд., что составит прирост 36%.

Для обеспечения населения Земли сбалансированным протеиновым питанием ежегодное производство мяса всех видов животных должно возрасти с 296,1 млн. т в 2010 г. до 505,4 млн. т в 2050 г. (на 70,7%); ожидается, что прирост производства говядины за этот период составит 31%, свинины – 59,3%, мяса птицы – 122,5%, баранины – 28,2%. Наиболее динамичный прирост обеспечит птицеводство, благодаря интенсивному росту птицы, более высокому выходу продукции с единицы производственной площади, низким затратам кормов, быстрой окупаемости вложенных инвестиций [14, 15, 42].

В зоотехнии действует биологический закон «генотип х среда». Для реализации генетического потенциала продуктивности необходимо соблюдение оптимальных норм условий окружающей среды: свет, освещенность, воздухообмен, температура в помещении, полноценное питание, ветеринарно-санитарные показатели, уровень шума и т.д. Определяющим фактором среды является питание птицы – протеиновое, энергетическое, витаминное, минеральное. На долю кормов в структуре себестоимости птицеводческой продукции приходится более 70%.

Актуальность темы. В настоящее время проблема обеспечения мирового населения продуктами питания животного происхождения стоит очень остро.

Современное кормление птицы основано на использовании результатов научных исследований ее потребностей в энергии, протеине, аминокислотах, витаминах, макро- и микроэлементах и других питательных веществах в зависимости от направления производства, возрастной группы и кросса, с целью получения высокой генетически обусловленной продуктивности.

Большое значение придается совершенствованию норм кормления, правильности балансирования питательных веществ в комбикормах с учетом их доступности, и поиску новых биологически активных добавок с целью сокращения затрат кормов при производстве яиц и мяса птицы. Появляется возможность заменять дорогостоящие компоненты и дополнять комбикорма синтетическими аминокислотами при использовании растительных компонентов.

Основой для построения тела и наращивания живой массы птицы является белок корма. Рациональное использование кормового белка в организме птицы зависит от многих факторов, среди которых важнейшим является сбалансированность его аминокислотного состава и уровень доступности аминокислот из корма. Основные источники белка для птицы – корма растительного происхождения: так, с зерновой частью рациона птица получает до 80% белка. Но кормовые белки, как таковые, перестают существовать уже на стадии пищеварения. Во всех дальнейших биохимических процессах участвуют продукты их ферментативного расщепления, в основном, аминокислоты. Современные источники аминокислот представляют собой белки кормового сырья или синтетические аминокислоты. На их усвояемость влияют разные факторы. Синтетические аминокислоты для кормления животных производят путем химического или микробиологического синтеза. При правильном применении эти аминокислоты характеризуются 100%-ной усвояемостью.

Одной из наиболее важных незаменимых аминокислот в питании птицы является лизин. Он входит в состав всех растительных и животных белков. Лизин кормовых белков включается в белки тканей без каких-либо предварительных изменений. Он является незаменимым предшественником в синтезе коллагена, участвует в образовании карнитина, играющего важную роль в жировом обмене. Лизин активирует гемопоэз, способствует всасыванию кальция, благотворно влияет на обмен белков и состояние нервной системы. Он используется в синтезе белков, необходимых для образования ске-

летных тканей и ферментов, является важным компонентом нескольких пептидных гормонов.

При недостатке доступных углеводов лизин может метаболизироваться с получением глюкозы и кетонных тел. Этот процесс служит важным источником энергии для организма птицы в период ее голодания. Установлена связь лизина с витамином D и их совместное влияние на минеральный обмен и качество скорлупы яиц.

При недостатке лизина снижается использование азота корма, замедляется рост цыплят и снижается продуктивность взрослой птицы, снижается концентрация свободного лизина в мышцах и гемоглобина в крови, происходит депигментация оперения. Устранение дефицита лизина в рационе приводит к повышению синтеза белков печени и мышц, отложения азота в организме в виде белка, снижению уровня липидов в печени и костной ткани. Лизин под влиянием термических, химических или других факторов может реагировать с другими соединениями, превращаясь в недоступную для организма форму.

На протяжении многих лет при производстве комбикормов для животных и птицы используют монохлоргидрат лизина. В этой форме лизина содержится хлор, что, чаще всего, негативно влияет на минеральный состав рациона из-за избытка этого элемента. Ситуация с хлором практически всегда становится критической, когда ввод монохлоргидрата лизина в комбикорма превышает 0,35% по массе.

В настоящее время освоено производство лизина в форме сульфата, лизиновой соли серной (а не соляной, как в монохлоргидрате) кислоты.

В связи с этим исследования по изучению возможности использования комбикормов, обогащенных лизином в форме сульфата, для кур яичного направления продуктивности являются актуальными.

Степень разработанности темы исследований. Изучению эффективности использования комбикормов различной структуры, обогащенных син-

тетическими аминокислотами, посвящены многолетние исследования специалистов-птицеводов [35, 59, 140, 141, 144].

Однако данные по эффективности использования комбикормов при добавке синтетического лизина получены, в основном, с использованием монохлоргидрата этой аминокислоты. Поэтому выполненная работа направлена на восполнение пробелов по оценке действия комбикормов на продуктивные показатели яичных кур.

Цель и задачи исследований. Целью диссертационной работы являлось изучение влияния комбикормов с разными уровнями подсолнечникового и соевого шротов с добавкой лизина в форме сульфата на продуктивность кур-несушек. Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- изучить основные зоотехнические показатели у кур-несушек при применении комбикормов, содержащих разные уровни соевого и подсолнечникового шротов с добавкой сульфата лизина;
- определить переваримость и использование питательных веществ таких комбикормов организмом кур-несушек;
- установить степень использования организмом кур-несушек аминокислот из комбикормов с разными уровнями подсолнечникового и соевого шротов и разными источниками лизина (сульфат и монохлоргидрат), а также содержание свободных аминокислот в плазме крови;
- изучить сохранность витаминов А, Е и В₂ в премиксах при применении разных форм лизина;
- определить экономическую эффективность применения комбикормов с разными уровнями подсолнечникового и соевого шротов и разными источниками лизина.

Научная новизна работы. Впервые изучено влияние сульфата лизина на продуктивность и качество яиц кур-несушек, дано физиолого-биохимическое обоснование возможности его применения в комбикормах разной структуры для кур-несушек.

Теоретическая и практическая значимость работы. Проведенные исследования по изучению применения сульфатной формы лизина в комбикормах различной структуры расширяют и углубляют знания об обмене веществ у яичных кур-несушек, использовании ими питательных веществ кормов.

Производству рекомендовано включать в комбикорма для кур-несушек промышленного стада препарат лизина в форме сульфата в целях повышения эффективности использования корма и продуктивности несушек.

Методология и методы исследований. Исследования, представленные в диссертационной работе, выполнены в соответствии с методологией, принятой при изучении вопросов питания, обмена веществ и здоровья сельскохозяйственной птицы [68].

В ходе выполнения работы использовали общие методы научного познания: анализ, сравнение, обобщение; экспериментальные методы: наблюдение, сопоставление; специальные методы: зоотехнические, физиологические, биохимические, экономические. Полученные экспериментальные данные обрабатывали методом вариационной статистики, руководствуясь методологическими указаниями [68], на персональном компьютере с использование программного обеспечения Microsoft Excel.

Положения диссертации, выносимые на защиту:

- зоотехнические показатели кур-несушек при использовании комбикормов с разными уровнями подсолнечникового и соевого шротов, обогащенных монохлоргидратом и сульфатом лизина;
- переваримость и использование основных питательных веществ корма организмом кур-несушек, получавших комбикорма разной структуры при добавке в них двух форм лизина (монохлоргидрата и сульфата);
- доступность аминокислот для организма кур-несушек и их содержание в плазме крови;
- сохранность витаминов А, Е и В₂ в премиксах при применении разных форм лизина;

- экономическая эффективность применения комбикормов с включением подсолнечникового и соевого шротов и разных источников лизина.

Степень достоверности и апробации результатов. Достоверность результатов проведенных исследований подтверждается использованием современных методов исследований и сертифицированного оборудования и применением статистической обработки данных. Результаты исследований опубликованы в рецензируемых источниках и доложены на научных конференциях. Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на семинарах по повышению квалификации специалистов птицеводческих предприятий (Сергиев Посад, 2016-2017 гг.), XVIII Международной конференции Российского отделения Всемирной научной ассоциации по птицеводству «Инновационное обеспечение яичного и мясного птицеводства России» (19-22 мая 2015 г., г. Сергиев Посад).

Личный вклад соискателя. В диссертационной работе отражены материалы научных исследований, выполненных лично автором в 2012-2020 гг. в лабораторных условиях ФНЦ «ВНИТИП» РАН, в производственных условиях и виварии СГЦ «Загорское ЭПХ». Личное участие автора в получении результатов и анализе полученных данных составляет 89%. Под руководством научного руководителя Егорова Ивана Афанасьевича, доктора биологических наук, профессора, академика РАН выполнен большой объем работы: разработана схема проведения исследований; проведен поиск литературных научных источников; проанализированы и обобщены полученные экспериментальные данные; сформулированы логические выводы и предложения производству; подготовлены научные статьи, рукописи диссертации и ее автореферата.

Публикации результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 9 научных работ, в том числе в журналах, рекомендуемых ВАК РФ - 5.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 134 страницах машинописного текста, включает 42 таблицы, 3 рисунка,

состоит из введения, обзора литературы, изложения материалов и методов исследований, результатов собственных исследований и их обсуждения, выводов, предложений производству, списка литературы, включающего 265 источников, в том числе 110 на иностранных языках.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Мировое и российское птицеводство – наиболее наукоемкая и динамичная отрасль агропромышленного комплекса, которая вносит значительный вклад в продовольственную безопасность [138, 139].

В 2000 г. Российская Федерация производила 755 тыс. т мяса птицы и занимала 20-е место в мировом рейтинге; в 2020 – 5 млн. 80 тыс. т и 4-е место. Если в 1990 г. потребление мяса птицы на душу населения в России составляло 12,2 кг, то в 2020 г. – 35,5 кг. В мире этот показатель в среднем равен 16,4 кг. В общей структуре отечественного производства мяса всех видов животных мясо птицы составляет 46%, его доля в экспорте мяса – 61%. В обеспечении питания россиян животным белком доля продукции птицеводства (яиц и мяса) составляет 36%.

В настоящее время потребление яиц во всем мире стало выше, чем десятилетие назад, и продолжает расти. Изменения в питании повлекли за собой потребление большего количества калорий за счет разных источников протеина, в том числе яиц; к тому же, рост благосостояния населения в развивающихся странах стимулирует устойчивый спрос на этот продукт питания.

Производство пищевых яиц в Российской Федерации достигло 45,1 млрд. шт. (6-е место в мировом рейтинге стран), потребление на человека в год – 306 шт. (в мире в среднем – 190 шт.). По прогнозу Российского птицеводческого союза, к 2030 г. производство мяса птицы достигнет 6,1 млн. т, яиц – 47 млрд. шт., при этом экспорт отечественной продукции птицеводства к этому периоду достигнет 1 млн. т мяса и 1,1 млрд. шт. яиц [13].

Безусловно, есть страны, где показатели производства и потребления яиц значительно выше. Так, в Японии в 2017 г. было произведено 41 млрд. шт. яиц, а среднее подушное потребление составило более 330 шт. Японская статистика, как правило, оперирует объемом, точнее, массой произведенных яиц (в 2017 г. – 2 256 243 т). При этом объемы производства этого продукта в стране достаточно стабильные – ежегодно не менее 2,5 млн. т, и рост почти в

1% наблюдается практически каждый год. Интересно отметить, что население России почти на 14% больше, чем в Японии, а объем производства яиц в Стране Восходящего Солнца уступает нашей стране всего на 5,5%. При этом средняя продолжительность жизни в Японии составляет 84 года [93].

Яйца являются самым дешевым источником животного белка и широко используются для помощи беднейшему населению слаборазвитых стран Африки и Азии [94]. В целях популяризации яиц и их потребления с 1996 г. ежегодно проводится Всемирный день яйца [95]. Доказано, что при потреблении всего одного яйца в день снижается потребность человека в кондитерских изделиях. Особое значение придается содержанию в яйце холина, улучшающего работу мозга [118].

Динамичный прирост производства продукции птицеводства в России обеспечивается не только ростом поголовья птицы и увеличением выхода продукции с единицы производственной площади, но и улучшением конверсии корма за счет освоения производством результатов новых фундаментальных исследований в области питания сельскохозяйственной птицы [42, 142].

Интенсивное развитие животноводства немыслимо без прочной кормовой базы и полноценных кормов. Однако нелегко, а порой и невозможно обеспечить высокую продуктивность животных только за счет кормов собственного производства. В них часто содержатся в недостаточных количествах протеин, незаменимые аминокислоты, минеральные вещества и витамины. Использование несбалансированных рационов приводит к снижению продуктивности животных, перерасходу кормов на единицу продукции, повышению ее себестоимости и, в конечном итоге, к снижению эффективности отрасли [18]. На сегодняшний день в животноводстве накоплен огромный опыт комбинирования различных компонентов и балансирования рационов. Однако прогресс в этой области еще далеко себя не исчерпал. Современные высокопродуктивные породы животных и кроссы птицы предъявляют новые требования к питательности рационов. С появлением возможности генетиче-

ских модификаций получила мощный импульс селекция в растениеводстве [110, 111, 114].

Основой для построения тела и наращивания живой массы птицы является белок корма [48, 49, 75]. Белок – наиболее важная часть корма, влияющая на состояние иммунной системы организма животных. Однако в природе его источников значительно меньше, чем источников других видов питательных веществ. По данным отечественных и зарубежных специалистов в области питания животных, дефицит протеина в кормах составляет примерно 29%. Вот почему изыскание новых источников и увеличение производства протеина растительного и микробиологического происхождения имеет первостепенное значение [34, 73, 105].

Еще в конце XVIII века в научных исследованиях отмечали существенные различия по влиянию белковых продуктов на рост и состояние молодых животных и человека. В конце XIX – начале XX века было установлено, что белки состоят из аминокислот и различаются по их составу, и что почти половина аминокислот являются незаменимыми для человека и животных, так как не могут образовываться в их организме в сколько-нибудь значительных количествах, и должны обязательно поступать с пищей. Другая ситуация у бактерий, грибов и растений: они синтезируют все аминокислоты из простых предшественников – углеводов и аммиака. По-видимому, в процессе эволюции животные потеряли часть ДНК, контролирующей синтез незаменимых аминокислот [122].

Аминокислоты – это простые органические соединения с низкой молекулярной массой. Их обычно называют строительными блоками белков: все белки состоят из множества остатков аминокислот, соединенных в длинные цепочки. Карбоксильная группа одной аминокислоты может вступать в реакцию с аминогруппой другой аминокислоты с формированием так называемой пептидной связи; белковая цепь состоит из большого количества аминокислотных остатков (обычно >100), соединенных пептидными связями [264].

Химически чистые аминокислоты имеют порошкообразный вид, большинство из них хорошо растворяются в воде и плохо или совсем не растворяются в органических растворителях. Водные растворы аминокислот стабильны, и их можно стерилизовать при температуре от +100 до +120⁰С. Аминокислоты имеют температуру плавления порядка 300⁰С, нелетучи. Аминокислоты, которые входят в состав белков – это альфа-аминокислоты, которые содержат, как минимум, одну карбоксильную группу и одну аминогруппу, присоединенную к альфа-углеродному атому (т.е. ближайшему к карбоксильной группе). Индивидуальные аминокислоты отличаются друг от друга строением боковых цепей, определяющих их характерные свойства [131, 132].

Вследствие возможности пространственной асимметрии взаимного расположения заместителей у альфа-углеродного атома каждая аминокислота имеет, как минимум, две изомерные пространственные конфигурации, которые различаются по ряду физико-химических свойств, в частности, по направлению вращения плоскости поляризованного света при прохождении через раствор разных изомеров таких веществ, называемых поэтому оптически активными. По направлению этого вращения пространственные конформации одного и того же по химической структуре вещества, называемые стереоизомерами, относят к D- или L-ряду (право- и левовращающие стереоизомеры соответственно). Эти изомеры представляют собой зеркальные отображения друг друга, как правая и левая рука, поэтому это явление также называют хиральностью (от греч. «χειρ» - рука), а стереоизомеры - хиральными. Все аминокислоты, входящие в состав белков тканей животных и высших растений, по пространственной структуре относятся к L-ряду [108].

Рациональное использование кормового белка в организме птицы зависит от многих факторов, среди которых важнейшим является сбалансированность его аминокислотного состава [114], поэтому аминокислотное питание занимает особое место в физиологии высокопродуктивных животных [1].

Биологическая ценность протеина определяется его аминокислотным составом. Все аминокислоты можно разделить на три группы: заменимые, полузаменимые и незаменимые. Заменимые аминокислоты могут синтезироваться в организме из более простых веществ, причем скорость их биосинтеза является достаточной для удовлетворения суточной потребности организма. Полузаменимые аминокислоты могут быть образованы из углеродного скелета других аминокислот. Однако при определенных особенностях обмена веществ (неонатальный период, заболевания) скорость их синтеза является недостаточной. Девять незаменимых аминокислот имеют углеродный скелет, который не может быть синтезирован в организме, поэтому крайне важно их ежедневное и достаточное поступление с кормом. Дефицит даже одной незаменимой аминокислоты приводит к резкому падению синтеза белка. Поэтому биологическая ценность кормового белка зависит от его аминокислотного состава: оптимальные показатели состояния и продуктивности животных могут быть достигнуты только тогда, когда кормовой белок содержит достаточное количество и соотношение всех незаменимых аминокислот [129].

Без правильного сочетания аминокислот в рационе невозможно эффективное и рентабельное производство животноводческой продукции. С одной стороны, недостаток той или иной аминокислоты препятствует синтезу протеина и тормозит рост и продуктивность. С другой стороны, избыток азота в рационе приводит к дополнительным затратам энергии и увеличивает нагрузку на почки и организм в целом. Кроме того, остро стоит проблема выделения с экскрементами животных в окружающую среду больших количеств азота.

Скармливание рационов, содержащих растительный или животный белок, показало, что продуктивность животных значительно выше при использовании белка животного происхождения [37, 38, 88, 89]. Это означает, что животный белок по своему аминокислотному составу значительно ближе к «идеальному протеину», чем растительный белок. Однако добавление небольшого количества определенной незаменимой аминокислоты в рацион,

содержащий растительный белок, повышает биологическую ценность протеина и, как следствие, продуктивность животных. Увеличение содержания этой аминокислоты в рационе может и дальше улучшать показатели продуктивности, но только до определенного уровня. При достижении этого уровня дальнейшее увеличение содержания незаменимой аминокислоты в рационе не приводит к изменению продуктивности. «Бочка Либиха» наглядно демонстрирует роль лимитирующих аминокислот в синтезе белка. Самая короткая доска бочки представляет собой первую лимитирующую аминокислоту (в данном случае метионин), именно она определяет тот уровень, на котором животное может использовать протеин рациона для синтеза белка в своем организме. При удлинении короткой доски (т.е. увеличении уровня соответствующей аминокислоты в рационе) синтез белка может быть повышен до уровня второй лимитирующей аминокислоты (лизин), и т.д. Это и есть концепция лимитирующих аминокислот: «Если уровень синтеза белка снижается по причине недостаточного поступления лимитирующей аминокислоты, то увеличение ее количества в рационе должно повысить синтез белка» [218], и, соответственно, улучшить показатели продуктивности животных.

Качество кормового протеина считается хорошим, если он содержит все незаменимые аминокислоты в необходимых для определенного вида животных количествах и пропорциях. И, наоборот, к низким по качеству белка кормам относятся такие, в которых не хватает незаменимых аминокислот. Тем не менее, после включения их в низкопротеиновые рационы рост молодняка улучшается, а у кур-несушек повышается продуктивность. Кроме того, азот и углеродный скелет заменимых аминокислот используется организмом для метаболических целей. То есть потребность птицы в аминокислотах можно определить как потребность в азоте незаменимых и заменимых аминокислот. Они выполняют или самостоятельные функции, или участвуют в построении многих исключительно важных в биологическом отношении соединений: пуриновых и пиримидиновых оснований, гормонов, аминов, пептидов.

У кур-несушек, потребляющих рацион с дефицитом протеина, интенсифицируются процессы липогенеза, развивается жировая дистрофия печени, клинические признаки мочекишечного диатеза, нарушается кальциево-фосфорный обмен.

Полное использование поступивших в организм птицы с кормом аминокислот возможно лишь в том случае, когда все они – в полном наборе. При этом 40-45% потребностей птицы обеспечивают незаменимые, и 55-60% – заменимые аминокислоты [82, 151].

Перечень и характеристика незаменимых аминокислот, их физиологическое значение и симптомы недостаточности у птицы представлены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика незаменимых аминокислот, их физиологическое значение и симптомы недостаточности у птицы

Характеристика аминокислоты и обеспеченность ею кормосмесей	Физиологическое значение аминокислоты	Симптомы недостаточности аминокислоты у птицы
1	2	3
Лизин [7, 44, 61, 97, 112-114, 121]		
Диаминомонокарбоновая кислота, поэтому обладает основными свойствами. Содержание азота – 19,16%. Встречается во всех белках, однако в растительных кормах содержится в незначительных количествах, поэтому в кормосмесях для птицы его часто не хватает. Дефицит лизина возникает в рационах, состоящих преимущественно из злаковых, подсолнечникового шрота и незначительного количества (1-2%) животных кормов.	Необходим птице для регуляции обмена азота, углеводов, а также для синтеза нуклео- и хромопротеидов; способствует интенсивному росту молодняка, образованию меланинового пигмента в оперении; влияет на формирование эритроцитов и отложение в костях кальция.	Снижается аппетит, продуктивность взрослой птицы и рост молодняка, нарушается кальцификация костной ткани, развивается анемия вследствие нарушения гемопоэза и синтеза гемоглобина, мышцы истощаются, появляются параличи и депигментация оперения.

<i>Продолжение таблицы 1</i>		
1	2	3
Метионин (на 20-50% может быть заменен цистином) [7, 24, 45, 57, 112-114, 260]		
Моноаминокарбоновая серусодержащая кислота, которая имеет лабильную метильную группу, способную в процессе обмена веществ переходить и связываться с другими соединениями. Содержание азота – 9,39%. В отдельных рационах метионина может быть недостаточно (напр., в кукурузно-соевых).	Используется организмом как источник серы и донор метильной группы, а также для регуляции жирового и белкового обмена. Участвует в образовании серина, цистина и холина, необходим для роста и размножения клеток эритроцитов, вместе с цистином участвует в образовании пера, вместе с цистином и витамином Е препятствует жировому перерождению печени.	Потеря аппетита, анемия, атрофия мускулатуры, ожирение печени, нарушение функции почек. Снижение скорости роста молодняка и продуктивности взрослой птицы.
Цистин (может быть заменен метионином) [7, 8, 12, 99, 101, 114, 66]		
Диаминодикарбоновая кислота, содержание азота – 11,66%. Обмен серы в организме связан, главным образом, с превращениями серусодержащих аминокислот метионина и цистина; их взаимозаменяемость облегчает проблему их нормирования. Дефицит цистина, как и метионина, возникает при использовании кукурузно-соевых рационов.	Принимает активное участие в окислительно-восстановительных процессах, обмене углеводов, образовании желчных кислот и веществ, обезвреживающих токсичные продукты обмена. Цистин пера поглощает ультрафиолетовые лучи, защищая организм птицы от вредного воздействия их избытка.	Цирроз печени, плохая оперяемость, выпадение перьев, пониженная сопротивляемость инфекционным заболеваниям.
Триптофан [7, 57, 85, 99, 101, 113, 114, 130]		
Гетероциклическая аминокислота, содержание азота – 13,72%. Часто находится в рационах на грани недостаточности, в	Регулирует функции эндокринного аппарата. Необходим для синтеза гемоглобина, является провитамином никотиновой кислоты, предуп-	Потеря массы, снижение потребления корма, нарушения функций эндокринных желез, анемия, ослабление иммунных свойств крови,

Продолжение таблицы 1

1	2	3
связи с тем, что ее мало в кукурузе и др. кормах. Обогащение рационов никотиновой кислотой позволяет сократить расход триптофана. Дефицит триптофана возникает при преобладании в рационе кукурузы.	реждает развитие пеллагры, связан с процессами оплодотворения и нормального развития.	нарушение зрения.
Аргинин [7, 17, 85, 97, 109, 114, 130]		
Диаминомонокарбоновая кислота с основными свойствами, содержание азота – 32,16%. В обычных рационах, как правило, недостатка в аргинине не бывает, но он возможен при преобладании в рационе кукурузы.	Способствует быстрому росту молодняка, участвует в обмене внутриядерных клеточных белков, связан с функцией паращитовидных желез, со сперматогенезом и углеводным обменом. Служит источником образования в организме креатина и креатинина, влияет на рост оперения.	Угнетение роста, нарушение сперматогенеза, белкового и углеводного обмена.
Гистидин [1, 7, 99, 101, 192]		
Гетероциклическая диаминомонокарбоновая кислота с основными свойствами, содержание азота – 27,09%. Обычные рационы содержат его в достаточном количестве.	Необходим для синтеза гемоглобина, регулирует обмен веществ и способствует интенсивному росту.	Снижение аппетита, анемия, угнетение роста и ухудшение конверсии корма.
Лейцин [7, 19, 20, 114]		
Моноаминомонокарбоновая кислота, содержание азота – 10,68%. В кормах содержится в достаточных количествах.	Участвует в построении плазматических и тканевых белков.	Отрицательный баланс азота даже при повышенном уровне протеина в рационе. Снижение аппетита, прекращение роста.
Изолейцин [4, 19, 20, 99, 101, 130]		
Моноаминомонокарбоновая кислота, содержание азота – 10,68%. В	Необходим для нормального использования аминокислот, пос-	Выделение из организма всего пищевого азота из-за неусвояемости

<i>Продолжение таблицы 1</i>		
1	2	3
кормах содержится в достаточных количествах.	тупающих с кормом.	аминокислот, потеря живой массы и аппетита.
Фенилаланин (на 30% может быть заменен тирозином) [7, 57, 85, 99, 101, 114, 130, 244]		
Ароматическая моноаминомонокарбоновая кислота, содержание азота – 8,48%. В кормах содержится в достаточных количествах.	Необходим для образования гормонов тироксина и адреналина, а также для кроветворения и образования пигментов кожных покровов.	Нарушается функция щитовидной железы и надпочечников, наблюдается своеобразная структурная деформация языка и быстрая потеря массы у цыплят.
Треонин [7, 57, 114, 130, 150, 241]		
Оксиаминокислота, содержание азота – 11,70%. Входит в состав многих белков кормов. Обычные рационы обеспечивают птицу достаточным количеством треонина.	Вместе с изолейцином необходим для нормального использования аминокислот из кормового протеина. Антагонист серина и метионина, может превращаться в глицин.	Выделение из организма всего пищевого азота из-за неусвояемости аминокислот, потеря живой массы.
Валин [7, 19, 20, 99, 101]		
Моноаминомонокарбоновая кислота, содержание азота – 11,06%. В рационах обычно не бывает его недостатка.	Необходим для нормального функционирования нервной системы, принимает участие в синтезе белка и образовании гликогена.	Потеря аппетита, замедление роста молодняка. Повышенная чувствительность, атаксия, судороги и нарушения координации движений.
Глицин [57, 82, 85, 99, 101, 114, 130]		
Простейший представитель аминномонокарбоновых аминокислот, в наибольшем количестве содержится в костях, хрящах, связках, пухе и пере.	Смягчает отрицательное действие белкового перекорма или избыточного поступления отдельных аминокислот, входит в состав глутатиона, связанного с окислительно-восстановительными реакциями в организме.	Снижается скорость роста молодняка, ухудшается оперяемость.

Лизин – одна из важнейших аминокислот в питании птицы, входит в состав всех растительных и животных белков. Характерной особенностью лизина является исключительная инертность в процессах обмена, в том числе и в реакциях переаминирования [1]. Лизин кормовых белков включается в белки тканей тела без каких-либо предварительных изменений. Он является незаменимым предшественником в синтезе коллагена, участвует в образовании карнитина, играющего важную роль в жировом обмене [1, 113]. Лизин активизирует гемопоэз, способствует всасыванию кальция, благотворно влияет на обмен белков и состояние нервной системы. Используется в синтезе белков, необходимых для образования скелетных тканей и ферментов, является важным компонентом нескольких пептидных гормонов. [56, 61, 62]. При недостатке доступных углеводов лизин может метаболизироваться с получением глюкозы и кетонных тел; этот процесс служит важным источником энергии для организма птицы в период ее голодания [56, 61, 62].

Лизин – первая лимитирующая аминокислота в кормлении растущего молодняка всех видов животных и птицы при интенсивном ростовом процессе. При остром недостатке лизина в рационах молодняка у него также ухудшается координация движений, появляется излишняя чувствительность к звукам (шумовой стресс), падает резистентность к респираторным и кишечным инфекциям.

Лизин, как правило, является первой лимитирующей аминокислотой при синтезе мышечной ткани. Так, сперва на свиньях, а затем на цыплятах-бройлерах было доказано, что повышение уровня лизина в рационах с 3,75 до 4,25 г/Мкал обменной энергии приводит к достоверному росту выхода грудных мышц с 14,90 до 15,65% [198]. Если этот выход низкий, то причиной этого следует считать дефицитный по лизину рацион.

Цыплята на синтетическом рационе без лизина живут всего 53 дня. За это время у них полностью выпадает оперение, прекращается рост, искривляются конечности, падает иммунитет к инфекциям любой этиологии, появляются параличи конечностей. У молодняка, выращиваемого при дефиците

лизина, быстро появляются признаки мышечной дистрофии, хорошо заметно отставание в развитии органов яйцегообразования.

Под действием дефицита лизина падает усвоение кальция, что постепенно приводит к развитию рахита у молодняка, снижается качество скорлупы у несушек. Дефицит лизина способен повлиять на пропорции масс отдельных внутренних органов между собой и по отношению к массе тела. Чаще всего, дефицит лизина уменьшает массу сердца, легких, селезенки, костного мозга с естественным ослаблением их функций.

Избыток лизина менее опасен, чем передозирование, например, метионина. Даже 3-5-кратная передозировка лизина не вызывает отравлений. Но лизин – дорогостоящая аминокислота, поэтому ее избыточный ввод в рационы невыгоден экономически.

Значительное и систематическое превышение норм скармливания лизина может вызвать нетипичный токсикоз со спорадической летальностью. Бесконтрольное наполнение желудочно-кишечного тракта птицы лизином стимулирует формирование и развитие в кишечнике гнилостной микрофлоры. В результате трансформации кишечной микробиоты лизином образуются ядовитые продукты распада – кадаверин и путресцин. При попадании этих веществ в ротовую полость при копрофагии возникают тяжелейшие токсикозы с массовой гибелью птицы.

Основные источники лизина в комбикормах – белковые корма животного и растительного происхождения. Однако использование рыбной муки ограничивается высокой ценой и квотами на ее производство, а также частой фальсификацией этого продукта [37, 38], а мясной и мясокостной муки – невысоким качеством данных кормов и предупредительными мерами ветеринарного характера. Традиционный для стран СНГ растительный белок в виде подсолнечникового жмыха и шрота имеет невысокий уровень лизина (1,2-1,4%). Среди злаковых наибольшим уровнем лизина отличается зерно ячменя [30, 41, 43, 96, 115]. Поэтому ведутся исследования по оценке новых источников белка и улучшению его состава. В качестве новых источников белка

уже применяются кормовые дрожжи, белковые корма на основе морепродуктов, отходы птицепереработки, побочные продукты различных промышленных производств [6, 30, 69, 73, 105, 106, 143].

В силу объективных причин, связанных с высокой стоимостью соевого шрота и рыбной муки, многие птицеводческие хозяйства используют комбикорма на основе высокобелковых растительных ингредиентов из местного сырья [73, 80]. При этом в решении проблемы кормового белка для птицы масштабно применяют жмыхи и шроты масличных культур [63, 104].

Из зернобобовых культур наибольший удельный вес в структуре кормопроизводства имеют горох, кормовые бобы, вика и люпин [2, 6, 28, 29, 39, 153]. Данные компоненты комбикормов не требуют импортных поставок, они прекрасно приспособлены к климатическим условиям большинства регионов России, дают неплохие урожаи [35]. Однако до сих пор они считаются в нашей стране нетрадиционными кормами и мало используются в кормопроизводстве. Главной причиной, ограничивающей их использование, является наличие антипитательных веществ. Поэтому необходима целенаправленная селекционная работа по созданию и распространению новых сортов этих культур кормового направления: скороспелых, с низким содержанием антипитательных факторов, приводящих к снижению переваримости питательных веществ и продуктивности животных, отрицательно влияющих на их здоровье [70, 58, 262].

В качестве дешевых и доступных источников растительного протеина большинство птицеводческих хозяйств используют продукты переработки подсолнечника – жмых и шрот [59]. В то же время, они имеют неодинаковый химический состав, который зависит от сорта семян подсолнечника и способа их переработки. В настоящее время существует более 20 технологий производства подсолнечного масла, поэтому жмыхи и шроты содержат разное количество протеина, аминокислот и некрахмалистых полисахаридов (НПС), в том числе клетчатки, и, следовательно, значительно различаются по питательной ценности [23, 88-90, 99]. Так, уровень сырого протеина (СП) в под-

солнечниковом жмыхе может колебаться в пределах 26-36%, сырой клетчатки – 17-26%; в шроте эти колебания составляют 26-40 и 14-24% соответственно. Существенная разница наблюдается и по содержанию аминокислот: лизина – более чем в 2 раза, метионина – в 4 раза [114].

Уровень НПС в семенах подсолнечника определяется наличием лузги, количество которой составляет от 16 до 25%. Содержащийся в ней лигнин не переваривается птицей, что снижает питательную ценность жмыхов и шротов. Однако из очищенных от лузги семян подсолнечника получают высококачественные продукты для кормопроизводства. Так, если сравнить питательность жмыха, полученного из неочищенных и очищенных семян, то уровень СП в последнем увеличивается с 24 до 32%, а уровень клетчатки снижается с 32 до 12%. Аналогичная закономерность прослеживается и в отношении подсолнечникового шрота: при предварительной очистке семян от лузги содержание СП в шроте повышается на 15% (с 29 до 44%), а клетчатки – снижается на 13% (с 25 до 12%) [248].

Высокий уровень НПС оказывает отрицательное влияние на переваримость питательных веществ корма птицей, особенно молодняком, что ограничивает применение продуктов переработки подсолнечника. Кроме того, недостатком этих кормовых средств является то, что подсолнечник может поражаться белой гнилью и содержать хлорогеновую кислоту, которая угнетает действие основных пищеварительных ферментов организма птицы, если ее количество в рационе превышает 1% [58, 59, 173, 259, 262].

ООО «Опытный завод растительных кормовых добавок Биотех-Про» освоил производство кормовой добавки Биопротен®[®], которая представляет собой 100%-ный белок подсолнечника и изготавливается из подсолнечникового шрота запатентованным методом механо-физической обработки без применения химических реагентов. В основе метода лежит пластическая деформация твердого сырья, что приводит к существенным изменениям его физико-химических показателей. В исследованиях, проведенных во ВНИТИП, установлено, что данное кормовое средство содержит 46,07% СП,

8,17% сырой клетчатки, 1,70% жира, 1,82% лизина, 1,21% метионина, 0,78% цистина, 1,54% триптофана. Обменная энергия этого корма составляет 236 ккал/100 г, или 9,88 МДж/кг. Его использование в рационах бройлеров в количестве 10 и 15% позволило получить показатели продуктивности на уровне контроля, получавшего соевый шрот (среднесуточный прирост живой массы 65,4 г/гол./сут., конверсию корма 1,65 кг/кг), при снижении стоимости рациона на 5,2% [59].

Ученые Кубанского ГАУ указывают, что в качестве основного белкового компонента в комбикорма для яичных кур можно включать до 30% подсолнечниковых шротов и жмыхов, при условии соответствующей корректировки питательности за счет ввода синтетического лизина, ферментного препарата-целлюлолитика Бацелл и растительного масла. На таком комбикорме куры не уступают по яйценоскости сверстницам, получавшим рацион с рыбной мукой и соевым шротом. В то же время, значительно снижаются затраты на производство яиц: экономической эффект такой замены составлял до 26 руб. на 1 несушку [120].

Практически все современные исследования связаны с оптимизацией рационов путем добавления синтетических кристаллических аминокислот [60, 70, 72, 157, 163, 165]. Ряд работ посвящен изучению влияния добавок лизина, метионина, треонина на интенсивность роста бройлеров, качество тушек, отложение белка в различных мышцах, конверсию и стоимость корма [124, 205, 206, 208, 211]. Изучено влияние уровня протеина в рационе, кормовых добавок метионина, лизина, триптофана, а также длительности их скармливания на массу и состав яиц у кур-несушек [126, 158, 161, 234].

Особенно много внимания уделено возможности использования рационов с низким уровнем протеина в кормлении птицы [135, 165, 240]. Например, изучено влияние добавок лизина и метионина на яичную продуктивность и массу кур-несушек породы белый леггорн [261, 265], добавки лизина и метионина на интенсивность роста и массу грудной мышцы при откорме индюшат [56, 213]. Исследованиями была подтверждена возможность и эко-

номическая целесообразность полной замены соевого шрота подсолнечниковым с добавкой лизина, метионина, ферментов в кормах для цыплят-бройлеров [3, 214].

Балансирование рационов птицы по аминокислотному составу – один из важнейших аспектов эффективного и экономически выгодного кормления [25, 46]. У современных мясных кроссов потребность в усвояемых аминокислотах достаточно высокая [3, 117]. При разработке основ рационального использования в рационах синтетических аминокислот с целью повышения биологической полноценности протеина комбикорма необходимо глубокое изучение влияния этих препаратов на обменные процессы в организме птицы [21, 22, 69, 116].

Сегодня применение в кормлении птицы низкоэнергетических рационов, сбалансированных добавками лимитирующих аминокислот, является весьма перспективным направлением исследований [31]. Так, исследованиями ученых Сибирского НИИ птицеводства показано, что использование комбикормов со сниженным на 10-30 ккал/100 г уровнем обменной энергии и увеличенной на 15% нормой метионина и лизина в рационах мясных цыплят не оказывает негативного влияния на обменные процессы в их организме, что свидетельствует о возможности применения таких рационов при производстве мяса бройлеров [10].

В другом исследовании увеличение питательности комбикормов для растущих перепелов по метионину и лизину на 5 и 10% (опытные группы 1 и 2 соответственно) повлекло за собой незначительное изменение их структуры: по сравнению с контролем, в этих комбикормах увеличился ввод пшеницы (на 0,18-0,74%), лизина (на 0,07-0,20%), метионина (на 0,04-0,11%), уменьшился ввод соевого шрота (на 0,43-0,87%) и подсолнечного масла (на 0,09-0,18%).

Установлено положительное влияние этих комбикормов на мясную продуктивность перепелов. Сохранность в опытных группах составила 100% против 99,4% в контроле. В 41 день жизни средняя живая масса в контроле

составила 204,2 г, тогда как в опытных группах 1 и 2 она была выше на 1,0 и 1,4% соответственно. По среднесуточному приросту живой массы отмечена аналогичная закономерность. Среднесуточное потребление корма в контроле составило за весь период опыта 17,4 г, а в опытных группах оно было ниже на 2,1 и 3,7% соответственно за счет удовлетворения птицей потребности в питательных веществах; конверсия корма в контрольной группе составила 3,7 кг на 1 кг прироста живой массы, а в опытных она была ниже контроля на 2,7 и 5,2%.

Авторы делают заключение, что использование комбикормов с увеличением норм ввода лизина и метионина на 5 и 10% при выращивании перепелов экономически обосновано за счет уменьшения потребления корма, что обусловило снижение затрат корма на производство продукции, получение большей прибыли и повышение рентабельности производства [11].

Кормовые ферменты представляют целый ряд полезных возможностей с точки зрения повышения переваримости кормов. Существует немало доказательств способности фитазы, карбогидразы и протеазы увеличивать доступность и переваримость аминокислот. Однако сегодня зачастую в состав рациона входит не один, а несколько ферментов, поэтому приоритетным направлением исследований стало изучение эффекта аддитивности ферментов.

Специалисты компании DSM Nutritional Products совместно с учеными из новозеландского Университета Мэсси (A.J. Cowieson, J.O.B. Sorbara, G. Pappenberger, M.R. Abdollah, V. Ravindran) исследовали на бройлерах действие фитазы HiPhos DSM, протеазы ProAct DSM, а также их смеси на переваримость аминокислот в кишечнике. При этом использовались три субстрата: кукуруза, соевый шрот и рацион на основе их смеси. На этих субстратах фитаза положительно воздействовала на переваримость аминокислот, особенно цистеина. Положительное действие протеазы было статистически подтверждено в отношении всех аминокислот. А комбинированное применение в рационе обоих ферментов создало существенный синергический эффект,

проявлявшийся для нескольких незаменимых аминокислот, в том числе лизина. Уровень стандартизированной илеальной доступности (SID) лизина в кукурузе, соевом шроте и их смеси повышался при добавлении как обоих изучаемых ферментов по отдельности, так и их комбинации. Возможно, протеаза повышает доступность фитатов для экзогенной фитазы; эти два фермента также способствуют улучшению транспорта аминокислот. Кроме того, можно предположить, что благодаря увеличению выхода мио-инозитола под действием фитазы стимулируется прирост уровня белка и поглощение аминокислот. Таким образом, эти два кормовых фермента при совместном использовании характеризуются значительным потенциалом повышения конкурентоспособности у производителей кормов [136].

Кроме того, исследования на петушках показали, что влияние экзогенных протеазы и фитазы на усвояемость аминокислот в полноценном рационе можно предсказать на основании измерений, сделанных для отдельных ингредиентов. Помимо улучшения показателей усвояемости как таковых, экзогенные протеаза и фитаза могут повысить точность в наименее затратных системах рецептур [136].

Расчет наиболее дешевого рецепта основывается на предположении о вводе усвояемых питательных веществ из входящих в состав компонентов. Принято считать, что оценка питательной ценности отдельных видов сырья недооценивает их конечный вклад в сложный рацион из-за часто значительного влияния эндогенных потерь. Смысл этого явления заключается в том, что часть питательных веществ, которые покидают терминальную часть подвздошной кишки, неизбежно теряются и не зависят от рациона и, следовательно, не будут арифметически складываться, когда отдельные ингредиенты объединены в полноценный рацион. Однако оценка этих эндогенных потерь нетривиальна и требует некоторого компромисса в методологическом подходе [236-239, 245].

Однако эти авторы делают заключение о целесообразности проведения дополнительных исследований по аддитивному влиянию ферментов при ис-

пользовании более сложных рецептов комбикормов. Исследованиями на петушках-бройлерах кросса Росс-308 показана илеальная усвояемость аминокислот из кукурузы и соевого шрота, а также их смеси при включении протеазы и фитазы. Установлено, что при расчетах рецептов комбикормов можно пользоваться данными поправками по компонентам с учетом аддитивного действия ферментов.

Рекомендации по содержанию аминокислот в рационах для кур-несушек были опубликованы Национальным научно-исследовательским советом США [227] и голландским Центральным животноводческим бюро [186]. Однако опыты, на которых основаны эти рекомендации, устарели и не учитывают генетический прогресс яичных кроссов птицы за последние 15 лет. Со времени публикации этих рекомендаций потребности кур-несушек в аминокислотах продолжали изучать многие авторы; см., например, обзоры [172, 216]. Но опыты, названные в данных обзорах, проводились для каждой аминокислоты в отдельности, в различных условиях, с разными базовыми рационами, генотипами и возрастами несушек, количествами потребляемого ими корма, уровнями яйценоскости, энергетической ценностью кормов, температурой внешней среды, типами и размерами клеток. Все эти факторы влияют на потребность в аминокислотах. Более того, результаты исследований друг с другом почти не согласуются, и решить, какое из них использовать для расчета рациона, очень сложно.

В табл. 2 приведены показатели содержания аминокислот в комбикормах для кур-несушек, рекомендуемые ВНИТИП [114].

Таблица 2. Нормы содержания сырого протеина (СП) и аминокислот в комбикормах для кур-несушек яичных кроссов, рекомендуемые ВНИТИП

Возраст, нед.	Содержание в комбикормах, %					
	СП	лизина	метионина	метионина+цистина	треонина	триптофана
1-7	20	1,00	0,40	0,75	0,70	0,20
8-16	15	0,65	0,30	0,55	0,53	0,15
17-20	16	0,80	0,33	0,65	0,55	0,16
21-45	17	0,80	0,35	0,65	0,56	0,17
46 и старше	16	0,75	0,32	0,62	0,50	0,16

Исследования, проведенные фирмой Degussa, показали, что для яичных кур-несушек экономически целесообразно применение низкопротеиновых рационов, дополненных синтетическими DL-метионином и L-лизином. При этом уровень сырого протеина в кормах варьировал от 14,0 до 15,6%, лизина – от 0,75 до 0,78%, метионина+цистина – от 0,65 до 0,76% [162].

С целью повышения продуктивности бройлеров, снижения затрат корма на единицу продукции и улучшения качественных показателей мяса Н.В. Тарасов [134] рекомендует использовать комбикорма со следующими уровнями лизина, метионина и метионина+цистина (общих / доступных): в возрасте 1-14 дней – 1,46/1,28; 0,58/0,52 и 1,07/0,95% соответственно при их соотношении 2,5:1 и 1,4:1; в возрасте 15-21 день – 1,34/1,17; 0,54/0,48 и 1,00/0,85% при соотношении 2,5:1 и 1,3:1; с 22 дней и до конца выращивания – 1,14/0,98; 0,48/0,42 и 0,88/0,76% при соотношении 2,4:1 и 1,3:1. Содержание в рационах сырого протеина в эти возрастные периоды должно составлять 23, 21 и 20% соответственно.

За последние годы продуктивность кур-несушек существенно выросла; повысились не только такие показатели, как яйценоскость, масса яиц и конверсия корма, но и продолжительность яйцекладки. Это само по себе оказывает влияние на оптимальное содержание аминокислот в рационах для современных кроссов кур-несушек. Повышенный выход яичной массы означает увеличение количества аминокислот, которые должны потребляться с кормом; в то время как с увеличением продуктивности несушек их живая масса снижается [192]. Это влияет на уровень аминокислот, необходимый для поддержания жизни птицы. Помимо изменения потребности современных кур-несушек в аминокислотах, также, возможно, изменяется и их потребность в содержании сырого протеина в рационе, так как оптимальный состав аминокислот для яйценоскости отличается от того, который необходим для поддержания жизни.

Установлено, что катионы калия снижают накопление свободного лизина в мышцах и печени, повышают его концентрацию в плазме крови и ис-

пользование в организме животных и птицы, что положительно сказывается на синтезе белка. По имеющимся данным [129], дополнение рациона калием может увеличивать прирост живой массы птицы, в частности, за счет снижения антагонизма между некоторыми аминокислотами. Доказано [3-5, 36], что в рационы с высоким содержанием гидрохлоридов лизина и аргинина необходимо вводить карбонат калия для снижения антагонизма между этими аминокислотами и его отрицательного влияния на обмен веществ. Также установлено, что соли калия влияют на катаболизм лизина, что приводит к снижению соотношения лизин/аргинин.

Карбонат калия в дозе от 1 до 3 кг/т корма можно включать в рационы бройлеров с целью снижения ввода синтетического лизина, повышения продуктивности и улучшения конверсии корма [3]. Включение 1 кг/т карбоната калия в дефицитные по лизину комбикорма для кур-несушек позволяет на 20% снизить добавку синтетического лизина и обеспечивает более высокую интенсивность яйценоскости опытной птицы при меньших затратах кормов [4].

В опытах на птице определены эндогенные потери аминокислот при использовании кормов, не содержащих азот [156, 181, 185, 195, 209, 254, 255]. Разработаны поправки на эндогенные потери аминокислот; показано, что они сравнительно постоянны и происходят за счет отторжения энтероцитов, образования лизина, синтеза бактериального белка и пищеварительных ферментов [220, 221].

Подготовлены аналитические обзоры по влиянию ферментов на переваримость аминокислот в организме птицы [178-180, 182-184]. Ведется изучение действий фитазы и протеазы при одновременном их вводе на усвояемость лимитирующих аминокислот из различных ингредиентов и комбикормов [190, 191, 219, 235, 253].

Поскольку потребность в аминокислотах зависит от множества факторов, то цифры, полученные в опытных условиях, могут быть неприменимы в практическом животноводстве. Таким образом, для получения надежных

значений оценки потребности кур-несушек в аминокислотах нужно определять не сами потребности, а идеальный профиль аминокислот. В идеальном профиле используется концепция, согласно которой при изменении самих потребностей в зависимости от генетических и внешних факторов соотношения между аминокислотами практически постоянны. После установления идеального профиля аминокислот, опытным путем или при помощи модели, можно определить потребность в данных реальных условиях для единственной аминокислоты (например, лизина), а необходимость в остальных аминокислотах рассчитать по идеальным соотношениям [50]. В США такой подход успешно используется в свиноводстве и постепенно находит применение и в мясном птицеводстве.

Наиболее эффективно кормовой белок используется, когда содержание всех незаменимых аминокислот в рационе точно соответствует нормам потребностей в них [53, 102]. В мировой науке и практике животноводства такой белок получил название «идеальный».

Для кур-несушек параметры «идеального протеина» остаются менее разработанными, чем для бройлеров. Во всяком случае, ни одна селекционная фирма-разработчик кроссов своих рекомендаций по этим параметрам не дает. Тем не менее, литературные данные свидетельствуют о том, что такие рекомендации есть, и их можно использовать в практике птицеводства [175, 201, 212, 243].

Названные выше рекомендации [186, 212, 227] можно использовать для расчета идеального профиля аминокислот. Однако они были составлены на основе данных множества опытов, следовательно, на них влияют генетика и другие упоминавшиеся выше факторы. Так, в рекомендациях [243] приводится общий идеальный профиль аминокислот для кур, несущих белые и коричневые яйца, но источники данных, на которые опирается данный профиль, не упоминаются. С другой стороны, в работе [175] описываются пять опытов по определению потребностей в аминокислотах и приводится идеальный профиль, рассчитанный по средним значениям, полученным в этих

опытах. Несмотря на то, что такой подход лучше, чем подходы NRC и CVB, эти опыты проводились в разных условиях – при различных базовых рационах, возрасте и генетических линиях кур, и потому полученный таким образом профиль заслуживает такой же критики, что и рекомендации NRC и CVB.

Для правильного определения идеального профиля аминокислот необходимо, чтобы базовые рационы, генетические линии и продолжительность исследований были одинаковыми для всех опытов [168]. Желательно, чтобы идеальный профиль аминокислот включал в себя отдельные соотношения для поддержания жизни, прироста живой массы и яичной продуктивности, поскольку относительные потребности в аминокислотах для этих целей у несушек меняются при изменении живой массы (возраста), интенсивности яйценоскости и массы яиц [167, 194, 228]. Обычно идеальный профиль аминокислот включает в себя данные только для незаменимых аминокислот и предполагает, что рацион предоставляет достаточное количество заменимых аминокислот; при этом заменимые аминокислоты должны составлять примерно половину кормового протеина [196, 197].

Заслуживают внимания варианты состава идеального белка и пути повышения биологической ценности белка злаковых для птицы, предложенные академиком В.Г. Рядчиковым [119, 121, 123].

Большинству специалистов по кормлению известны потребности кур-несушек в метионине+цистине и лизине в конкретных производственных условиях. Однако необходимые уровни треонина, триптофана, изолейцина и валина определить сложнее. Знание этих величин особенно важно при использовании в рационах добавок L-лизина и L-треонина, поскольку треонин и триптофан являются 3-й и 4-й лимитирующими аминокислотами в кукурузно-соевых рационах для несушек; за ними следуют изолейцин и валин. В реальности содержание этих аминокислот в рационе будет подбираться методом проб и ошибок, так как у специалистов по кормлению меньше практического опыта в определении рекомендуемых уровней этих четырех аминокислот.

кислот, чем метионина+цистина и лизина. Здесь очень полезен идеальный профиль аминокислот, поскольку он позволяет рассчитать рекомендуемое содержание всех аминокислот в рационе на основе потребности в лизине.

Например, если желаемое потребление лизина составляет 720 мг/гол./сут., тогда, согласно идеальному профилю аминокислот [172], потребление треонина должно составлять $720 \times 77\% = 554$ мг/гол./сут., триптофана – $720 \times 22\% = 158$ мг/гол./сут. и т.д. Потребление метионина+цистина (677 мг/гол./сут.) можно определить аналогичным способом. Конечно, рекомендуемый уровень лизина для несушек, содержащихся в данных конкретных условиях, лучше всего определять опытным путем. С другой стороны, рекомендуемый уровень лизина в рационе можно смоделировать при помощи относительно простых уравнений, учитывающих живую массу кур и ее прирост и яйценоскость [199, 243]. В некоторые программы для составления рецептов комбикормов можно ввести идеальные соотношения аминокислот, аналогично спецификациям для питательных веществ с минимальными и максимальными отклонениями, и параметры по лизину. Методы использования идеальных соотношений в программном обеспечении для расчета рационов подробно описаны в обзоре [258].

Интенсификация производства продукции животноводства, разведения высокопродуктивных животных, использование ограниченного набора кормов, частые возникновения стрессовых ситуаций, особенно при промышленной технологии производства, выдвигает необходимость обязательного использования кормовых добавок, содержащих различные питательные и биологически активные вещества [141].

Одной из экологических проблем, с которыми сталкивается промышленное птицеводство, является использование или утилизация помета. Помет и его азотсодержащие компоненты являются потенциальными загрязнителями окружающей среды, вызывающими эутерификацию, загрязнение вод нитратами и нитритами, испарение аммиака, насыщение воздуха кислотными компонентами. Сокращение выбросов азота в окружающую среду важно для

поддержания ее чистоты. Первым шагом для этого является правильное кормление птицы – как с целью обеспечения ее продуктивности, так и для снижения отрицательной нагрузки на окружающую среду.

Выведение из организма животных азотистых соединений оказывает отрицательное влияние на окружающую среду, так как выделяемый азот может попадать в воду, почву и воздух. Азот помета, с одной стороны, служит удобрением, но с другой нередко попадает в грунтовые воды и загрязняет их. Вредное воздействие аммиака на окружающую среду связано с подкислением почв, глобальным потеплением, образованием мелких частиц и вторичных выбросов оксидов азота. Кроме того, его высокая концентрация на животноводческих предприятиях может отрицательно сказываться на здоровье человека и животных, а возникающие при этом неприятные запахи меняют отношение общественности к животноводству не в самую лучшую сторону. Конечно, на объемы выброса аммиака оказывают влияние еще и температура окружающей среды, особенности вносимых в почвы удобрений (их pH и влажность). Однако самый большой вклад в этот показатель вносит, к сожалению, выделение азота животноводческими предприятиями [215, 223].

Одним из эффективных способов снижения выбросов азота в среду является уменьшение уровня сырого протеина в кормах для животных. Однако эксперименты показали, что в некоторых случаях низкопротеиновые корма оказывают отрицательное влияние на продуктивность животных и качество продукции, даже если соблюдены все требования к содержанию в рационах незаменимых аминокислот. Авторы исследований называют самые разные причины этого влияния [157]. Прогресс в науке о кормлении животных в течение последних лет позволяет более точно оценить возможные причины этих нежелательных последствий. В настоящее время самой главной из них считается дефицит в кормах глицина.

Довольно часто говорят о том, что оптимальное содержание незаменимых аминокислот может быть различным для стандартного корма и корма с пониженным уровнем сырого протеина. Возможно, именно этот факт служит

одной из причин снижения продуктивности при скармливании птице низкопротеиновых рационов. Однако есть результаты исследований, в которых в низкопротеиновые корма для бройлеров добавляли свободные аминокислоты для обеспечения их уровней выше рекомендованных значений; продуктивность бройлеров при этом все равно не повышалась и не достигала уровней, получаемых при скармливании обычных кормов [171, 188, 202]. В других исследованиях сочетания незаменимых аминокислот варьировали, что позволяло частично повысить продуктивность птицы, но все равно не полностью устраняло ее падение на фоне низкопротеиновых рационов [200, 223, 224, 249, 250]. В связи с этим возникло предположение, что при снижении содержания сырого протеина в рационе незаменимые аминокислоты взаимодействуют с другими питательными веществами, что и влияет на рост и продуктивность птицы.

Влияние неспецифических незаменимых аминокислот исследовали с использованием различных сочетаний или уровней незаменимых аминокислот в кормах. Результаты этих исследований довольно противоречивы. Например, при добавлении в корм с пониженным уровнем сырого протеина свободной аспарагиновой кислоты и свободной глутаминовой кислоты [171, 210] и смеси этих кислот и аланина [225] не было отмечено никакого влияния на продуктивность птицы. Однако добавление в рацион смеси свободной глутаминовой кислоты и глицина [171, 188, 223, 224], а также тирозина и серина [257] повысило продуктивность, но все равно не до уровня группы, получавшей рацион со стандартным содержанием сырого протеина.

Таким образом, принятие во внимание только заменимых аминокислот (как суммы их концентраций), вероятно, является недостаточным, поскольку предполагает неограниченное взаимное преобразование заменимых аминокислот. Результаты вышеназванных исследований свидетельствуют о том, что обеспечение достаточного содержания индивидуальных заменимых аминокислот очень важно при скармливании птице низкопротеиновых рационов.

Увеличение содержания азота заменимых аминокислот в рационах путем добавления свободной глутаминовой кислоты не смогли предотвратить падение продуктивности, вызванное снижением кормового уровня сырого протеина [200, 203]. В трех исследованиях было установлено, что рационы с содержанием сырого протеина от 16 до 18%, в который добавляли глицин до уровня контрольной группы (с 22% сырого протеина), позволили получить ту же продуктивность птицы, что и в контроле; при этом добавление других заменимых аминокислот по отдельности такого результата не давало [164, 177, 187]. Ранее также сообщалось об отсутствии разницы по продуктивности у бройлеров при скормливании им рационов с содержанием сырого протеина 20% и добавлением глицина и контрольного рациона с 23% сырого протеина [232]; эти авторы также не обнаружили подобного эффекта в случае добавок свободных глутаминовой кислоты, аланина и аспарагиновой кислоты. Следует отметить, что и в ряде других исследований сообщалось о повышении продуктивности бройлеров после добавления свободного глицина в низкопротеиновые рационы [176, 202, 247].

За последние десятилетия показатели конверсии корма у бройлеров постоянно увеличиваются. Это привело к тому, что каждая индивидуальная заменимая аминокислота становится все более значимой. Частично это можно объяснить повышением вероятности нехватки метаболических предшественников для соответствующих аминокислот, или слишком низкой скоростью эндогенных метаболических процессов [157, 169].

Роль глицина в повышении продуктивности животных известна уже с 1940-х гг. [160], хотя только после публикации исследования Дина и др. 2006 г. [187] тот факт, что недостаток глицина является одним из факторов, ограничивающих возможность снижения уровня сырого протеина в кормах для бройлеров, получил широкое признание. Сначала даже предполагалось, что глицин является первой лимитирующей заменимой аминокислотой для бройлеров [229], а другие исследователи считали его четвертой лимитирующей из всех протеиногенных аминокислот (после метионина, лизина и треонина) в

кукурузно-соевых рационах для бройлеров в возрасте от 1 до 18 дней [263]; валин и глицин были также описаны для таких рационов как в равной степени лимитирующие после метионина, лизина и треонина до 21 дня жизни бройлеров [231].

Глицин может быть образован из серина в ходе обратимой одноэтапной реакции; принято считать, что у птицы это метаболическое взаимопревращение не ограничено [159, 256]. Молярные концентрации обеих аминокислот в корме оказывают одинаковое влияние на продуктивность, поэтому они обычно оцениваются вместе. Согласно общепринятой на сегодняшний день практике, большинство авторов учитывают их общий эффект в расчете на суммарную концентрацию обеих аминокислот (%), пренебрегая тем, что серин оказывает тот же эффект, что и глицин, не на процентной, а на эквимольной основе. Предлагалась и более точная величина для физиологической оценки эффектов суммы глицина и серина – глициновый эквивалент (г/кг), рассчитываемый как сумма концентрации глицина (г/кг) и концентрации серина (г/кг), умноженной на поправочный коэффициент 0,7143, представляющий собой соотношение молекулярных масс глицина и серина [187]. Эта величина представляется более подходящей, чем простая арифметическая сумма их концентраций, что подтверждается более точными прогнозами реакции кривых роста на основе этого эквивалента.

Как и любые другие протеиногенные аминокислоты, глицин и серин входят в состав белков. Коллаген и эластин богаты глицином; кератин (в основном, содержащийся в перьях и когтях) богат глицином и серином; муцин богат серином. Поэтому дефицит обеих этих аминокислот вызывает не только снижение продуктивности, но также снижение прочности кожи [174], ухудшение развития и состояния оперения [242], снижение секреции муцина [230].

В организме птицы аммиак нейтрализуется и экскретируется в виде мочевой кислоты. Образование 1 молекулы этой кислоты требует 1 молекулы глицина, что повышает значимость глицина для птицы по сравнению с дру-

гими видами сельскохозяйственных животных. Наряду с аргинином, глицин также является неотъемлемой частью биосинтеза креатина; он также необходим для синтеза цистеина из метионина.

Поскольку факт важности глицина и серина в кормлении птицы ни у кого не вызывал сомнений, количество публикаций об их влиянии на продуктивность постоянно росло; было опубликовано несколько обзоров по схеме «доза-реакция», которые были объединены в мета-анализе [252]. Влияние концентрации глицинового эквивалента на среднесуточное потребление корма было небольшим, более выраженным оно было для среднесуточного прироста живой массы, а для конверсии корма было очевидным. Реакция бройлеров на концентрацию глицинового эквивалента в рационе значительно варьировала между исследованиями.

Сообщалось, что влияние глицина и серина на конверсию корма может частично быть объяснено серин-зависимым преобразованием метионина в цистеин [233]. При добавлении глицина в рацион, содержащий достаточное количество общих серусодержащих аминокислот, за исключением цистеина, конверсия корма увеличивалась. Добавление в этот же рацион метионина не оказывало влияния на продуктивность. Однако рацион с дополнительным вводом цистеина, выше требуемого уровня, снизил положительный эффект от добавления глицина. Это очень важное наблюдение, особенно в случае использования низкопротеиновых рационов, когда нужное содержание метионина+цистеина достигается путем добавления DL-метионина, без учета специфической потребности в цистеине.

Упомянутый выше мета-анализ [252] показал, что концентрация цистеина в корме оказывает существенное влияние на потребность в глициновом эквиваленте. Удовлетворение потребности бройлеров как в метионине, так и в цистеине снижает необходимость преобразования метионина в цистеин, и каждая молекула метионина, не преобразованная в цистеин, снижает потребность в глициновом эквиваленте. Несмотря на это, потребность в глициновом эквиваленте увеличивалась с повышением уровня цистеина в рационе, даже

при достижении кривой реакции конверсии корма уровня 95% от максимального значения. Вероятно, это было связано с ростом потребности бройлеров в глициновом эквиваленте для синтеза белка из-за увеличения продуктивности.

Несколько веществ могут быть преобразованы в глицин или серин, и среди них наиболее важными в количественном отношении являются треонин и холин. Треонин может быть непосредственно метаболизирован в глицин. Холин с бетаином и диметилглицином в качестве промежуточных стадий метаболизируется до глицина, если доступен гомоцистеин [217].

Сообщалось, что определенные уровни конверсии корма и среднесуточного прироста живой массы у бройлеров могут быть достигнуты с помощью различных комбинаций в рационах глицинового эквивалента и треонина [251]. Увеличение уровня треонина в рационе снижает содержание глицинового эквивалента, необходимое для достижения определенных уровней реакции продуктивных показателей. Причем потенциал снижения концентрации глицинового эквивалента в корме, когда уровень треонина повышался, превышал их теоретически возможную взаимозаменяемость, объясняемую взаимным эндогенным преобразованием [230, 251]. Следовательно, способность треонина заменять глициновый эквивалент в корме определяется и другими факторами помимо эндогенного преобразования, которые нуждаются в дальнейшем изучении.

Холин также может оказывать существенное влияние на содержание глицинового эквивалента, необходимое для достижения определенных уровней продуктивных показателей; однако замещающий эффект холина меньше, чем треонина [251].

Аргинин и глицин являются метаболическими предшественниками гуанидинуксусной кислоты, которая необходима для синтеза креатина [204]. О значительном влиянии комбинаций креатина, гуанидинуксусной кислоты и аргинина на среднесуточные приросты живой массы и конверсию корма у бройлеров сообщалось в целом ряде исследований, например, [189]. Однако имеется лишь небольшой объем сведений о взаимодействии между глицином

и вышеупомянутыми питательными веществами в корме. Более подробное объяснение реакции показателей продуктивности на концентрацию глицинового эквивалента в рационе могут быть выявлены в исследованиях, направленных на изучение влияния прекурсоров креатина на потребность в глициновом эквиваленте.

Текущие исследования, в основном, направлены на поиск снижения уровня сырого протеина в кормах без ущерба для среднесуточного прироста живой массы и конверсии корма [177, 187]. Рекомендуемое обычно содержание сырого протеина в рационах бройлеров в возрасте 1-21 дней жизни составляет примерно 21-22%; сообщалось, что при его содержании менее 19-20%, даже при удовлетворении потребности бройлеров в незаменимых аминокислотах, их продуктивность ухудшалась [187]. Однако если уровень глицинового эквивалента был соответствующим, то даже при уровне сырого протеина 16-17% показатели продуктивности достигали такого же уровня, как и при уровнях сырого протеина свыше 20% [176, 187, 251]. Таким образом, глицин и серин являются первыми заменимыми аминокислотами, для которых получены экспериментально подтвержденные значения потребности. Для других заменимых аминокислот таких значений нет. Поэтому появление возможностей для дальнейшего снижения уровня сырого протеина в кормах без отрицательного влияния на продуктивность птицы и выделение аммиака в окружающую среду станет возможным, когда роль других заменимых аминокислот станет более понятной, и когда будут получены экспериментально подтвержденные данные о потребностях в них птицы.

Одна из важнейших аминокислот – метионин, часто является первой лимитирующей аминокислотой в высокопротеиновых рационах птицы [78, 79, 81]. Избыточное или, наоборот, слишком низкое обеспечение птицы метионином повышает выброс азота в окружающую среду [207]. Одним из путей сокращения экскреции азота является сокращение общего уровня сырого протеина и добавка синтетических аминокислот для компенсации потребности в них. Для эффективного использования этих стратегий кормления нужно

продолжать разработку хорошо сбалансированных рационов и способов обеспечения биологически доступными и эффективно действующими аминокислотными препаратами [51, 52, 83, 84].

В качестве кормовых добавок используются только те препараты, которые апробированы и разрешены Главным управлением ветеринарии МСХ РФ. Новые кормовые добавки испытывают в производственных условиях и внедряют в практику животноводства в соответствии с «Положением о порядке апробации новых ветеринарных препаратов» [137].

В течение многих лет в птицеводстве применяли низкоконцентрированные формы лизина, и было налажено их промышленное производство [98].

С целью повышения продуктивности цыплят-бройлеров и кур-несушек ученые ВНИТИП рекомендуют: применять кормовые препараты лизина – кристаллический лизин-монокоридрат (98% и 60%), кормовой концентрат лизина (ККЛ) с наполнителем из белковой фракции подсолнечникового шрота; в комбикормах для бройлеров высокопродуктивных кроссов использовать уровни лимитирующих аминокислот, соответственно возрастам 2, 3 и 5 недель: лизина – до 1,4-1,5; 1,2-1,4 и 1,05-1,15%, метионина+цистина – 1,00-1,05% 0,95-1,00 и 0,85-1,01%, в виде кристаллических кормовых препаратов; кормовой кристаллический триптофан (98%) вводить в комбикорма для бройлеров на уровне 250-300 г/т, кур-несушек – 200 г/т (0,275-0,286 и 0,213% соответственно по чистой аминокислоте) [26, 92, 145-147].

Наряду с недостатками у технологии низкоконцентрированных форм лизина имеются и некоторые достоинства. В качестве питательных сред используются ценные в кормовом отношении субстраты: свекловичная меласса, кукурузный экстракт, гидролизаты соевого шрота и кормовых дрожжей. Поэтому в конечном продукте, наряду с лизином, содержатся другие аминокислоты, бетаин, компоненты частично разрушенной биомассы, витамины, микроэлементы. Так, в ККЛ особенно высоким является содержание рибофлавина (витамина В₂), т.к. применяемый штамм-продуцент, наряду с лизи-

ном, синтезирует значительное количество этого витамина. Остальные витамины, в основном, переходят в готовый продукт из компонентов питательной среды [55].

Изучено использование жидких концентратов лизина при производстве комбикормов [128, 193]. Экономически этот прием оправдан, так как стоимость лизина в жидком концентрате ниже, чем в сухом, за счет экономии энергии на сушку и сокращения потерь. Некоторые российские комбикормовые заводы используют технологические линии экспандирования с возможностью ввода жидких компонентов производства фирм «Спрут Матадор» и «Амандус Каль» [47]. Известны и применяются другие установки, позволяющие осуществлять ввод жидких компонентов в комбикорма.

Кроме того, наращивает темпы производства еще один путь получения синтетических аминокислот, которые представляют собой специфические N-формы, полученные на основе гидролиза растительного сырья. Так, в Индии налажено производство препаратов из экстрактов растений методом специального гидролиза растительных белков. Такие протеиновые добавки используются как средство обеспечения животных и птицы незаменимыми аминокислотами и, в частности, лизином. Входящие в состав добавок полипептидные комплексы, расщепляясь в кишечнике, попадают с кровотоком в печень, где их присутствие резко сокращает потребность птицы в соответствующей аминокислоте. N-лизин представляет собой олигопептидный концентрат, для получения которого используются экстракты 13 различных трав.

Для синтеза белков в организме животных и птицы могут использоваться только L-аминокислоты [54]. Исключением является DL-метионин, у которого обе оптические формы биологически активны и усваиваются организмом птицы в равной мере [19, 22]. Именно поэтому методом химического синтеза, дающего рацемическую смесь изомеров аминокислот, производят только метионин, а остальные кормовые аминокислоты (лизин, треонин,

триптофан) получают методом микробиологического синтеза в виде L-изомеров.

Чистый лизин высоко гигроскопичен, поэтому в промышленности его препараты производят в виде монохлоргидрата или сульфата, которые более стабильны. В мировой практике производства препаратов лизина сложилось несколько подходов: 1) химический синтез с получением максимально концентрированных кристаллических препаратов чистого лизина; 2) микробиологический синтез, когда специальные штаммы лизинсинтезирующих микроорганизмов культивируют на стандартных питательных средах (отходах переработки зерна и других источниках углеводов). Во втором случае продукты производства представляют собой комплексные натуральные кормовые добавки, характеризующиеся повышенной биологической ценностью и экологической безопасностью для человека и животных. Существуют также и смешанные производства.

В настоящее время в странах с развитым птицеводством с целью обогащения комбикормов для птицы лизином более широко используют его кристаллическую форму [33]. В мире насчитывается порядка десятка фирм-производителей концентрированных препаратов кристаллического лизина. Его производство включает химический синтез стабильного препарата монохлоргидрата лизина и щадящую сушку готового продукта. Склонность кристаллического лизина к слеживанию заставляет производителей выпускать не порошковые препараты, а мелкозернистую сыпучую крупку: только в такой форме лизин может долго сохранять свою активность и не подвергаться серьезным взаимодействиям с другими компонентами смеси и при введении в комбикорма. Качество синтеза монохлоргидрата лизина от разных производителей не одинаково; чем больше в препарате действующего вещества, тем выше его качество.

Хороший препарат монохлоргидрата лизина должен содержать не более 1,5% влаги, не более 0,5% сырой золы, не менее 78,8% чистого лизина

исключительно в L-форме. Энергетическая ценность такого продукта (обменная энергия для птицы) составляет 399 ккал/100 г. [101, 102, 105-107].

Тем не менее, следует помнить, что в составе кристаллических препаратов лизина, даже очень хорошего качества, содержится более 19,5% хлора без компенсаторного наличия натрия. Следовательно, ввод монохлоргидрата лизина в рационы птицы обязательно создает дисбаланс натрия и хлора, который не может быть компенсирован добавкой поваренной соли, поскольку последняя также содержит хлор. В условиях такого дисбаланса нарушается кислотно-основное равновесие, падает качество яиц, особенно прочность скорлупы. У птицы снижается резистентность к инфекционным заболеваниям, усиливается предрасположенность к различным метаболическим синдромам [141]. На фоне применения кристаллических форм лизина возникает потребность ввода в состав корма для восстановления баланса электролитов не содержащего хлор источника натрия (как правило, соды).

Хлор – анион, учитывающийся при расчете кормового баланса электролитов (dietary electrolyte balance, DEB), также участвует в генерации потенциала действия при проведении нервного импульса. При его дефиците развивается атаксия, сопровождающаяся расстройством психики. Признаки недостатка хлора могут проявляться при снижении его уровня в комбикормах для птицы ниже 0,12%. Однако в настоящее время в комбикормах, особенно стартерных рационах для бройлеров, наблюдается избыток хлора за счет ввода, наряду с поваренной солью, монохлоргидрата лизина и холинхлорида.

Рекомендации производителей современных кроссов бройлеров по уровню хлора в комбикормах противоречивы. Так, производители кросса Росс-308 рекомендуют уровни хлора 0,16-0,23%, тогда как создатели кроссов Кобб расширяют верхнюю границу содержания хлора в комбикормах до 0,30%.

Было показано, что наилучшая продуктивность цыплят-бройлеров наблюдается при DEB от 186 до 250 мЭкв/кг, тогда как высокий уровень DEB (340-360 мЭкв/кг) вызывает метаболический алкалоз.

В зарубежной практике для снижения уровня хлора в качестве источников натрия рекомендуется совместное применение поваренной соли (хлорида натрия) и пищевой соды (гидрокарбоната натрия). Однако при вводе соды повышается кислотосвязывающая способность комбикорма и, следовательно, снижается его качество.

В отечественной практике рекомендуемые уровни натрия и хлора в кормах для всех видов сельскохозяйственной птицы составляют 0,2% [114].

По данным зарубежных [155, 170, 222, 226, 246] и отечественных [64-66, 74] исследователей, оптимальное значение DEB для кур-несушек при содержании в клетках составляет 180, при напольном – 180-190 мЭкв/кг. При тепловом стрессе его рекомендуется увеличить до 200 мЭкв/кг.

Основные зерновые корма рационов птицы имеют низкую концентрацию натрия, что делает их одним из самых слабых источников электролитов. Растительные и животные белковые добавки превышают зерновые корма по этому показателю в 3-5 раз, однако и они не могут создать нормальный фон электролитов в организме птицы. Добавки холин-хлорида и лизин-монохлоргидрата дают показатель DEB с большим минусом; в то же время, соду питьевую и сульфат натрия следует считать наиболее действенными инструментами регуляции уровня DEB [100].

Известно, что с ростом уровня DEB птица начинает пить больше воды и меньше потреблять корма. Это негативно сказывается на общем потреблении энергии и питательных веществ, что приводит, в свою очередь, к падению продуктивности. И наоборот, если уровень DEB опускается ниже допустимого предела, птицу ждет ацидоз, опасность развития мочекишечной диатезы, развитие условий для активации асцитоза, пододерматитов, синдрома внезапной смерти.

Для яичной птицы нормы кормления по натрию, калию и хлору слабо дифференцированы по возрастам, поэтому можно считать, что оптимальные границы ДЕВ колеблются в пределах 160-180 мЭкв/кг. При повышении температуры в птичнике выше оптимальной на 3-7⁰С этот показатель следует повысить до 175-195 мЭкв/кг [100].

Натрий повышает потребление воды и корма, поэтому многие птицеводы стремятся увеличить его уровень в кормах для птицы раннего возраста, тем самым, приводя к нарушению электролитного баланса [27, 71].

В исследованиях Т. Околеловой и А. Ларионова полная замена поваренной соли на соду и сульфат натрия не привела к значительному повышению скорости роста цыплят-бройлеров; кроме того, при использовании соды в качестве единственного источника натрия конверсия корма повышалась на 3,68% по сравнению с контролем, получавшим только поваренную соль [86, 87].

Таким образом, во избежание различных обменных нарушений у молодняка и взрослой птицы при составлении рецептов комбикормов необходимо учитывать баланс электролитов. Нежелательно использовать поваренную соль в качестве единственного источника натрия. В жаркий период года оптимальным будет совместное использование в комбикормах поваренной соли и пищевой соды, а в остальное время – соли и природного сульфата натрия [64, 74].

В Российской Федерации на ЗАО «Завод премиксов №1» (Белгородская обл.) налажено производство L-лизин-сульфата объемом более 57 тыс. т в год, с использованием технологии глубокой переработки зерна пшеницы. Нарботка лизина основана на ферментации сахаросодержащего сырья специализированными штаммами микроорганизмов.

Для биосинтеза лизина используют гомосерин-дефицитные мутанты ауксотрофных бактерий родов *Brevibacterium*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*; в качестве источников углерода применяют фуражное зерно, мелассу, гид-

рол, гидролизаты целлюлозосодержащего сырья, крахмал, а также уксусную кислоту [55, 103, 125, 127].

В условиях одной из крупнейших птицефабрик Пермского края (АО «ПРОДО Птицефабрика Пермская») провели исследования по изучению влияния кормовой добавки сульфата лизина на убойные качества, морфологический состав тушек, химический состав грудных и бедренных мышц цыплят-бройлеров. Птице 1 и 2 опытных групп в состав основного рациона вводили препарат сульфата лизина в дозе 1,0 и 1,5% от массы комбикорма соответственно; цыплята контрольной группы получали полнорационные комбикорма, произведенные на комбикормовом заводе птицефабрики. При выращивании цыплят применяли 4-фазную схему кормления: с суточного до 12-дневного возраста их кормили полнорационным комбикормом ПК-5-0; с 13 до 24 дней – ПК-5-1; с 25 до 34 дней – ПК-6-1 и с 36 дней до убоя – ПК-6-2. Цыплят всех групп содержали в одинаковых условиях. По результатам контрольного убоя установлено, что предубойная живая масса в 1 опытной группе составила 2478,10 г, что на 4,28% выше, чем в контроле, а в сравнении с опытной группой 2 – на 1,68%. Масса полупотрошенной и потрошенной тушки также была выше в сравнении с контрольной группой на 5,32 и 5,99%, а в сравнении со 2 опытной – на 2,65 и 2,18% соответственно. Содержание сухого вещества и белка в грудных и бедренных мышцах тушек в 1 опытной группе составило 27,11 и 22,46% и 26,84 и 21,36%; во 2 опытной 26,85 и 21,72% и 26,42 и 20,95% соответственно, что выше показателей контрольной группы на 1,77 и 1,23% и 1,29 и 0,68% (1 группа) и на 1,51 и 0,49% и 0,87 и 0,24% (2 группа). Для увеличения мясной продуктивности и улучшения качественных показателей грудных и бедренных мышц цыплят-бройлеров авторы рекомендуют вводить в состав основного рациона препарат сульфата лизина в дозе 1,0% от массы комбикорма [133].

С целью определения эффективности применения L-лизин сульфата производства ЗАО «Завод премиксов №1» был проведен опыт в ФГУП «Загорское ЭПХ» [9]. Установлено, что замена в комбикормах монохлоргидрата

лизина на сульфат лизина российского производства способствовала повышению уровня протеина в грудных мышцах бройлеров на 0,18-1,12%. При этом содержание сырого жира в мышцах цыплят опытных групп имело тенденцию к снижению, а золы – не изменялось.

Убойный выход и выход грудных мышц относительно потрошеной тушки составили соответственно: у петушков 1 контрольной группы 70,16 и 23,30%, у курочек – 69,06 и 23,37%; у петушков 2 опытной группы 70,28 и 24,52%, курочек – 70,82 и 23,95%; у петушков 3 контрольной группы 70,27 и 23,30%, курочек – 69,31 и 23,15%; у петушков 4 опытной группы 70,71 и 24,76%, курочек – 70,12 и 24,08%. Как видно из этих данных, выход грудных мышц у бройлеров повысился при замене монохлоргидрата лизина сульфатом на 1,22% по петушкам и на 0,58% по курочкам, что обусловлено высокой биологической доступностью лизина в сульфатной форме.

Практический опыт применения L-лизин сульфата производства ЗАО «Завод премиксов №1» на птицеводческих и свиноводческих комплексах подтверждает, что сульфатная форма лизина обладает более высоким кормовым эффектом по коэффициенту переваримости, эффективности кормления, биодоступности и относительной биологической ценности, чем монохлоргидрат лизина.

Экономическая эффективность применения сульфата лизина также была изучена в опыте на бройлерах кросса Кобб-500 в условиях ФГУП «Загорское ЭПХ». Две группы цыплят (105 голов в каждой), сформированных в суточном возрасте по методу аналогов, выращивали до 36 дней жизни в клеточных батареях Big Dutchmen при одинаковых условиях; 1 контрольная группа получала полнорационные комбикорма согласно 3-фазной схеме кормления, а цыплята 2 опытной группы получала аналогичные комбикорма с заменой монохлоргидрата лизина на эквивалентное по содержанию усвояемого лизина количество сульфата лизина. Оба рациона были сбалансированы по питательности в соответствии с рекомендациями ВНИТИП [115]. Исследования показали, что себестоимость 1 кг произведенного мяса бройлеров

(складывающаяся из зарплаты, стоимости кормов, прочих прямых затрат, накладных расходов и затрат на убой), в опытной группе была ниже по сравнению с контролем [16].

Сообщалось что ввод сульфатной формы лизина в виде препарата Биониз® (производства компании Evonik) в комбикорма для бройлеров позволяет получить более высокую живую массу, способствует улучшению конверсии корма и качества мяса, обеспечивает хорошее использование питательных веществ корма и сохранность птицы [154].

Было изучено влияние лизина сульфата (продукта микробиологического синтеза с использованием *Corynebacterium glutamicum*) в дозах 800 и 1000 мг/кг живой массы бройлеров на морфофункциональные и биохимические показатели крови. Установлено, что при добавлении в рацион сульфатной формы лизина на фоне снижения фагоцитарной и миграционной активности лейкоцитов происходит увеличение концентраций иммуноглобулинов, альбуминов, α - и γ -глобулинов. При этом доза 800 мг/кг способствовала снижению микровязкости липидного бислоя и увеличению проницаемости мембраны эритроцитов, а доза 1000 мг/кг уменьшала проницаемость мембраны [152].

Изучение адаптационных реакций организма бройлеров по показателям азотистого обмена в крови при введении в рацион сульфата лизина показала, что доза этой добавки 900 мг/кг живой массы приводит к повышению активности аспаратаминотрансферазы и увеличению концентрации иммуноглобулинов в плазме крови [76]. В другом исследовании изучали влияние сульфата лизина на содержание макроэлементов и витамина С в сыворотке крови; установлено, что дозы 800-900 мг/кг живой массы увеличивают концентрацию витамина С в крови бройлеров [77].

В опытах на курах-несушках ввод сульфата лизина взамен монохлоргидрата положительно влиял на продуктивность и качество яиц и обеспечил высокую сохранность поголовья. В опытных группах затраты корма на 10

яиц и на 1 кг яичной массы были ниже за счет повышения переваримости и использования основных питательных веществ комбикорма.

Так, при включении сульфата лизина в комбикорма яйценоскость повышалась на 0,62-4,58%, а затраты корма на 1 кг яичной массы снижались на 0,78-3,04% [32].

Замена монохлоргидрата лизина на сульфат обеспечила хорошую переваримость и использование питательных веществ кормов и позволила получить мясо бройлеров высокого качества при хорошем выходе грудной мышцы, а также нормировать хлор в комбикормах для птицы при включении в их состав до 25% продуктов переработки подсолнечника.

Исследованиями доказана возможность снижения уровня сырого протеина в комбикормах за счет использования добавок синтетических аминокислот, прежде всего, лизина и метионина. Известно, что из комбикормов с включением ингредиентов животного происхождения птица использует более 83% содержащегося в них общего лизина, а из чисто растительных комбикормов такой же питательности – только 63-76% [42]. Протеин зерновых кормов лимитирован по лизину и метионину+цистину; протеин продуктов переработки подсолнечника (жмыхи и шроты) – по лизину и в некоторых случаях по метионину. Поэтому включение таких ингредиентов в кормосмеси требует их обогащения синтетическими аминокислотами.

Недостаток аминокислот в рационах или низкая их доступность быстро отражается на продуктивности птицы и эффективности использования корма. При этом снижение продуктивности пропорционально дефициту максимально лимитированной аминокислоте комбикорма. Незначительный недостаток аминокислот в рационе птица компенсирует поеданием большего количества корма, в результате чего при одинаковом уровне продуктивности возрастают затраты корма на единицу продукции [146, 148, 149]. Высокопродуктивная птица более чувствительна к стрессам, а низкая иммунокомпетентность часто приводит к вспышкам заболеваний, в том числе и вирусного характера. При этом сбалансированность комбикормов по аминокислотам, в том числе лизи-

ну, играет решающую роль, оказывая влияние на иммунную систему; в противном случае проведение специфической профилактики осложняется, а ее результативность резко снижается [34].

Таким образом, в настоящее время проведены многочисленные исследования по влиянию различных уровней и источников лизина на продуктивность птицы. Данных по эффективности нормирования лизина в форме сульфата в комбикормах с высоким содержанием продуктов переработки подсолнечника недостаточно и они противоречивы, и поэтому сравнительная оценка сульфатной формы лизина в сравнении с монохлоргидратной в комбикормах такого типа является актуальным направлением исследований.

Для решения данной проблемы поставлены следующие задачи:

1. Изучить основные зоотехнические показатели у кур-несушек при применении комбикормов, содержащих разные уровни соевого и подсолнечникового шротов с добавкой сульфата лизина.
2. Определить переваримость и использование питательных веществ таких комбикормов организмом кур-несушек.
3. Установить степень использования организмом кур-несушек аминокислот из комбикормов с разными уровнями соевого и подсолнечникового шротов и разными источниками лизина (монохлоргидрат и сульфат), а также содержание свободных аминокислот в плазме крови кур.
4. Изучить сохранность витаминов А, Е, В₂ в премиксах при применении разных форм лизина.
5. Определить экономическую эффективность применения комбикормов с разными уровнями подсолнечникового шрота и разными источниками лизина.

2. МАТЕРИАЛ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Методика проведения научно-хозяйственных опытов

Для достижения поставленных задач в 2010-2020 гг. в отделе питания птицы ФНЦ «ВНИТИП» РАН и в условиях вивария СГЦ «Загорское ЭПХ» было проведено 2 научно-хозяйственных опыта на яичных курах-несушках кросса «СП-789» со 150-дневного возраста, в течение 6 месяцев продуктивного периода, при содержании в модернизированных клеточных батареях типа КБН-4, по 30 голов в каждой группе, всего на 12 группах. Также была проведена производственная проверка.

Опытные и контрольные группы комплектовались курами-несушками – аналогами по живой массе в 150-дневном возрасте. Технологические параметры содержания птицы соответствовали рекомендациям ВНИТИП [68]. Доступ птицы к корму и воде был свободным. Для кормления птицы опытных и контрольных групп использовали полнорационные комбикорма в виде россыпи с питательностью согласно рекомендациям по кормлению [115].

Параметры микроклимата, плотность посадки, фронт кормления и поения во всех группах были одинаковыми.

Задачей первого научно-хозяйственного опыта являлось изучение зоотехнических и физиолого-биохимических показателей у кур-несушек при вводе в комбикорма растительного типа с разными уровнями соевого шрота (5, 10 и 15%) сульфата лизина (опытные группы) взамен монохлоргидрата лизина (контрольные группы). Схема опыта представлена в табл. 3; рецепты комбикормов приведены в табл. 4.

Таблица 3. Схема первого опыта на курах-несушках

Группа	Особенности кормления
1 контрольная	Основной рацион без компонентов животного происхождения (ОР), сбалансированный по всем питательным веществам, содержащий 5% соевого шрота при использовании монохлоргидрата лизина
2 опытная	ОР с 5% соевого шрота при использовании сульфата лизина
3 контрольная	ОР с 10% соевого шрота при использовании монохлоргидрата лизина
4 опытная	ОР с 10% соевого шрота при использовании сульфата лизина
5 контрольная	ОР с 15% соевого шрота при использовании монохлоргидрата лизина
6 опытная	ОР с 15% соевого шрота при использовании сульфата лизина

Таблица 4. Рецепты комбикормов для кур-несушек (опыт 1)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Кукуруза	10,80	10,80	17,80	17,90	17,00	17,00
Пшеница	57,55	57,69	49,85	49,74	49,13	49,12
Шрот соевый	5,00	5,00	10,00	10,00	15,00	15,00
Глютен кукурузный	7,50	7,30	5,00	5,00	2,20	2,20
Жмых подсолнечниковый	7,00	7,00	5,50	5,50	4,33	4,33
Масло подсолнечное	0,80	0,66	0,62	0,50	1,21	1,16
Монокальцийфосфат	1,32	1,32	1,34	1,34	1,32	1,32
Известняк	9,07	9,07	9,06	9,06	9,06	9,06
Соль поваренная	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Премикс	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Монохлоргидрат лизина	0,36	-	0,23	-	0,11	-
Сульфат лизина	-	0,56	-	0,36	-	0,17
Метионин	0,12	0,12	0,14	0,14	0,18	0,18
Треонин	0,02	0,02	-	-	-	-
ИТОГО	100	100	100	100	100	100
В 100 г комбикорма содержится (%):						
Обменная энергия, ккал	270,10	270,26	270,16	270,21	270,00	270,05
-«»-, МДж	1,129	1,129	1,129	1,129	1,129	1,129
сырой протеин	17,19	17,15	17,21	17,24	17,02	17,04
сырой жир	3,75	3,61	3,45	3,34	3,75	3,71
сырая клетчатка	3,80	3,81	3,65	3,66	3,65	3,65
сырая зола	11,47	11,48	11,57	11,57	11,74	11,75
кальций	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
фосфор общий	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,65
фосфор доступный	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
натрий	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16
хлор	0,33	0,26	0,30	0,26	0,28	0,26
калий	0,48	0,48	0,54	0,55	0,63	0,63
линолевая кислота	1,98	1,91	1,80	1,73	2,01	1,98
Аминокислоты: лизин	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
метионин	0,43	0,43	0,44	0,44	0,45	0,45
метионин+цистин	0,72	0,71	0,72	0,72	0,72	0,72
треонин	0,56	0,56	0,56	0,56	0,57	0,57
триптофан	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21
аргинин	0,83	0,83	0,91	0,91	0,97	0,98
Аминокислоты усвояемые: лизин	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
метионин	0,39	0,39	0,39	0,40	0,42	0,42
метионин+цистин	0,62	0,62	0,63	0,63	0,64	0,64
треонин	0,46	0,46	0,46	0,46	0,48	0,48
триптофан	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17
аргинин	0,72	0,72	0,78	0,78	0,84	0,84
DEB, мЭкв/кг	95,0	114,8	123,1	137,1	151,8	157,5

Задачей второго научно-производственного опыта являлось изучение зоотехнических и физиолого-биохимических показателей у кур-несушек при вводе в комбикорма растительного типа с разными уровнями подсолнечникового шрота (15, 20 и 25%) сульфата лизина (опытные группы) взамен мо-

нохлоргидрата лизина (контрольные группы). Схема опыта представлена в табл. 5; рецепты комбикормов приведены в табл. 6.

Таблица 5. Схема второго опыта на курах-несушках

Группа	Особенности кормления
1 контрольная	Основной рацион (ОР), сбалансированный по всем питательным веществам, содержащий 15% подсолнечникового шрота при использовании монохлоргидрата лизина
2 опытная	ОР с 15% подсолнечникового шрота при использовании сульфата лизина
3 контрольная	ОР с 20% подсолнечникового шрота при использовании монохлоргидрата лизина
4 опытная	ОР с 20% подсолнечникового шрота при использовании сульфата лизина
5 контрольная	ОР с 25% подсолнечникового шрота при использовании монохлоргидрата лизина
6 опытная	ОР с 25% подсолнечникового шрота при использовании сульфата лизина

Таблица 6. Рецепты комбикормов для кур-несушек (опыт 2)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Кукуруза	12,61	12,61	12,19	12,19	12,00	12,00
Пшеница	48,37	48,24	48,22	48,05	47,68	47,48
Шрот подсолнечниковый	15,30	15,00	20,00	20,00	25,00	25,00
Соя тостированная	10,00	10,00	5,00	5,00	-	-
Мука рыбная	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Масло подсолнечное	0,62	0,62	1,43	1,43	2,22	2,22
Глютен кукурузный	2,00	2,00	1,70	1,70	1,60	1,60
Премикс	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Соль поваренная	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Монокальцийфосфат	1,23	1,23	1,24	1,24	1,25	1,25
Известняк	9,05	9,05	9,05	9,05	9,04	9,04
Монохлоргидрат лизина	0,24	-	0,30	0,00	0,36	-
Сульфат лизина	-	0,37	-	0,47	-	0,56
Метионин	0,14	0,14	0,13	0,13	0,10	0,10
Треонин	-	-	-	-	-	-
ИТОГО	100	100	100	100	100	100
В 100 г комбикорма содержится (%):						
Обменная энергия, ккал	270,09	270,09	270,01	270,01	270,04	270,04
-«»-, МДж	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
сырой протеин	17,15	17,15	17,06	17,06	17,06	17,06
сырой жир	6,45	6,45	7,32	7,32	8,19	8,19
сырая клетчатка	4,91	4,91	5,38	5,38	5,86	5,86
сырая зола	11,91	11,91	12,04	12,04	12,15	12,15
кальций	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
фосфор общий	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
фосфор доступный	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
натрий	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18
хлор	0,32	0,27	0,33	0,27	0,35	0,28
калий	0,58	0,58	0,56	0,56	0,53	0,53
линолевая кислота	3,55	3,55	4,14	4,14	4,73	4,73

<i>Продолжение таблицы 6</i>						
Показатель	1к	2	3к	4	5к	6
Аминокислоты: лизин	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
метионин	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
метионин+цистин	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
треонин	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
триптофан	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21
аргинин	1,04	1,04	1,05	1,05	1,07	1,07
Аминокислоты усвояемые: лизин	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
метионин	0,40	0,40	0,40	0,40	0,39	0,39
метионин+цистин	0,62	0,62	0,63	0,63	0,64	0,64
треонин	0,45	0,45	0,44	0,44	0,44	0,44
триптофан	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
аргинин	0,85	0,85	0,86	0,86	0,86	0,86
ДЕВ, мЭкв/кг	132,1	146,1	128,5	145,4	115,2	134,9

Состав премикса для кур-несушек, использованного в опытах 1 и 2, представлен в табл. 7.

Таблица 7. Состав премикса для кур-несушек в опытах 1 и 2, из расчета на 1 т комбикорма (в 10 кг премикса)

Компоненты	Содержание, г
Витамины: А, млн. МЕ	8
D ₃ , млн. МЕ	3,5
Е	10
К	1
В ₁	1
В ₂	4
В ₃	20
В ₄	250
В ₅	20
В ₆	4
В _с	1
Н	0,1
В ₁₂	0,025
Агидол	140
Микроэлементы (чистого вещества): марганец	100
цинк	70
железо	25
медь	2,5
кобальт	1
йод	0,7
селен	0,2

Кроме опытов на птице, были исследованы премиксы на сохранность витаминов А, Е и В₂ при использовании в их составе монохлоргидрата и сульфата лизина Российского производства ЗАО «Завод Премиксов № 1». На хранение при комнатной температуре в течение 3 месяцев были заложены 6

образцов витаминно-минерального премикса, приготовленного по рецепту для кур-несушек промышленного стада из расчета норм ввода в комбикорм 0,5 и 1,0% (по 3 образца каждого типа): 1-й и 4-й варианты (контрольные) не содержали добавок лизина; 2-й и 5-й варианты содержали лизин в форме монохлоргидрата; 3-й и 6-й варианты – лизин в форме сульфата (табл. 8). Составы премиксов приведены в табл. 9.

Таблица 8. Схема опыта по изучению сохранности витаминов А, Е и В₂ в премиксах с разными формами лизина

№ варианта	Тип премикса	Форма лизина
1	Витаминно-минеральный для промышленных кур-несушек (0,5%)	-
2	Витаминно-минеральный для промышленных кур-несушек (0,5%)	монохлоргидрат
3	Витаминно-минеральный для промышленных кур-несушек (0,5%)	сульфат
4	Витаминно-минеральный для промышленных кур-несушек (1%)	-
5	Витаминно-минеральный для промышленных кур-несушек (1%)	монохлоргидрат
6	Витаминно-минеральный для промышленных кур-несушек (1%)	сульфат

Таблица 9. Состав премиксов в опыте по изучению сохранности витаминов, на 1 т премикса

Компоненты, г	1,0% премикс	0,5% премикс
Витамины: А, млн. МЕ	8000	16000
D ₃ , млн. МЕ	350	700
Е	1000	2000
К ₃	200	400
В ₁	200	400
В ₂	600	1200
В ₃	2000	4000
В ₄	50000	100000
В ₅	2000	4000
В ₆	400	800
В ₁₂	2,5	5,0
В _с	100	200
Н	15	30
Микроэлементы (чистого вещества): марганец	10000	20000
цинк	7000	14000
железо	2500	5000
медь	250	500
кобальт	100	200
йод	70	140
селен	20	40

Премиксы с уровнем ввода 0,5% (варианты 2 и 3) были обогащены разными формами лизина из расчета 300 кг чистого лизина на 1 т премикса, т.е. 380,8 кг монохлоргидрата лизина и 566,0 кг сульфата лизина соответственно вариантам; премиксы с уровнем ввода 1% обогащались 150 кг чистого лизина на 1 т премикса, или 190,4 кг монохлоргидрата лизина или 283,0 кг сульфата лизина соответственно вариантам 5 и 6.

Для подтверждения результатов опытов была проведена производственная проверка. В задачу производственной проверки входило испытание комбикормов, содержащих 25% подсолнечникового жмыха с заменой монохлоргидрата лизина (базовый вариант) на его сульфатную форму (новый вариант). Питательность комбикормов базового и нового вариантов была одинаковой и соответствовала нормам ВНИТИП [115]. Производственная проверка была выполнена в ФГУП «Загорское ЭПХ ВНИТИП» Россельхозакадемии на курах-несушках кросса «СП-789» со 120-дневного возраста в течение 6 месяцев. Птицу содержали в модифицированных клеточных батареях типа КБН-4. Было сформировано две группы птицы, по 150 голов в каждой, для базового и нового вариантов. Условия содержания для обоих вариантов были одинаковыми и соответствовали рекомендациям ВНИТИП [67]. Кормление несушек осуществляли полнорационными комбикормами, а дефицит лизина восполняли за счет включения в их состав монохлоргидрата лизина в базовом варианте и сульфата лизина – в новом. Схема производственной проверки представлена в табл. 10, рецепты комбикормов – в табл. 11.

Таблица 10. Схема производственной проверки

Показатель	Варианты	
	базовый	новый
Число кур-несушек в группе, гол.	150	150
Продолжительность проверки, мес.	6	6
Содержание в рационе лизина, %: общего	0,80	0,80
усвояемого	0,68	0,68

Состав премикса был аналогичным опытам 1 и 2 (табл. 7); в него также включали ферментный препарат целлобактерин.

Таблица 11. Рецепты комбикормов для кур-несушек (производственная проверка)

Показатель	Вариант	
	базовый	новый
Кукуруза	12,00	12,00
Пшеница	43,40	43,17
Жмых подсолнечниковый	25,00	25,00
Соя тостированная	5,00	5,00
Мука рыбная	0,53	0,60
Масло подсолнечное	2,59	2,61
Премикс	0,10	0,10
Соль поваренная	0,37	0,37
Фосфат аммония	1,03	1,03
Известняк	9,60	9,60
Монохлоргидрат лизина	0,26	-
Сульфат лизина	-	0,40
Метионин	0,12	0,12
ИТОГО	100	100
В 100 г комбикорма содержится (%):		
Обменная энергия, ккал	270,28	270,01
-«»-, МДж	1,13	1,13
сырой протеин	17,00	16,98
сырой жир	8,60	8,62
сырая клетчатка	6,69	6,68
сырая зола	12,89	12,90
кальций	3,60	3,60
фосфор общий	0,66	0,66
фосфор доступный	0,40	0,40
натрий	0,18	0,19
хлор	0,33	0,28
калий	0,59	0,59
линолевая кислота	4,91	4,92
Аминокислоты: лизин	0,80	0,80
метионин	0,43	0,44
метионин+цистин	0,72	0,72
треонин	0,58	0,58
триптофан	0,22	0,22
аргинин	1,12	1,12
Аминокислоты усвояемые: лизин	0,68	0,68
метионин	0,39	0,39
метионин+цистин	0,61	0,62
треонин	0,46	0,46
триптофан	0,17	0,17
аргинин	0,94	0,94
ДЕВ, мЭкв/кг	136,2	150,3

Учитываемые показатели:

1. Зоотехнические показатели:

- сохранность поголовья (%), как отношение конечного поголовья в группе к начальному, путем ежедневного учета отхода и установления его причин;

- живая масса кур (г) в начале и конце опыта, методом индивидуального взвешивания;
- яйценоскость кур за период опыта (шт.), учет-еждневно-групповой;
- интенсивность яйценоскости за период опыта (%);
- масса яиц (г) – гравиметрически, ежемесячно, 3 дня подряд от всей подопытной птицы;
- морфологические показатели яиц;
- потребление кормов по группам – ежедневно, путем учета заданных кормов и их остатков;
- затраты кормов (кг) на 10 шт. яиц и на 1 кг яичной массы за период опыта;
- органолептическая оценка вареных яиц кур-несушек по группам - по ГОСТ 25392-82 [67].

2. Физиолого-биохимические показатели:

- гигроскопическая влага – путем высушивания биологического материала при 100⁰С до постоянной массы (ГОСТ 13496.3-92);
- сырая зола – методом сухого озоления образца по ГОСТ 25392-82 и ГОСТ 2178.4-76;
- общий азот – методом Кьельдаля на автоматическом анализаторе (ГОСТ Р 51417-99);
- сырой жир – в аппарате Сокслета методом Рушковского (ГОСТ 13496.18-85);
- сырая клетчатка – по Геннебергу и Штоуману (ГОСТ 13496.2-91);
- кальций в кормах, помете, большеберцовой кости кур и скорлупе яиц – на атомно-абсорбционном спектрометре (ГОСТ 28901-91);
- фосфор в кормах, помете, большеберцовой кости кур и скорлупе яиц – фотометрическим методом по ГОСТ 26657-97;
- натрий, калий и хлор в сыворотке крови кур – на биохимическом анализаторе ВА-400 с использованием фотометрического метода;
- коэффициенты переваримости протеина, органического вещества, использование питательных веществ несушками;

- химический анализ кормов, премиксов, помета, яиц, печени кур-несушек – по общепринятым методам биохимического анализа [91];
- аминокислоты в кормах определяли путем гидролиза сухого обезжиренного образца с последующей хроматографией на автоматическом анализаторе; доступность аминокислот – как отношение разности показателей в корме и в помете к содержанию аминокислоты в корме, выраженное в процентах;
- концентрация свободных аминокислот в плазме крови в 250-дневном возрасте – на аминокислотном анализаторе, у 3 голов (индивидуально) от каждой группы;
- биохимические показатели крови (содержание общего белка, мочевой кислоты, гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитарная формула) – в конце опыта у 6 голов (индивидуально) от каждой группы;
- водородный показатель (рН) химуса 12-перстной кишки в 250-дневном возрасте – у 6 голов (индивидуально) от каждой группы;
- содержание витаминов А, Е и В₂ в премиксах при хранении - ежемесячно методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе «Милихром-1»;

3. Экономические показатели:

- экономическая эффективность содержания кур-несушек - по общепринятой методике;
- стоимость кормов – по стоимости компонентов;
- расчет экономической эффективности использования сульфата лизина в комбикормах для яичных кур-несушек проводился по результатам производственной проверки с учетом действующих цен по следующей формуле:

$$\text{Э} = (\text{Сб} - \text{Сн}) \times \text{Ан},$$

где Сб и Сн – себестоимость 10 яиц в базовом и новом варианте соответственно, руб.; Ан – количество произведенной продукции в новом варианте, шт. яиц.

Все зоотехнические показатели учитывали и рассчитывали согласно методическим указаниям [68].

Математическую и статистическую обработку результатов проводили с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2007. Рассчитывали средние величины (M) и ошибки средней (m); достоверность различий в опытах определяли по t-критерию Стьюдента и обозначали: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Зоотехнические и некоторые физиолого-биохимические показатели кур-несушек, получавших комбикорма с различными уровнями соевого шрота и разными источниками лизина (монохлоргидрат и сульфат).

Опыт 1

3.1.1. Продуктивность кур, переваримость и использование ими питательных веществ корма

Большинство специалистов по аминокислотному питанию птицы считают, что в современных условиях ведения отрасли типичные рационы не обеспечивают высокого уровня продуктивности кур-несушек современных кроссов без дополнительного введения в их состав синтетических аминокислот.

В настоящее время доказано, что белки так же, как углеводы и жиры, характеризуются существенной энергетической ценностью и могут использоваться организмом птицы как источник энергии без последствий в виде нарушения физиологических норм, здоровья и функционирования организма. Однако, в отличие от жиров и углеводов, использование белков на энергетические цели следует считать расточительным, как с экономической, так и с физиологической точки зрения, так как их прочие функции куда более важны и разнообразны, а главное – не заменимы никакими другими питательными и биологически активными веществами [101].

Аминокислотное питание сводится к активному влиянию белка и аминокислот в его составе на все стороны обмена веществ сельскохозяйственной птицы, независимо от направления продуктивности. Белок и аминокислоты корма являются решающим фактором нормальной жизнедеятельности организма и главным условием реализации генетического потенциала продуктивности птицы современных кроссов.

Простым комбинирование кормовых ингредиентов между собой достичь баланса между потребностью птицы в отдельных аминокислотах и ее удовлетворением нельзя. Кроме того, с ростом генетического потенциала

птицы разница между потребностью в аминокислотах и возможностью ее удовлетворить без дополнительного введения аминокислот в корма стала постоянно расти, и дефицит аминокислот усиливается. Поэтому создана мощная индустрия кормовых аминокислот, и их производство растет с динамикой порядка 10-12% в год.

Лизин является одной из самых важных аминокислот в обмене веществ у животных и птицы. Так, анализ крови птицы, независимо от направления ее продуктивности, показывает, что концентрация этой аминокислоты – самая высокая среди всех незаменимых аминокислот.

На кормовом рынке России и стран СНГ присутствуют следующие основные формы (препараты) лизина: лизина монохлоргидрат; лизина сульфат; кормовой концентрат лизина (ККЛ). Однако объемы их производства в РФ не обеспечивают полностью потребностей в лизине российского животноводства и птицеводства.

Поэтому в своих опытах мы изучили сравнительную эффективность использования монохлоргидрата и сульфата лизина в составе комбикормов растительного типа при разных уровнях включения в их состав соевого шрота. Химический и аминокислотный состав соевого шрота, применяемого в опыте 1, представлен в табл. 12.

Таблица 12. Химический и аминокислотный состав (%) соевого шрота (результаты анализов в Испытательном центре ВНИТИП), n=3

Показатель	Содержание в соевом шроте ¹ , %
1	2
Влага	9,5
Обменная энергия, ккал/100 г	230,0
-«»-, МДж/кг	9,63
Сырой протеин	39,9
Сырой жир	1,30
Сырая клетчатка	12,0
Линолевая кислота	0,61
Зола	6,8
Кальций	0,35
Фосфор ²	0,68 / 0,14
Калий	2,00
Натрий	0,05
Хлор	0,05
ДЕВ, мЭкв/100 г	52,05

<i>Продолжение таблицы 12</i>	
1	2
Общая кислотность, °Н	8,70
Перекисное число, моль / 1/2 O	2,15
Токсичность	не токсичен
Аминокислоты ² : лизин	2,56 / 2,24
гистидин	0,95 / 0,76
аргинин	3,00 / 2,40
аспарагиновая кислота	3,45 / 2,76
треонин	1,60 / 1,20
серин	1,75 / 1,44
глутаминовая кислота	9,00 / 7,20
пролин	1,80 / 1,44
глицин	2,27 / 1,86
аланин	1,75 / 1,44
цистин	0,57 / 0,46
валин	2,04 / 1,73
метионин	0,60 / 0,48
изолейцин	1,72 / 1,41
лейцин	2,45 / 1,96
тирозин	1,20 / 0,96
фенилаланин	1,84 / 1,51

Примечания: ¹Растворимость протеина соевого шрота составляла 80%. ²Данные по фосфору и аминокислотам представлены как общие / доступные количества.

В опытах использовали сульфат лизина производства компании «Evonik Industries AG», а при изучении сохранности витаминов в премиксах – сульфатную форму лизина производства ЗАО «Завод Премиксов №1». Сравнительная характеристика используемых препаратов лизина приведена в табл. 13.

Таблица 13. Сравнительная характеристика монохлоргидрата и сульфата лизина

Показатель	Монохлоргидрат	Сульфат
Внешний вид	гранулы	гранулы
Молекулярная масса, у.е.	182,65	244,27
Содержание соли лизина, %	98,5	65
Содержание чистого лизина, %	78,8	50-54
Сырой протеин, %	94,4	65-80
Насыпная плотность, кг/м ³	560-610	680
Наличие хлора	+	-
Коэффициент перевода добавки в чистую аминокислоту	0,788	0,510-0,546

Из представленной таблицы видно, что органолептические и физико-механические свойства монохлоргидрата и сульфата лизина имеют некото-

рые различия. Хлориды – более концентрированные источники лизина по сравнению с сульфатом, поэтому уровни их ввода в рационы меньше. В отличие от сульфатов, хлорид имеет более низкую насыпную плотность, близкую к плотности зерновых компонентов. В то же время, в монохлоридрате присутствует 19,4% хлора, который часто поступает в рационы птицы в избыточном количестве, а его излишнее присутствие в комбикорме создает проблемы с соотношением натрия к хлору. Это свидетельствует о целесообразности включения в комбикорма препаратов лизина, не содержащих хлора.

Зоотехнические показатели кур-несушек за 6 месяцев продуктивности, полученные в опыте 1, представлены в табл. 14.

Таблица 14. Зоотехнические показатели опыта 1 на курах-несушках (за 184 дня опыта)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Посажено голов	30	30	30	30	30	30
Сохранность кур, %	100	100	100	100	100	100
Живая масса в начале опыта, г	1542± 17,34	1574± 23,74	1581± 20,43	1564± 24,77	1591± 25,51	1579± 22,66
Живая масса в конце опыта, г	1736± 21,74	1757± 19,83	1785± 14,41	1814± 21,76	1808± 24,98	1821± 17,22
Яйценоскость на среднюю несушку, шт.	161,10	162,40	163,53	164,16	162,06	165,53
% к контролю	-	100,8	-	100,4	-	102,1
Интенсивность яйценоскости, %	87,55	88,26	88,90	89,20	88,00	89,90
Средняя масса яйца, г	62,26± 0,20	62,07± 0,17	63,63± 0,18	63,99± 0,19	62,29± 0,21	63,02± 0,19
Выход яичной массы, кг/гол.	10,030	10,080	10,405	10,504	10,095	10,432
% к контролю	-	100,5	-	101,0	-	103,3
Потребление корма за период опыта, кг/гол.	20,921	21,013	21,252	21,307	21,031	20,976
% к контролю	-	100,4	-	100,3	-	99,7
Среднесуточное потребление корма, г/гол./сут.	113,7	114,2	115,5	115,8	114,3	114,0
% к контролю	-	100,4	-	100,3	-	99,7
Затраты кормов, кг: на 10 яиц	1,298	1,290	1,300	1,298	1,297	1,270
% к контролю	-	99,4	-	99,9	-	97,9
на 1 кг яичной массы	2,086	2,084	2,042	2,028	2,083	2,011
% к контролю	-	99,9	-	97,2	-	96,5

Как показали наши исследования, сохранность кур в контрольных и опытных группах была высокой и составила 100%. Не установлено существенных различий и по живой массе между птицей контрольных и опытных

групп. Этот показатель в конце опыта находился в пределах 1757-1821 г и соответствовал стандарту для птицы данного возраста и кросса.

Яйценоскость кур, получавших комбикорма с разными источниками лизина, была самой высокой в группе 6, птица которой получала корм, содержащий 15% соевого шрота, с добавкой сульфата лизина. В этой группе кур интенсивность яйценоскости составила 89,90%, что на 1,9% выше по сравнению с несушками, получавшими аналогичный комбикорм, но с монохлоргидратом лизина. В опытных группах 2 и 4 превышение по интенсивности яйценоскости по сравнению с контрольными группами 1 и 3 составило 0,71 и 0,30%.

Количество яичной массы, полученной от несушек группы 6, было на 3,3% больше, чем в контрольной группе 5. В опытных группах 2 и 4 превышение по выходу яичной массы составило 0,5 и 0,9% в сравнении с контрольными группами 1 и 3 соответственно.

Несушки всех групп охотно потребляли комбикорма за весь период опыта. Затраты кормов на 1 несушку за 6 месяцев продолжительности опыта составили 20,013-21,307 кг.

Самые низкие затраты корма на 10 яиц и на 1 кг яичной массы были у кур 6 группы, получавшей комбикорм с 15% соевого шрота и добавкой сульфата лизина: ниже на 2,1 и 3,5% по сравнению с птицей, получавшей аналогичный комбикорм, но с добавкой монохлоргидрата лизина (группа 5).

Для изучения влияния различных источников лизина на переваримость и усвоение питательных веществ рационов у кур-несушек был проведен балансовый (физиологический) опыт. Для этого из каждой из 6 групп были отобраны по 3 курочки, которых разместили в 6 специально оборудованных клетках. В течение 3 дней предварительного периода куры получали вволю рационы в соответствии со своими группами (контрольных групп – с монохлоргидратом лизина, опытных – с сульфатом). Затем в течение учетного периода (3 дня) взвешивали задаваемые корма и их остатки; выделенный помет собирали 3 раза в день. Отобранную среднюю пробу помета каждый раз

консервировали в банке с притертой крышкой 0,1 н раствором щавелевой кислоты и хранили в холодильнике. По окончании учетного периода образцы кормов и помета были подвергнуты химическому анализу. Результаты балансового опыта представлены в табл. 15.

Таблица 15. Результаты балансового опыта (опыт 1, возраст кур 300-306 дней, n=3)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Переваримость, %: сухого вещества	71,3	72,5	71,2	71,9	71,5	72,0
протеина	90,7	91,3	90,2	91,7	90,8	91,9
жира	85,4	86,7	85,8	86,8	85,9	86,0
БЭВ	88,2	89,1	88,2	88,8	88,3	89,6
клетчатки	24,6	24,6	25,4	25,6	24,1	23,9
Усвоение азота, %	49,4	49,8	49,4	49,9	49,3	50,6
Использование, %: кальция	67,5	68,2	66,4	67,7	66,4	67,8
фосфора	34,5	35,9	34,4	34,9	35,1	36,3

Как видно из представленной таблицы, переваримость и использование основных питательных веществ комбикорма у несушек опытных групп имели тенденцию к повышению по сравнению с соответствующими контрольными группами, что способствовало улучшению конверсии корма. Так, переваримость сухого вещества корма у кур опытных групп 2, 4 и 6 превысила показатели контрольных групп на 1,2; 0,7 и 5,0% соответственно, протеина – на 0,6; 1,0 и 1,2%; при этом использование азота, кальция и фосфора в опытных группах также было выше – на 0,4-2,1; 0,2-0,7 и 0,4-1,8% соответственно.

При повышении уровня ввода в комбикорма соевого шрота до 15% и включении в корм сульфата лизина переваримость жира увеличивалась на 0,6%, БЭВ – на 1,4%. Таким образом, лизин в форме сульфата оказал положительное действие на показатели переваримости и использования основных питательных веществ во всех опытных группах.

Результаты балансового опыта по доступности аминокислот из комбикормов, содержащих разные уровни соевого шрота и разные источники лизина, представлены в табл. 16.

Таблица 16. Доступность аминокислот из комбикормов для кур-несушек, %

Аминокислота	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Лизин	87,2	88,5	87,8	88,9	86,2	88,9

<i>Продолжение таблицы 16</i>						
Гистидин	69,4	69,7	70,3	70,3	71,4	71,6
Аргинин	80,1	80,0	81,3	81,7	81,9	82,0
Аспарагиновая кислота	74,2	74,4	75,8	76,0	77,6	77,7
Треонин	65,4	65,2	66,8	66,9	67,3	67,4
Аминокислота	1к	2	3к	4	5к	6
Серин	80,2	80,1	81,4	81,6	81,9	81,8
Глутаминовая кислота	86,2	86,4	87,0	87,0	88,2	82,1
Пролин	80,4	80,6	81,1	81,3	82,0	82,0
Глицин	67,7	68,0	66,9	70,1	68,4	68,2
Аланин	73,3	73,5	74,0	74,2	75,0	75,2
Цистин	80,0	80,7	79,4	79,9	79,1	79,6
Валин	64,4	65,0	64,2	64,0	65,4	66,7
Метионин	85,2	85,6	85,0	85,7	84,3	86,0
Изолейцин	73,7	73,5	74,0	74,2	75,5	76,0
Лейцин	80,2	80,0	81,4	81,3	82,0	82,0
Тирозин	79,9	80,0	81,1	81,4	81,5	82,5
Фенилаланин	77,7	77,9	76,9	77,2	78,34	78,6
В среднем	76,8	81,6	77,3	77,8	78,01	78,14

Результаты исследования доступности аминокислот свидетельствуют о том, что данный показатель, как в контрольных, так и в опытных группах птицы, находился на достаточно высоком уровне.

Максимальная доступность лизина отмечена у кур-несушек опытных групп 4 и 6 и составила 88,9%, что на 1,1 и 2,7% выше, чем в контрольных группах 3 и 5. В опытной группе 2 превышение этого показателя по сравнению с контрольной группой 1 составило 1,3% (88,5 против 87,2%).

Усредненная доступность всех 17 изученных аминокислот при использовании в комбикормах сульфатной формы лизина превышала этот показатель контрольных групп на 0,1-1,3%.

3.1.2. Морфологические показатели яиц и их качество у кур-несушек, получавших комбикорма с разными уровнями соевого шрота и препаратами лизина

Результаты морфологического анализа яиц кур, полученные в опыте 1, приведены в табл. 17.

По морфологическим показателям качества яиц значительных различий между опытными группами установлено не было. Так, среднее значение толщины скорлупы во всех группах находилось на уровне 0,340-0,349 мм,

прочности скорлупы – 42,1-42,7 Н, упругой деформации – 19,2-19,9 мкг. Единицы Хау в яйцах кур опытных групп составляли 86,9-87,7 и также не различались между группами.

Однако отмечена закономерность по увеличению толщины скорлупы яиц у кур опытных групп на 2,0-2,3% по сравнению с контрольными группами, а также снижение упругой деформации скорлупы – на 1,0-12,6%.

Таблица 17. Морфологические показатели яиц (в возрасте 300-306 дней, опыт 1)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Средняя масса яйца, г	62,67 ±0,17	62,69 ±0,20	63,70 ±0,22	63,72 ±0,17	63,21 ±0,19	63,27 ±0,24
Относительная масса (%): белка	61,5 ±0,41	61,4 ±0,43	61,2 ±0,40	61,2 ±0,35	61,8 ±0,44	61,3 ±0,42
желтка	28,2 ±0,27	28,1 ±0,36	28,0 ±0,38	28,1 ±0,43	28,6 ±0,45	28,2 ±0,39
скорлупы	10,3 ±0,15	10,5 ±0,20	10,7 ±0,23	10,8 ±0,25	10,6 ±0,17	10,9 ±0,22
Упругая деформация скорлупы, мкг	19,9	19,4	19,7	19,2	19,8	19,2
Толщина скорлупы, мм	0,340 ±0,006	0,347 ±0,007	0,341 ±0,006	0,349 ±0,006	0,342 ±0,007	0,349 ±0,008
Прочность скорлупы, Н	42,1	42,6	42,2	42,7	42,0	42,7
Плотность яиц, г/см ³	1,085	1,087	1,080	1,087	1,086	1,088
Единицы Хау	87,1	86,9	87,7	87,6	86,9	87,2

Результаты дегустационной оценки вареных яиц приведены в табл. 18.

Таблица 18. Результаты дегустационной оценки вареных яиц (опыт 1), баллы (n=10)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Аромат:						
желтка	4,2±0,22	4,4±0,30	4,6±0,24	4,6±0,27	4,8±0,30	4,9±0,19
белка	4,5±0,17	4,5±0,20	4,7±0,24	4,9±0,27	4,8±0,27	4,8±0,25
Цвет:						
желтка	4,7±0,20	4,7±0,17	4,9±0,19	4,9±0,21	4,8±0,24	4,9±0,25
белка	4,8±0,22	4,8±0,24	4,7±0,19	4,9±0,20	4,8±0,22	4,8±0,30
Вкус:						
желтка	4,8±0,17	4,8±0,21	4,9±0,24	4,9±0,22	4,9±0,22	5,0±0,20
белка	4,5±0,18	4,7±0,22	4,6±0,20	4,6±0,28	4,7±0,27	4,7±0,21
В среднем	4,58	4,65	4,73	4,80	4,80	4,85

Скармливание курам комбикормов растительного типа с разными уровнями соевого шрота и обогащенных монохлоргидратом или сульфатом лизина не оказало заметно влияния на аромат, цвет, вкус желтка и белка яиц. Средний балл органолептической оценки по группам находился в пределах

4,58-4,85. Таким образом, вкусовые качества пищевых яиц при использовании лизина в форме сульфата не имели отличий по сравнению с яйцами кур контрольных групп.

Морфо-биохимические показатели качества яиц кур в начале и в конце опыта 1 приведены в табл. 19 и 20.

Таблица 19. Морфо-биохимические показатели качества яиц в начале опыта 1 (в возрасте 130 дней, в расчете на воздушно-сухое вещество)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Средняя масса яйца, г	55,92 ±0,24	55,97 ±0,22	56,02 ±0,30	56,01 ±0,26	55,97 ±0,22	55,99 ±0,27
Относительная масса (%): белка	59,7	59,7	59,8	59,8	59,6	59,7
желтка	31,1	31,2	31,2	31,2	31,3	31,2
скорлупы	9,2	9,1	9,0	9,0	9,1	9,1
Содержание в яйце сухих веществ, %	26,0	27,3	27,0	27,5	27,0	27,3
Содержание в сухом веществе, %: протеина	49,18	51,19	49,36	49,77	50,00	50,29
жира	34,44	33,59	34,16	34,18	34,28	34,27
золы	3,22	3,23	3,19	3,20	3,17	3,20
Содержание в скорлупе, %: кальция	36,7	37,5	37,1	37,2	37,0	37,0
фосфора	0,131	0,134	0,140	0,140	0,139	0,136
Содержание в желтке, мкг/г: каротиноидов	17,45	17,82	17,73	17,98	17,69	17,63
витамина А	8,77	8,49	8,64	9,99	8,98	8,65
витамина В ₂	4,90	4,34	4,10	5,95	5,29	5,19
Содержание витамина В ₂ в белке, мкг/г	4,11	3,66	4,24	4,36	3,23	4,27

Таблица 20. Морфо-биохимические показатели качества яиц в конце опыта 1 (в возрасте 300 дней, в расчете на воздушно-сухое вещество)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Средняя масса яйца, г	64,30 ±0,25	64,42 ±0,21	64,34 ±0,30	64,62 ±0,27	64,31 ±0,19	64,77 ±0,22
Относительная масса (%): белка	58,6	58,3	58,0	58,2	58,2	58,1
желтка	32,3	32,5	33,0	32,7	32,6	32,7
скорлупы	9,1	9,2	9,0	9,1	9,2	9,2
Содержание в яйце сухих веществ, %	27,2	27,6	26,9	27,4	27,5	27,9
Содержание в сухом веществе, %: протеина	48,90	47,29	47,00	47,38	47,00	47,63
жира	34,50	34,50	34,58	34,91	34,36	34,15
золы	3,47	3,51	3,44	3,55	3,75	3,83
Содержание в скорлупе, %: кальция	36,4	37,0	36,7	36,9	36,8	37,1
фосфора	0,134	0,130	0,137	0,135	0,136	0,134
Содержание в желтке, мкг/г: каротиноидов	16,57	16,01	17,01	17,10	17,27	17,61
витамина А	6,18	6,22	6,57	6,45	6,40	6,02
витамина В ₂	5,26	5,24	5,55	5,75	5,88	6,22
Содержание витамина В ₂ в белке, мкг/г	3,92	3,80	3,83	3,81	3,95	3,97

Данные анализа яиц кур в возрасте 130 и 300 дней показали, что по относительной массе белка, желтка, скорлупы, содержанию протеина, жира, зола, каротиноидов, а также витаминов А и В₂ в желтке и белке определен-

ных закономерностей между группами не выявлено, ни для разных уровней соевого шрота, ни для разных источников лизина.

При замене монохлоргидрата лизина на сульфат в опытных группах выявлены тенденции к повышению уровня кальция и снижению уровня фосфора в скорлупе яиц кур. Так, в 300 дней жизни несушек содержание кальция в скорлупе яиц от опытных групп превышало показатели соответствующих контрольных групп на 0,2-0,6%.

3.1.3. Химический и аминокислотный состав печени, гематологические показатели, содержание свободных аминокислот в плазме крови, рН дуоденального химуса и содержание макро- и микроэлементов в большеберцовых костях кур при использовании разных уровней соевого шрота и источников лизина в рационах

Химический и аминокислотный состав печени несушек в конце опыта 1 представлен в табл. 21.

Таблица 21. Химический (%) и аминокислотный (мг%) состав печени кур в конце опыта 1 (в расчете на воздушно-сухое вещество)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Сырой протеин	47,2	49,8	47,8	49,5	47,9	52,4
Зола	3,85	3,90	3,80	3,85	3,88	3,90
Жир	39,5	37,2	39,2	36,7	39,2	36,8
Аминокислоты: лизин	31,2	31,4	31,0	31,5	32,0	32,2
гистидин	20,4	20,1	18,9	18,7	19,0	20,5
аргинин	42,0	40,5	33,7	37,0	35,6	35,9
треонин	28,3	24,3	24,3	25,0	25,6	27,0
глицин	44,0	41,2	37,2	42,0	41,0	42,5
валин	23,2	20,7	18,9	21,4	20,8	20,9
метионин	12,8	10,5	11,8	11,7	12,5	12,9
изолейцин	17,1	174,2	16,8	16,8	17,4	17,1
лейцин	32,8	32,5	31,9	32,5	32,4	33,0
тирозин	20,2	20,4	21,4	20,8	20,6	21,0
фенилаланин	14,5	14,6	14,2	14,1	14,5	14,4

Накопление аминокислот в печени – хороший тест ее физиологического состояния. При нарушении работы этого органа происходит накопление в нем жира, а концентрация аминокислот обычно падает. В нашем опыте химический и аминокислотный состав печени кур контрольных и опытных групп был аналогичным.

Гематологические показатели у кур-несушек в возрасте 300 дней представлены в табл. 22.

Таблица 22. Гематологические показатели кур-несушек в возрасте 300 дней в опыте 1 (n=6)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Общий белок, г/л	32,1 ±0,60	32,1 ±0,10	32,4 ±0,40	32,3 ±0,20	31,3 ±0,60	32,4 ±0,30
Гемоглобин, г%	8,9 ±0,21	9,0 ±0,21	9,0 ±0,25	9,1 ±0,10	9,0 ±0,17	9,2 ±0,15
СОЭ, мм/ч	5,0 ±0,21	5,2 ±0,10	5,0 ±0,15	5,1 ±0,25	5,0 ±0,10	5,0 ±0,12
Лейкоцитарная формула, %: базофилы	1,2 ±0,15	1,1 ±0,15	1,3 ±0,06	1,2 ±0,06	1,2 ±0,10	1,0 ±0,06
эозинофилы	2,4 ±0,06	2,5 ±0,10	2,6 ±0,12	2,4 ±0,13	2,7 ±0,06	2,5 ±0,10
псевдоэозинофилы	35,0 ±0,4	35,8 ±0,6	35,5 ±0,3	35,1 ±0,4	35,3 ±0,7	35,4 ±0,5
сегментоядерные	18,6 ±0,38	18,8 ±0,10	18,4 ±0,10	18,3 ±0,40	18,4 ±0,15	18,4 ±0,10
лимфоциты	40,6 ±0,38	39,7 ±0,60	39,9 ±0,49	40,8 ±0,35	40,3 ±0,32	40,5 ±0,06
моноциты	2,2 ±0,10	2,1 ±0,10	2,3 ±0,20	2,2 ±0,10	2,0 ±0,10	2,1 ±0,10
Эритроциты, млн./мм ³	2,3 ±0,10	2,4 ±0,10	2,4 ±0,10	2,4 ±0,10	2,3 ±0,10	2,2 ±0,20
Содержание в сыворотке крови:						
мочевой кислоты, мкмоль/л	375 ±1,34	324*** ±0,97	380 ±1,02	347*** ±1,11	387 ±1,33	360** ±0,98
калия, ммоль/л	4,9 ±0,11	5,7 ±0,09	5,5 ±1,12	5,4 ±1,41	5,9 ±0,94	6,2 ±0,99
натрия, ммоль/л	162 ±0,71	160 ±0,73	169 ±0,62	157 ±0,91	155 ±0,80	157 ±0,77
хлора, ммоль/л	147 ±0,55	122*** ±0,77	154 ±0,84	130*** ±0,65	164 ±0,70	135*** ±0,59

Изучение гематологических показателей у кур-несушек (табл. 22) показало, что уровень общего белка, гемоглобина, скорость оседания эритроцитов (СОЭ), лейкоцитарная формула и содержание эритроцитов у кур всех групп практически не различались и находились в пределах физиологической нормы для данного вида и возраста птицы.

Так, уровень гемоглобина был в пределах 8,9-9,2 г%; СОЭ – 5,0-5,2 мм/ч; концентрация эритроцитов – 2,2-2,4 млн./мм³. Содержание мочевой кислоты в сыворотке крови у кур всех групп находилось в пределах 324-380 мкмоль/л при статистически достоверном снижении у птицы опытных групп

($p < 0,01-0,001$). Уровень хлора в сыворотке крови цыплят опытных групп также был достоверно ниже, чем в контрольных группах ($p < 0,001$).

Данные по рН дуоденального химуса кур представлены в табл. 23. По всем опытным и контрольным группам он находился практически на одном уровне, независимо от уровня соевого шрота и источника лизина в рационе, и составлял 5,2-5,6.

Таблица 23. Водородный показатель (рН) дуоденального химуса кур-несушек в опыте 1 (n=6)

	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
рН дуоденального химуса	5,3 ±0,25	5,4 ±0,25	5,5 ±0,28	5,2 ±0,22	5,5 ±0,24	5,6 ±0,20

Дисбаланс аминокислот в рационе или низкое качество препаратов аминокислот вызывает заметное изменение концентраций аминокислот в печени и крови. Содержание свободных аминокислот в сыворотке крови кур-несушек в конце опыта представлено в табл. 24. Содержание свободного лизина в сыворотке крови кур опытных групп 2, 4 и 6 достоверно превышало этот показатель у несушек соответствующих контрольных групп на 14,75; 19,35 и 21,67% соответственно ($p < 0,01-0,001$). Эта закономерность указывает на высокую доступность лизина из сульфатной формы.

Таблица 24. Содержание свободных аминокислот (ммоль/л) в сыворотке крови кур-несушек (опыт 1, возраст 300 дней, n=3)

Аминокислота	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Лизин	610 ±8,91	700** ±9,44	620 ±8,98	740*** ±11,31	610 ±10,40	730*** ±9,44
Гистидин	520 ±6,40	540 ±5,37	510 ±5,91	510 ±6,39	520 ±6,70	540 ±5,81
Аргинин	490 ±5,29	500 ±5,77	510 ±5,40	530 ±6,21	520 ±5,74	520 ±5,80
Аспарагиновая кислота	100 ±1,21	110 ±1,27	120 ±1,30	120 ±0,99	130 ±1,11	140 ±1,44
Треонин	320 ±3,84	340 ±3,70	330 ±3,55	330 ±3,90	340 ±4,01	360 ±4,07
Серин	120 ±1,22	140 ±1,37	100 ±1,40	110 ±1,22	120 ±1,17	120 ±1,34
Глутаминовая кислота	130 ±1,30	140 ±1,32	150 ±1,41	150 ±1,20	140 ±1,17	140 ±1,25
Глицин	70 ±0,81	80 ±0,75	80 ±0,66	80 ±0,72	70 ±0,40	70 ±0,44

<i>Продолжение таблицы 24</i>						
Аланин	40 ±0,54	50 ±0,51	60 ±0,56	50 ±0,62	50 ±0,64	50 ±0,55
Валин	330 ±4,01	320 ±3,75	290 ±3,82	300 ±4,03	300 ±4,22	310 ±4,40
Аминокислота	1к	2	3к	4	5к	6
Метионин+цистин	100 ±1,11	110 ±1,24	120 ±1,20	120 ±1,27	90 ±1,30	110 ±1,14
Изолейцин	50 ±0,69	50 ±0,71	60 ±0,78	60 ±0,70	50 ±0,72	50 ±0,69
Лейцин	110 ±1,14	100 ±1,29	90 ±1,33	100 ±1,45	90 ±1,60	100 ±1,59
Тирозин	50 ±0,72	60 ±0,71	40 ±0,79	40 ±0,80	60 ±0,75	50 ±0,90
Фенилаланин	160 ±2,37	170 ±2,30	180 ±1,44	180 ±2,50	160 ±2,31	170 ±2,35
Сумма свободных аминокислот	3200	3410	3260	3420	3240	3450

По данным ряда авторов, существует определенная взаимосвязь между уровнем накопления индивидуальных аминокислот в яйце и их концентрациями в сыворотке крови: при более высоком содержании свободной аминокислоты в сыворотке крови ее накопление в яйце обычно повышается [126].

Содержание суммы свободных аминокислот в плазме крови при включении в комбикорма сульфата лизина повышалась на 4,91-6,56% в сравнении с контрольными группами кур-несушек, которым скармливали комбикорма с добавкой монохлоргидрата лизина.

Известно, что лизин входит в состав активных центров кальцийсвязывающего белка и обеспечивает всасывание этого элемента в кишечнике, стимулирует развитие костной ткани, связывает фосфор и ряд микроэлементов при минерализации костяка.

Содержание макро- и микроэлементов в обезжиренной большеберцовой кости несушек представлено в табл. 25.

Таблица 25. Содержание золы, макро- и микроэлементов в обезжиренной большеберцовой кости кур-несушек в опыте 1 (n=3)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Зола, %	54,63 ±0,51	56,25 ±0,40**	56,23 ±0,69	60,27 ±0,50***	56,65 ±0,67	58,09 ±0,55**
Кальций, %	20,54 ±0,22	21,97 ±0,21***	20,85 ±0,20	21,95 ±0,23**	20,81 ±0,25	21,90 ±0,22**
Магний, %	0,335 ±0,01	0,334 ±0,02	0,346 ±0,01	0,364 ±0,03	0,360 ±0,02	0,343 ±0,01

<i>Продолжение таблицы 25</i>						
Фосфор, %	10,07 ±0,10	10,89** ±0,12	10,05 ±0,11	10,79** ±0,13	10,09 ±0,14	10,57* ±0,17
Марганец, мг%	1,84 ±0,03	1,94** ±0,02	1,68 ±0,01	1,92*** ±0,03	1,70 ±0,02	1,95*** ±0,03
Цинк, мг%	24,51 ±0,25	25,90 ±0,27	24,82 ±0,29	25,73 ±0,24	26,77 ±0,26	29,89 ±0,28
Медь, мг%	0,25 ±0,04	0,38 ±0,03	0,28 ±0,03	0,22 ±0,05	0,29 ±0,04	0,29 ±0,022
Железо, мг%	16,80 ±0,18	16,50 ±0,17	16,20 ±0,20	16,40 ±0,15	16,23 ±0,14	16,25 ±0,12

Примечания: P≤0,05 *; P≤0,01**; P≤0,001***

Анализ данных табл. 25 свидетельствует о том, что содержание золы, кальция и фосфора в большеберцовых костях было выше у кур, получавших комбикорма с добавкой сульфата лизина. Так, у несушек опытных групп 2, 4 и 6 уровень золы в большеберцовой кости был выше на 1,62; 1,04 и 1,44%, кальция – на 1,43; 1,10 и 1,09%, фосфора – на 0,82; 0,74 и 0,48% по сравнению с группами 1, 3 и 5 соответственно.

По уровню магния в большеберцовой кости определенной закономерности нами не установлено, он колебался в пределах 0,334-0,364%.

Что касается марганца и цинка, то их содержание в большеберцовой кости кур опытных групп превышало показатели птицы, потреблявшей комбикорма с добавкой лизина в форме монохлоргидрата, на 5,43-14,71 и 3,67-11,65% соответственно этим микроэлементам.

По содержанию меди и железа в большеберцовой кости определенных закономерностей в связи с уровнями соевого шрота или источниками лизина в рационах не установлено.

Данные, полученные в первом опыте, свидетельствуют о том, что яйценоскость кур-несушек, потреблявших комбикорма с добавкой лизина в форме сульфата, на протяжении всего опыта была высокой, и по этому показателю птица опытных групп превышала контрольные группы на 0,80-2,14%, а по интенсивности яйценоскости – на 0,30-1,90%. Количество яичной массы, полученной от несушек группы 6, была на 3,3% больше, чем в контрольной группе 5.

При этом затраты корма на 10 яиц и на 1 кг яичной массы у несушек этой опытной группы, получавших комбикорм с 15% соевого шрота и добавкой сульфата лизина, были меньше на 2,1 и 3,5% соответственно по сравнению с птицей контрольной группы 5, которая находилась на аналогичной норме соевого шрота, но получала лизин в форме монохлоргидрата.

Переваримость протеина, жира, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ), клетчатки, а также усвоение азота, использование кальция и фосфора и доступность лизина, метионина и цистина в опытных группах имели тенденцию к повышению, что и обусловило лучшую конверсию корма в этих группах. Доступность лизина в опытных группах 2, 4 и 6 была выше на 1,3; 1,1 и 2,7% по сравнению с соответствующими контрольными группами.

Результаты морфо-биохимического анализа яиц кур в возрастах 130 и 300 дней показали, что в опытных группах птицы при применении комбикормов растительного типа с добавкой лизина в форме сульфата существенных различий с контрольными группами по относительной массе белка, желтка и скорлупы, содержанию в яйце протеина и жира, а также накоплению в желтке и белке каротиноидов, витаминов А, Е и В₂ не отмечено. При этом установлена закономерность увеличения толщины скорлупы яиц кур опытных групп на 2,0-2,3% при снижении ее упругой деформации на 1,0-2,6%.

Гематологические показатели у кур контрольных и опытных групп в возрасте 300 дней практически не различались и находились в пределах физиологической нормы для данного вида и возраста птицы. Содержание свободного лизина в плазме крови кур опытных групп превышало этот показатель у несушек контрольных групп на 1,45-5,80%.

Содержание золы, кальция и фосфора, а также марганца и цинка в большеберцовой кости было выше у кур, получавших комбикорм с добавкой сульфата лизина.

Таим образом, замена монохлоргидрата лизина на сульфат в комбикормах растительного типа позволяет нормировать в них содержание хлора и

одновременно обеспечивать высокую сохранность и продуктивность птицы, хорошую переваримость и доступность основных питательных веществ рационов при снижении затрат кормов на 1 кг произведенной яичной массы.

3.2. Зоотехнические и некоторые физиолого-биохимические показатели кур-несушек, получавших комбикорма с различными уровнями подсолнечникового шрота и разными источниками лизина (монохлоргидрат и сульфат). Опыт 2

3.2.1. Продуктивность кур, переваримость и использование ими питательных веществ корма

Во втором опыте оценку препаратов лизина проводили при использовании в комбикормах для кур-несушек различных уровней подсолнечникового шрота. В большинстве случаев продукты переработки подсолнечника – это самая дешевая протеиновая добавка для кормления птицы. Тем не менее, эти продукты содержат мало лизина и много сырой клетчатки. Эффективное применение жмыхов и шротов в птицеводстве является сложной задачей, требующей достаточных навыков и точной оценки химического состава рационов с более дешевым протеином. Сложность этой задачи обусловлена наличием свыше 20 технологий производства подсолнечного масла с применением разных режимов механического и теплового воздействия на сырье. В результате выделения масла с применением разных технологий из подсолнечника получают кормовые продукты с самыми различными вариациями концентрации протеина и аминокислот, в том числе лизина, и с различной их усвояемостью.

Химический и аминокислотный состав подсолнечникового шрота, применяемого в опыте 2, представлен в табл. 26.

Таблица 26. Химический и аминокислотный состав (%) подсолнечникового шрота (результаты анализов в Испытательном центре ВНИТИП), n=3

Показатель	Содержание в шроте, %
1	2
Обменная энергия, ккал/100 г	215,0
-«»-, МДж/кг	9,00
Сухое вещество	90,00
Сырой протеин	36,00
Сырой жир	1,70
Линолевая кислота	1,00
Сырая клетчатка	17,00
Сырая зола	7,30
БЭВ	28,00

<i>Продолжение таблицы 26</i>	
1	2
Крахмал	3,50
Сахар	6,55
Безазотистый остаток	34,95
Аминокислоты (валовое содержание) ¹ : лизин	1,20 / 0,96
метионин	0,83 / 0,66
метионин+цистин	1,46 / 1,21
треонин	1,31 / 1,09
триптофан	0,43 / 0,35
аргинин	2,80 / 2,24
валин	1,75 / 1,45
гистидин	0,76 / 0,61
глицин	1,32 / 1,08
изолейцин	1,13 / 0,95
лейцин	2,03 / 1,62
фенилаланин	1,56 / 1,25
тирозин	0,85 / 0,68
Минеральные вещества:	
Кальций	0,31
Фосфор ¹	1,00 / 0,80
Калий	1,10
Натрий	0,09
Хлор	0,11
ДЕВ, мЭкв/100 г	29,02

Примечание: ¹Данные по фосфору и аминокислотам представлены как общие / доступные количества.

Ввод подсолнечникового шрота в комбикорма для кур в опыте 2 составил 15, 20 и 25%, их обогащали ферментным препаратом Целлобактерин и включали разные источники лизина – в форме монохлоргидрата или сульфата. Уровень ввода монохлоргидрата лизина составлял 25; 3,2 и 3,9 кг в расчете на 1 т комбикорма, а сульфата – 3,8; 5,0 и 6,1 кг соответственно уровням ввода подсолнечникового шрота 15, 20 и 25%. При этом уровень хлора в кормах контрольных групп, при вводе монохлоргидрата лизина, составлял 0,30; 0,31 и 0,33%, а опытных, при вводе сульфата лизина – 0,26; 0,25 и 0,27% соответственно. Уровень натрия по всем группам был одинаковым и составлял 0,16%.

Как показали зоотехнические результаты опыта 2 за 6 месяцев продуктивного периода (табл. 27), сохранность кур в контрольных и опытных группах была высокой и составила 100%.

Таблица 27. Зоотехнические показатели опыта 2 на курах-несушках (за 184 дня опыта)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Посажено голов	30	30	30	30	30	30
Сохранность кур, %	100	100	100	100	100	100
Живая масса в начале опыта, г	1580 ±26,6	1579 ±22,70	1596 ±21,00	1627 ±21,60	1613 ±20,60	1653 ±24,93
Живая масса в конце опыта, г	1775 ±18,51	1787 ±18,45	1790 ±15,67	1787 ±18,07	1804 ±14,94	1794 ±18,44
Яйценоскость на среднюю несушку, шт.	162,00	163,00	164,00	168,00	153,00	160,00
% к контролю	-	100,62	-	102,44	-	104,58
Интенсивность яйценоскости, %	88,52	89,07	89,62	91,80	83,61	87,43
Выход яичной массы, кг/гол.	10,253	10,321	10,419	10,685	9,745	10,192
% к контролю	-	100,66	-	102,55	-	104,59
Потребление корма за период опыта, кг/гол.	20,898	20,864	21,320	21,336	20,196	20,480
% к контролю	-	99,82	-	100,08	-	101,41
Среднесуточное потребление корма, г/гол./сут.	114,20	114,00	116,50	116,59	110,36	113,55
% к контролю	-	99,82	-	100,08	-	102,89
Затраты кормов, кг: на 10 яиц	1,29	1,28	1,30	1,27	1,32	1,28
% к контролю	-	99,22	-	97,69	-	96,97
на 1 кг яичной массы	2,038	2,022	2,045	1,997	2,072	2,009
% к контролю	-	99,22	-	97,65	-	96,96

Не установлено существенных различий между птицей контрольных и опытных групп и по живой массе. Этот показатель в конце опыта находился в пределах 1775-1804 г и соответствовал стандарту для птицы данного кросса и возраста. Во всех опытных группах при использовании сульфата лизина яйценоскость кур повышалась на 0,62-4,58% по сравнению с птицей, получавшей комбикорма с лизином в форме монохлоргидрата.

Наиболее существенные различия по яйценоскости опытных и контрольных кур-несушек отмечены между группами 5 и 6, в которых добавка синтетического лизина была самой высокой. Аналогичная закономерность установлена и по выходу яичной массы. В опытных группах яичной массы получено на 0,66-4,59% больше по сравнению с курами, получавшими комбикорма с добавкой лизина в форме монохлоргидрата.

Птица всех опытных и контрольных групп хорошо поедала комбикорма, и среднесуточное потребление корма за 184 дня продуктивного периода составило 110,36-116,59 г/гол./сут. Следует отметить, что в группе 6 этот по-

казатель был на 2,9% больше по сравнению с контрольной группой 5. Однако затраты корма на 10 яиц и на 1 кг яичной массы в группе 6 были меньше на 3,03 и 3,04% соответственно по сравнению с группой 5. Таким образом, при применении комбикормов, содержащих 25% подсолнечникового шрота, доводить уровень лизина до требуемой нормы лучше за счет его сульфатной формы.

Данные балансового опыта на курах-несушках представлены в табл. 28.

Таблица 28. Результаты балансового опыта (опыт 2, возраст кур 270-275 дней)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Переваримость, %: протеина	90,9	91,0	90,2	91,0	88,5	90,0
жира	85,3	85,7	85,8	86,7	86,0	86,2
БЭВ	88,4	89,0	88,2	88,7	88,2	89,4
клетчатки	24,7	24,6	25,1	25,6	22,1	23,7
Усвоение азота, %	49,7	49,9	49,5	50,4	49,2	49,8
Использование, %: кальция	67,4	68,2	66,3	67,7	66,0	67,7
фосфора	34,7	35,0	33,4	34,9	32,1	36,5

Данные балансового опыта, проведенного на пике продуктивности несушек, показали, что переваримость протеина, жира, БЭВ, усвоение азота, использование кальция и фосфора у кур опытных групп, получавших лизин в форме сульфата, были на уровне контрольных групп или превосходили их. При повышении уровня ввода в комбикорма подсолнечникового шрота до 25% и включении в корм сульфата лизина (группа 6) переваримость протеина увеличивалась на 1,5%, жира – на 0,2%, БЭВ – на 1,2%, усвоение азота – на 0,6%, использование кальция – на 1,7%, фосфора – на 4,4% по сравнению с контрольной группой 5. Таким образом, лизин в форме сульфата оказал положительное действие на показатели переваримости и использования основных питательных веществ во всех опытных группах.

Данные балансового опыта по доступности аминокислот из комбикормов, содержащих разные уровни подсолнечникового шрота и разные источники лизина, представлены в табл. 29. С увеличением ввода в комбикорма подсолнечникового шрота отмечается тенденция к снижению доступности аминокислот комбикормов, как при использовании монохлоргидрата лизина,

так и сульфата лизина. Средняя доступность аминокислот при включении в комбикорма 15% подсолнечникового шрота составила 76,4% с добавкой монохлоргидрата лизина и 76,7% – с добавкой сульфата, при использовании 20% подсолнечникового шрота – 75,4 и 75,9%, 25% шрота – 74,3 и 74,9% соответственно.

Таблица 29. Доступность аминокислот из комбикормов для кур-несушек (опыт 2), %

Аминокислота	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Лизин	87,4	88,0	86,4	87,5	84,2	87,0
Гистидин	68,9	69,7	68,7	69,9	67,5	68,0
Аргинин	79,5	80,0	80,2	80,1	78,4	78,7
Аспарагиновая кислота	73,2	73,4	72,9	73,0	72,5	72,8
Треонин	65,4	65,3	64,8	64,9	63,8	64,0
Серин	80,3	80,5	79,9	80,0	78,3	78,6
Глутаминовая кислота	85,7	86,0	84,4	84,4	83,0	83,4
Пролин	79,3	79,8	78,7	78,9	77,7	77,9
Глицин	65,9	66,1	64,8	65,0	63,2	63,9
Аланин	72,7	72,9	71,5	71,8	70,4	71,0
Цистин	80,7	80,7	79,4	79,9	79,0	79,5
Валин	65,8	66,0	63,7	64,0	62,2	62,9
Метионин	85,2	87,4	85,0	85,1	84,6	85,0
Изолейцин	72,9	73,1	72,4	72,8	71,7	72,3
Лейцин	80,4	80,6	79,3	79,7	78,0	78,8
Тирозин	78,9	79,0	77,5	77,9	76,2	76,8
Фенилаланин	75,8	75,9	74,3	74,6	73,0	73,5
В среднем	76,4	76,7	75,4	75,9	74,3	74,9

При использовании комбикормов, содержащих 25% подсолнечникового шрота и сульфат лизина, доступность этой аминокислоты повысилась на 2,8% по сравнению с аналогичным рационом, но с монохлоргидратом лизина (87,0 против 84,2%). Доступность метионина и цистина также увеличилась на 0,4 и 0,7% соответственно.

Таким образом, лизин в форме сульфата оказал положительное действие на показатели доступности аминокислот из комбикормов, содержащих 15, 20 и 25% подсолнечникового шрота.

3.2.2. Морфологические показатели яиц и их качество у кур-несушек, получавших комбикорма с разными уровнями подсолнечникового шрота и препаратами лизина

Результаты морфологического анализа яиц кур, полученные в опыте 2, приведены в табл. 30.

Таблица 30. Морфологические показатели яиц (в возрасте 300-306 дней, опыт 2)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Средняя масса яйца, г	62,39 ±0,27	62,40 ±0,31	62,33 ±0,34	62,38 ±0,40	62,29 ±0,20	62,29 ±0,39
Относительная масса (%): белка	58,2 ±0,30	58,4 ±0,34	58,0 ±0,37	58,3 ±0,40	57,9 ±0,38	58,3 ±0,44
желтка	32,8 ±0,19	32,4 ±0,29	33,1 ±0,34	32,7 ±0,42	33,4 ±0,30	32,5 ±0,29
скорлупы	9,0 ±0,11	9,2 ±0,12	8,9 ±0,14	9,0 ±0,15	8,7 ±0,18	9,2 ±0,19
Упругая деформация скорлупы, мкг	20,2 ±0,8	19,4 ±0,9	20,8 ±0,8	19,0 ±0,8	20,4 ±0,7	19,3 ±0,9
Толщина скорлупы, мм	0,363 ±0,006	0,363 ±0,007	0,367 ±0,006	0,364 ±0,006	0,366 ±0,007	0,362 ±0,008
Прочность скорлупы, Н	42,4	42,5	42,3	42,6	42,1	42,1
Плотность яиц, г/см ³	1,087	1,088	1,085	1,087	1,084	1,087
Единицы Хау	87,0	87,1	86,8	86,8	87,0	87,3

Несмотря на большую массу яиц, полученных в опыте 2, упругая деформация и толщина их скорлупы соответствовала нормативному значению. В то же время, прослеживается тенденция к улучшению этих показателей у опытных групп.

В целом по морфологическим показателям яиц кур между контрольными и опытными группами существенных различий не отмечено. Среднее значение толщины скорлупы находилось по группам в пределах 0,362-0,367 мм, единицы Хау – 86,8-87,3.

Результаты дегустационной оценки вареных яиц приведены в табл. 31.

Таблица 31. Результаты дегустационной оценки вареных яиц (опыт 2), баллы (n=10)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Аромат:						
желтка	4,3±0,19	4,4±0,22	4,4±0,17	4,6±0,22	4,7±0,23	4,8±0,29
белка	4,4±0,17	4,5±0,16	4,5±0,20	4,8±0,19	4,9±0,24	4,8±0,23
Цвет:						
желтка	4,8±0,19	4,8±0,18	4,7±0,13	4,9±0,16	4,8±0,18	4,8±0,17
белка	4,5±0,18	4,6±0,13	4,6±0,17	4,7±0,19	4,7±0,20	4,7±0,19
Вкус:						
желтка	4,7±0,14	4,8±0,16	4,4±0,19	4,4±0,18	4,6±0,14	4,7±0,20
белка	4,7±0,15	4,6±0,17	4,5±0,20	4,6±0,21	4,7±0,14	4,8±0,20
В среднем	4,57	4,62	4,52	4,67	4,73	4,77

Скармливание курам комбикормов с разным уровнем подсолнечникового шрота (15, 20 и 25%) при добавке в их состав двух препаратов лизина (монохлоргидрат или сульфат) не оказало существенного влияния на аромат, цвет, вкус желтка и белка яиц. Средний балл по всем группам находился в пределах 4,52-4,77.

Таким образом, вкусовые качества пищевых яиц при использовании комбикормов с разными уровнями подсолнечникового шрота при обогащении их сульфатом лизина не имели отличий по сравнению с яйцами кур контрольных групп, получавших монохлоргидрат лизина.

Морфо-биохимические показатели качества яиц кур в начале и конце опыта приведены в табл. 32 и 33.

Таблица 32. Морфо-биохимические показатели качества яиц в начале опыта 2 (в возрасте 130 дней, в расчете на воздушно-сухое вещество)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Относительная масса (%): белка	58,9 ±0,39	59,6 ±0,42	59,7 ±0,37	59,7 ±0,44	59,9 ±0,40	59,8 ±0,39
желтка	31,0 ±0,25	31,1 ±0,20	31,0 ±0,24	31,0 ±0,27	30,9 ±0,24	30,9 ±0,21
скорлупы	9,2 ±0,11	9,3 ±0,10	9,3 ±0,92	9,3 ±0,90	9,2 ±1,01	9,3 ±0,95
Содержание в яйце сухих веществ, %	27,0	26,9	26,9	26,8	26,9	26,8
Содержание в сухом веществе, %: протеина	48,84	48,71	48,76	48,81	48,81	48,73
жира	33,71	33,80	33,74	33,72	33,70	33,77
зола	3,45	3,49	3,50	3,47	3,49	3,50
Содержание в желтке, мкг/г: каротиноидов	18,7	19,1	20,4	18,9	19,0	19,4
витамина А	9,5	9,2	9,4	9,0	9,3	9,4
витамина В ₂	4,2	4,5	4,2	4,7	4,5	4,1
Содержание витамина В ₂ в белке, мкг/г	4,0	3,9	3,8	3,7	3,7	3,8

Введение в комбикорма сульфата лизина не оказало существенного влияния на показатели качества яиц, как в возрасте 130 дней, так и в возрасте 314 дней. Однако следует указать, что в опытных группах при использовании в комбикормах кур сульфата лизина масса скорлупы яиц в конце опыта увеличивалась на 0,1-0,5%. Наиболее существенное увеличение массы скорлупы яиц отмечено у кур группы 6. Вероятно, это связано с тем, что по мере увеличения уровня ввода в комбикорма подсолнечникового шрота добавка лизина в форме монохлоргидрата приводила к все более существенному повы-

шению уровня хлора в рационе, тогда как применение сульфата лизина такого эффекта не давало.

Таблица 33. Морфо-биохимические показатели качества яиц в конце опыта 2 (в возрасте 314 дней, в расчете на воздушно-сухое вещество)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Относительная масса (%): белка	58,2 ±0,30	58,4 ±0,29	58,0 ±0,34	58,3 ±0,33	57,9 ±0,29	58,3 ±0,40
желтка	32,8 ±0,17	32,4 ±0,19	33,1 ±0,16	32,7 ±0,21	33,4 ±0,19	32,5 ±0,24
скорлупы	9,0 ±0,10	9,2 ±0,09	8,9 ±0,08	9,0 ±0,11	8,7 ±0,09	9,2 ±0,12
Содержание в яйце сухих веществ, %	26,8	27,0	26,9	27,1	26,5	26,9
Содержание в сухом веществе, %: протеина	48,3	48,4	48,0	48,2	48,0	48,4
жира	34,3	34,2	34,4	34,2	34,3	34,3
золы	3,51	3,92	3,50	3,77	3,41	3,92
Содержание в желтке, мкг/г: каротиноидов	17,4	18,7	18,0	19,4	17,2	18,7
витамина А	8,7	8,7	8,9	9,2	8,2	8,4
витамина В ₂	4,5	4,7	4,4	4,5	4,2	4,3
Содержание витамина В ₂ в белке, мкг/г	3,9	4,0	3,7	4,0	3,5	3,8

Содержание сырой золы в яйцах кур опытных групп в возрасте 314 дней также имело тенденцию к повышению на 0,27-0,50%, а в возрасте кур-несушек 130 дней такой закономерности не установлено.

3.1.3. Химический и аминокислотный состав печени, гематологические показатели, содержание свободных аминокислот в плазме крови, рН дуоденального химуса и содержание макро- и микроэлементов в большеберцовых костях кур при использовании разных уровней подсолнечникового шрота и источников лизина в рационах

Химический и аминокислотный состав печени несушек в конце опыта 2 представлен в табл. 34.

Таблица 34. Химический (%) и аминокислотный (мг%) состав печени кур в конце опыта 2 (в расчете на воздушно-сухое вещество)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Сырой протеин	48,4	48,7	47,9	48,0	47,5	47,5
Зола	3,9	3,9	3,9	4,0	3,9	3,9
Жир	39,9	39,5	39,8	39,7	40,8	40,6
Аминокислоты: лизин	32,4	32,6	31,7	31,8	31,2	31,4
гистидин	18,3	18,3	18,0	18,1	18,0	18,3
аргинин	40,5	41,0	40,1	40,4	40,0	40,7
треонин	25,3	26,0	25,0	25,0	24,4	24,6
глицин	42,1	42,4	40,8	41,0	40,0	40,7

<i>Продолжение таблицы 34</i>						
Аминокислоты	1к	2	3к	4	5к	6
валин	21,5	21,7	20,2	20,4	20,0	20,0
метионин	12,7	12,9	12,0	12,3	11,5	11,7
изолейцин	17,3	17,5	17,0	17,0	16,8	16,9
лейцин	32,4	32,7	31,8	32,0	30,1	30,4
тирозин	20,5	20,4	20,1	20,6	20,0	20,5
фенилаланин	14,7	14,8	14,3	14,2	14,0	14,2

Химический и аминокислотный состав печени кур опытных и контрольных групп был аналогичным. Содержание свободного лизина в печени кур контрольных групп находилось на уровне 31,2-32,4 мг%, по опытным группам этот показатель составлял 31,4-32,6 мг%. Таким образом, по опытным группам отмечена тенденция в сторону повышения содержания в печени этой незаменимой аминокислоты.

Гематологические показатели у кур-несушек в возрасте 300 дней представлены в табл. 35.

Таблица 35. Гематологические показатели кур-несушек в возрасте 300 дней в опыте 2 (n=6)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Общий белок, г/л	32,4 ±0,22	32,3 ±0,24	31,7 ±0,18	31,9 ±0,25	31,2 ±0,27	31,2 ±0,19
Гемоглобин, г%	9,2 ±0,15	9,4 ±0,17	9,1 ±0,20	9,3 ±0,14	9,0 ±0,21	9,2 ±0,24
СОЭ, мм/ч	5,1 ±0,11	5,0 ±0,10	5,0 ±0,14	5,1 ±0,11	5,0 ±0,13	5,0 ±0,15
Лейкоцитарная формула, %: базофилы	1,0 ±0,07	1,1 ±0,05	1,3 ±0,06	1,3 ±0,08	1,2 ±0,05	1,1 ±0,07
эозинофилы	2,4 ±0,11	2,5 ±0,12	2,6 ±0,13	2,6 ±0,09	2,4 ±0,14	2,5 ±0,08
псевдоэозинофилы	36,2 ±0,4	36,0 ±0,5	35,4 ±0,6	35,7 ±0,3	35,3 ±0,4	35,9 ±0,5
сегментоядерные	18,7 ±0,12	18,6 ±0,17	18,8 ±0,20	18,6 ±0,14	18,4 ±0,13	18,5 ±0,17
лимфоциты	39,6 ±0,37	39,5 ±0,40	40,5 ±0,39	40,0 ±0,51	40,4 ±0,40	39,5 ±0,47
моноциты	2,1 ±0,09	2,2 ±0,11	2,3 ±0,12	2,2 ±0,14	2,1 ±0,11	2,1 ±0,13
Эритроциты, млн./мм ³	2,3 ±0,14	2,2 ±0,12	2,1 ±0,09	2,2 ±0,14	2,4 ±0,17	2,3 ±0,18
Мочевая кислота в плазме, мг%	4,1 ±0,05	3,7 ±0,07	3,6 ±0,06	3,4 ±0,04	3,9 ±0,09	3,7 ±0,05
Содержание в сыворотке крови:						
мочевой кислоты, мкмоль/л	346 ±0,92	310** ±1,11	410 ±0,97	370** ±1,14	437 ±1,10	390** ±1,22

<i>Продолжение таблицы 35</i>						
Содержание в сыворотке крови:	1к	2	3к	4	5к	6
калия, ммоль/л	4,7 ±0,09	4,9 ±0,11	5,2 ±0,08	5,4 ±0,10	5,7 ±0,12	5,8 ±0,09
натрия, ммоль/мл	153 ±0,71	152 ±0,60	160 ±0,72	164 ±0,59	167 ±0,74	160 ±0,73
хлора, ммоль/л	145 ±0,62	120*** ±0,65	167 ±0,69	129*** ±0,72	179 ±0,61	132*** ±0,57

Изучение гематологических показателей у кур-несушек (табл. 35) показало, что по уровням общего белка, гемоглобина, СОЭ, лейкоцитарной формуле и содержанию эритроцитов группы практически не различались, и что эти показатели находились в пределах физиологической нормы для данного вида и возраста птицы.

Так, уровень гемоглобина был в пределах 9,4-9,4 г%, СОЭ – 5,0-5,1 мм/ч, эритроцитов – 2,1-2,4 млн./мм³. По содержанию мочевой кислоты в сыворотке крови можно сказать, что ее уровень у кур всех групп находился в пределах 310-390 мкмоль/л при достоверном снижении у птицы опытных групп (p<0,01). Уровень хлора в сыворотке крови кур групп 2, 4 и 6 был достоверно ниже, чем у соответствующих контрольных групп (p<0,001).

Таким образом, мы можем констатировать, что использование сульфата лизина в комбикормах для кур-несушек взамен монохлоргидрата при использовании комбикормов с уровнями включения подсолнечникового шрота 15, 20 и 25% не оказывает влияния на гематологические показатели кур.

Данные по рН дуоденального химуса кур-несушек в конце опыта 2 представлены в табл. 36.

Таблица 36. Водородный показатель (рН) дуоденального химуса кур-несушек в опыте 2 (n=6)

	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
рН дуоденального химуса	6,4 ±0,2	5,2 ±0,3**	5,5 ±0,2	5,1 ±0,1**	6,3 ±0,2	5,0 ±0,2***

Результаты определения рН химуса 12-перстной кишки кур-несушек в конце опыта 2 показали на зависимость этого показателя от использованной формы ввода лизина в комбикорма. Необходимо отметить, что показатели рН были достоверно более высокими у кур контрольных групп, получавших

комбикорма с добавками монохлоргидрата лизина. Особенно существенное различие по этому показателю было между 5 и 6 группами (6,3 против 5,0, $p < 0,001$). Что касается несущек опытных групп 2 и 4, то у них рН дуоденального содержимого был также ниже по сравнению с несущками соответствующих контрольных групп 1 и 3 ($p < 0,01$).

Содержание свободных аминокислот в плазме крови кур-несушек в конце опыта 2 представлено в табл. 37.

Таблица 37. Содержание свободных аминокислот (ммоль/л) в плазме крови кур-несушек (опыт 2, возраст 300 дней, $n=3$)

Аминокислота	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Лизин	610 ±10,31	700** ±9,91	650 ±7,44	730** ±10,05	620 ±11,32	760*** ±9,47
Гистидин	540 ±5,42	550 ±5,20	520 ±6,01	540 ±5,84	520 ±5,37	550 ±5,64
Аргинин	520 ±6,01	540 ±5,04	470 ±4,82	470 ±5,11	460 ±5,17	480 ±4,92
Аспарагиновая кислота	100 ±1,44	110 ±1,20	90 ±1,17	100 ±1,62	90 ±1,84	100 ±1,80
Треонин	320 ±3,57	340 ±3,80	300 ±4,01	320 ±2,94	280 ±3,42	300 ±3,44
Серин	100 ±1,04	120 ±1,02	100 ±1,10	100 ±1,07	90 ±1,12	100 ±0,94
Глутаминовая кислота	110 ±1,22	130 ±1,20	110 ±1,41	120 ±1,30	100 ±1,34	110 ±1,12
Глицин	80 ±0,97	90 ±1,10	70 ±1,08	80 ±1,09	70 ±1,13	70 ±1,08
Аланин	50 ±0,71	60 ±0,64	40 ±0,60	50 ±0,67	40 ±0,71	50 ±0,70
Валин	340 ±5,42	350 ±6,01	330 ±5,51	340 ±5,20	320 ±5,71	320 ±5,44
Метионин+цистин	110 ±1,22	120 ±1,07	100 ±1,21	100 ±1,19	90 ±1,22	100 ±1,31
Изолейцин	60 ±0,70	70 ±0,81	50 ±0,74	50 ±0,75	50 ±0,80	60 ±0,77
Лейцин	100 ±1,13	110 ±1,14	90 ±1,09	100 ±1,17	80 ±1,21	90 ±1,20
Тирозин	50 ±0,62	70 ±0,70	50 ±0,66	50 ±0,74	40 ±0,75	30 ±0,69
Фенилаланин	180 ±2,97	190 ±3,14	170 ±2,62	190 ±3,12	160 ±3,55	170 ±3,64
Сумма свободных аминокислот	3270	3550	3140	3340	3010	3290

Из данных табл. 37 видно, что при включении в комбикорма сульфата лизина содержание свободной формы этой аминокислоты в плазме крови в конце опыта у кур опытных групп статистически достоверно превышало на

12,31-22,58% этот показатель контрольных групп птицы ($p < 0,01-0,001$). Поряду других аминокислот (гистидин, аргинин, аспарагиновая кислота, треонин, серин, глутаминовая кислота, аланин, метионин+цистин, изолейцин, лейцин и фенилаланин) также отмечена тенденция к их повышению при включении в комбикорма лизина в форме сульфата и 25% подсолнечникового шрота. Уровень в плазме крови свободных глицина и валина в опытной группе при вводе в рацион 25% подсолнечникового шрота и сульфата лизина был на уровне птицы контрольной группы 5. При этом отмечено снижение уровня тирозина на 25%.

Содержание суммы свободных аминокислот в плазме крови при включении в комбикорма сульфата лизина повышалось на 6,37-9,80% в сравнении с контрольными группами кур-несушек, которым скармливали комбикорма с добавкой монохлоргидрата лизина.

Содержание макро- и микроэлементов в обезжиренной большеберцовой кости несушек представлено в табл. 38.

Таблица 38. Содержание золы макро- и микроэлементов в обезжиренной большеберцовой кости кур-несушек в опыте 2 (n=3)

Показатель	Группа					
	1к	2	3к	4	5к	6
Зола, %	54,20 ±0,54	55,90* ±0,60	54,04 ±0,52	55,83 ±0,57	54,31 ±0,60	56,70** ±0,49
Кальций, %	20,41 ±0,22	21,64** ±0,32	20,18 ±0,34	21,80** ±0,40	20,05 ±0,35	22,10*** ±0,34
Магний, %	0,320 ±0,01	0,327 ±0,01	0,310 ±0,03	0,314 ±0,01	0,305 ±0,01	0,308 ±0,02
Фосфор, %	10,20 ±0,12	10,84 ±0,14	10,15 ±0,13	10,42 ±0,12	10,07 ±0,11	10,27 ±0,15
Марганец, мг%	1,87 ±0,02	1,90 ±0,04	1,86 ±0,02	1,99 ±0,02	1,75 ±0,03	1,87* ±0,04
Цинк, мг%	25,14 ±0,22	26,10** ±0,30	24,72 ±0,27	25,80** ±0,21	24,20 ±0,23	24,90 ±0,19
Медь, мг%	0,26 ±0,04	0,26 ±0,02	0,24 ±0,03	0,27 ±0,03	0,25 ±0,04	0,26 ±0,05
Железо, мг%	18,24 ±0,15	18,40 ±0,17	18,22 ±0,16	19,32 ±0,12	18,17 ±0,17	19,49 ±0,15

Примечания: $P \leq 0,05$ *; $P \leq 0,01$ **; $P \leq 0,001$ ***

Анализ данных табл. 38 свидетельствует о том, что содержание золы, кальция и фосфора в большеберцовой кости было выше у кур, получавших комбикорма с добавкой сульфата лизина. Так, у несушек опытных групп 2, 4

и 6 уровень золы был выше на 1,70; 1,79 и 2,39%, кальция – на 1,23; 1,62 и 2,05%, фосфора – на 0,64; 0,27 и 0,80% по сравнению с контрольными группами 1, 3 и 5 соответственно.

По уровню магния в большеберцовой кости определенной закономерности нами не установлено; его уровень у несушек всех групп колебался в пределах 0,305-0,327%.

Что касается микроэлементов (марганца, цинка, меди и железа), то разные формы лизина оказали разное влияние на отложение этих микроэлементов в большеберцовой кости. Так, при использовании сульфатной формы лизина в опытных группах несушек уровень марганца в большеберцовой кости повышался на 1,60; 6,09 и 6,86% по сравнению с соответствующими контрольными группами, цинка – на 3,82; 4,69 и 2,92%, железа – на 0,88; 6,04 и 7,26%.

Таким образом, данные, полученные в опыте 2, свидетельствуют о том, что ввод сульфата лизина в комбикорма кур-несушек, содержащие 15, 20 и 25% подсолнечникового шрота, позволяет получить хорошую сохранность птицы, а также низкую конверсию корма. В опыте установлено улучшение у кур-несушек опытных групп зоотехнических показателей при включении в рацион сульфата лизина по сравнению с монохлоргидратом: яйценоскость повысилась на 0,62-4,58%, затраты корма на 1 кг яичной массы снизились на 0,78; 2,35 и 3,04% соответственно уровням подсолнечникового шрота 15, 20 и 25%.

Замена монохлоргидрата лизина на сульфат позволяет нормировать хлор в комбикормах кур при включении в их состав до 25% продуктов переработки подсолнечника, обеспечивая высокую переваримость и использование основных питательных веществ кормов, а также не ухудшая морфо-биохимические и вкусовые качества яиц, состояние печени и гематологические показатели кур-несушек при хорошей минерализации их костяка.

3.3. Сохранность витаминов в премиксах при использовании различных форм лизина

По мере углубления знаний в области кормления и физиологии сельскохозяйственных животных и развития промышленности микробиологического и химического синтеза различных кормовых препаратов рецепты премиксов совершенствуются, изменяется и расширяется набор используемых в них компонентов [107].

Данные различных компаний о содержании биологически активных веществ в комбикормах для птицы варьируют в широких пределах; для высокопродуктивной птицы и, в особенности, для родительских стад рекомендуются более высокие уровни ввода витаминов и микроэлементов.

Обеспечение высокой стабильности витаминов в премиксах напрямую связано с наличием в их составе солей микроэлементов и других биологически активных веществ. В обычные рецепты премиксов аминокислоты не вводят, но специалисты птицеводств, занимающихся собственным кормопроизводством, заказывают витаминно-минеральные премиксы с включением в их состав аминокислотных препаратов, в том числе и лизина.

В связи с вышеизложенным, для сравнения влияния монохлоргидрата и сульфата лизина на сохранность витаминов в премиксах был поставлен опыт, в ходе которого осуществлялось хранение витаминно-минеральных премиксов (0,5 и 1%), содержащих разные формы лизина. В контрольные варианты премиксов лизин не вводили. При этом проводили учет сохранности витаминов А, Е и В₂ в течение 3 месяцев, при ежемесячном определении указанных витаминов в образцах премиксов. Результаты опыта представлены в табл. 39-41 и на рис. 1-3.

Все витамины в процессе хранения премиксов подвергались разрушению. При этом в витаминно-минеральных премиксах сохранность витаминов А, Е и В₂ была ниже при включении в их состав препаратов лизина. В 0,5% премиксах сохранность изучаемых витаминов была ниже, чем в 1% премиксах. Так, через 3 месяца хранения сохранность витамина А, как в 0,5%, так и

в 1% премиксах, содержащих препараты лизина, была ниже, чем в контроле (без лизина), на 0,34-6,90%. При этом при использовании сульфата лизина сохранность витамина А через 3 месяца хранения была выше по сравнению с премиксами с добавкой монохлоргидрата лизина на 4,2 и 4,6% в 0,5% и 1% премиксах соответственно.

Таблица 39. Содержание витамина А в премиксах при хранении, по месяцам (n=3)

Вариант премикса	Содержание витамина А:						
	при закладке	тыс. МЕ/кг			% от заложенного		
		Месяцы хранения:					
		1	2	3	1	2	3
1 (0,5%)	1687,05	1655,67	1607,76	1539,26	98,14	95,30	91,24
2 (0,5%)	1680,03	1565,78	1513,71	1473,39	93,20	90,10	87,70
3 (0,5%)	1675,11	1604,76	1564,55	1539,61	95,80	93,40	91,90
4 (1%)	870,33	861,71	854,14	847,70	99,01	98,14	97,40
5 (1%)	860,12	840,34	806,79	778,41	97,70	93,80	90,50
6 (1%)	880,04	866,84	842,20	836,92	98,50	95,70	95,10

Таблица 40. Содержание витамина Е в премиксах при хранении, по месяцам (n=3)

Вариант премикса	Содержание витамина Е:						
	при закладке	тыс. МЕ/кг			% от заложенного		
		Месяцы хранения:					
		1	2	3	1	2	3
1 (0,5%)	2017,44	1986,57	1919,39	1842,53	98,47	95,14	91,33
2 (0,5%)	2010,37	1837,48	1734,75	1648,70	91,40	86,29	82,01
3 (0,5%)	2017,21	1944,59	1817,71	1769,29	96,40	90,11	87,71
4 (1%)	1020,04	1011,57	989,64	972,81	99,04	97,02	95,37
5 (1%)	1009,34	980,78	948,88	911,33	97,17	94,01	90,29
6 (1%)	1027,45	1016,35	988,10	952,14	98,92	96,17	92,67

Таблица 41. Содержание витамина В₂ в премиксах при хранении, по месяцам (n=3)

Вариант премикса	Содержание витамина В ₂ :						
	при закладке	мг/кг			% от заложенного		
		Месяцы хранения:					
		1	2	3	1	2	3
1 (0,5%)	410,31	406,49	402,60	398,16	99,07	98,12	97,04
2 (0,5%)	407,21	372,47	352,28	332,69	91,47	86,51	81,70
3 (0,5%)	412,24	392,12	378,31	360,67	95,12	91,77	87,49
4 (1%)	207,48	207,15	205,40	203,43	99,84	99,00	98,05
5 (1%)	205,37	200,11	195,12	187,24	97,44	95,01	91,17
6 (1%)	210,49	208,22	204,41	199,99	98,92	97,11	95,01

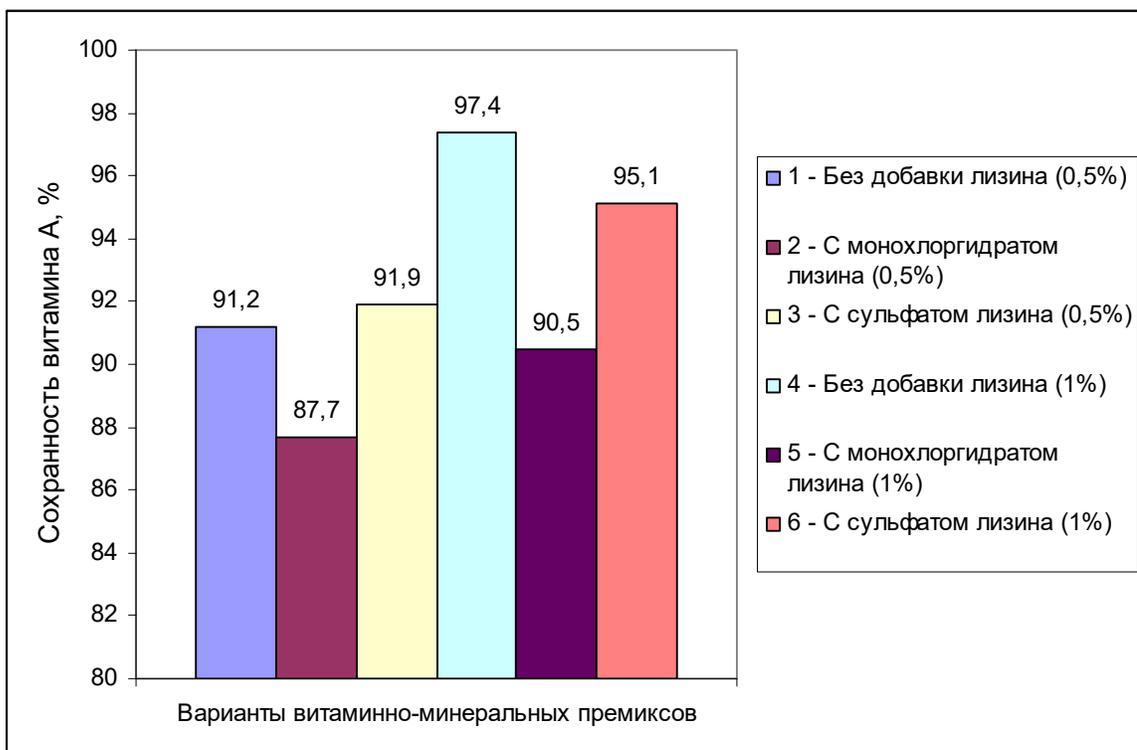


Рисунок 1. Содержание витамина А в витаминно-минеральных премиксах после 3 месяцев хранения, % от заложенного

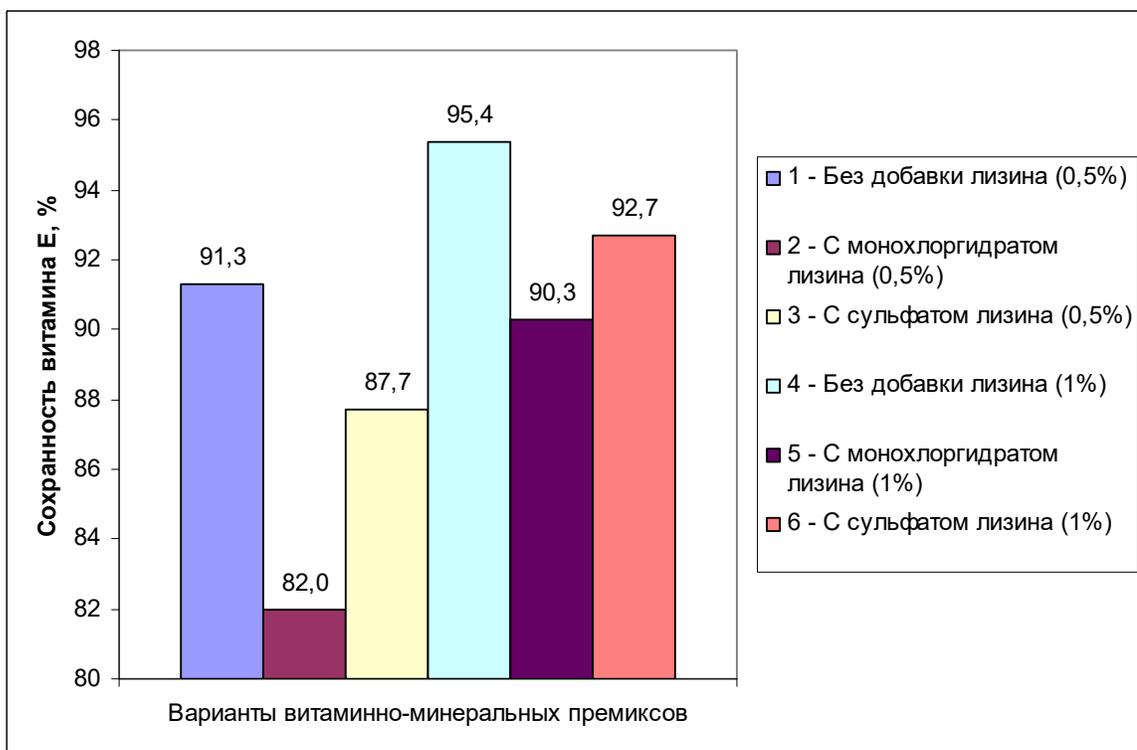


Рисунок 2. Содержание витамина Е в витаминно-минеральных премиксах после 3 месяцев хранения, % от заложенного

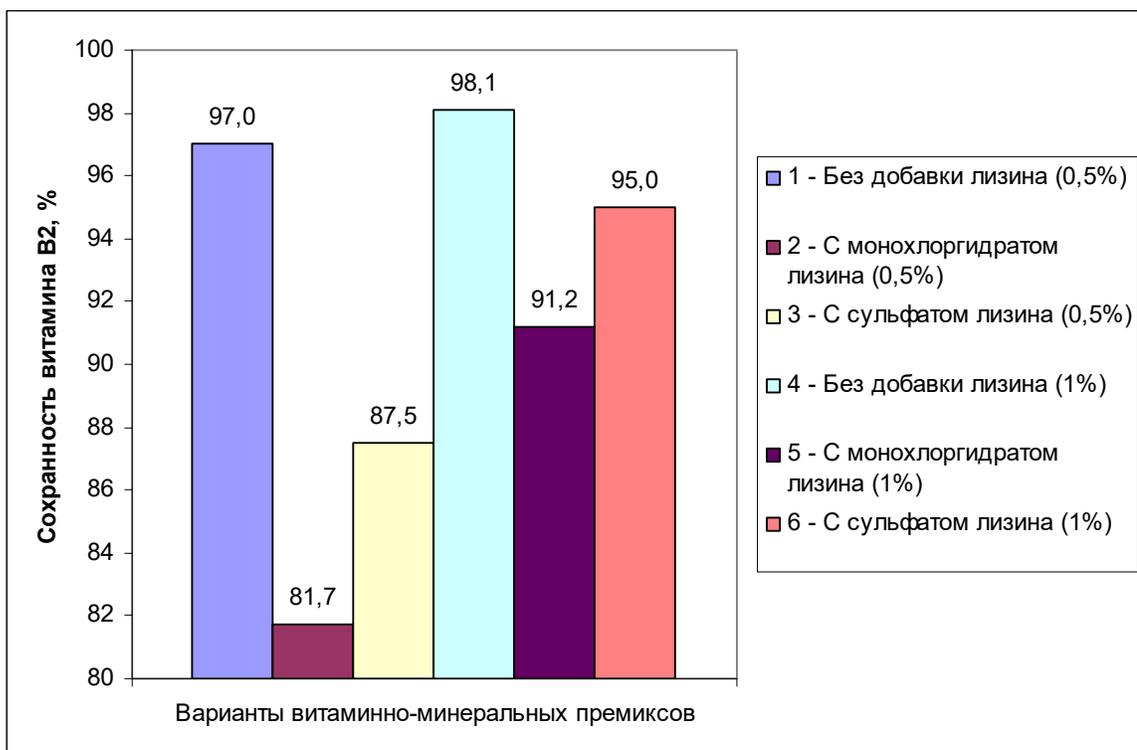


Рисунок 3. Содержание витамина B₂ в витаминно-минеральных премиксах после 3 месяцев хранения, % от заложенного

Сохранность витамина E в премиксах при включении в их состав препаратов лизина была также ниже по сравнению с аналогичными премиксами без добавок лизина. Через 3 месяца хранения активность витамина E в 0,5% премиксе, обогащенном монохлоргидратом лизина, снизилась на 17,99%, а при использовании сульфата лизина снижение активности было меньше и составило 12,99%. В 1% премиксе снижение активности витамина E во всех заложенных на хранение вариантах было меньше и составило 4,63; 9,41 и 7,33% соответственно вариантам премиксов 4, 5 и 6.

По витамину B₂ отмечен аналогичная закономерность. Так, падение его концентрации за 3 месяца хранения 0,5% премиксов составило 2,96% в премиксе без добавки лизина (вариант 1), 18,30% - в премиксе с добавкой монохлоргидрата лизина (вариант 2) и 12,51% - в премиксе с добавкой сульфата лизина (вариант 3). В 1% премиксах разрушение витамина B₂ было ниже и составило 1,95; 8,83 и 4,99% соответственно вариантам премиксов 4, 5 и 6.

Таким образом, при хранении витаминно-минеральных премиксов при включении в их состав препаратов лизина активность витаминов снижается. При этом сульфатная форма лизина менее агрессивна по отношению к витаминам А, Е и В₂ в сравнении с монохлоргидратом лизина.

3.4. Экономическая эффективность использования комбикормов для кур-несушек, обогащенных сульфатом лизина (производственная проверка)

В задачу производственной проверки входило испытание комбикормов для яичных кур-несушек промышленного стада с заменой в их составе монохлоргидрата лизина на сульфат лизина. Сбалансированность комбикормов базового и нового вариантов по другим основным питательным веществам была одинаковой и соответствовала нормам ВНИТИП. Условия содержания кур-несушек были одинаковыми для базового и нового вариантов и соответствовали общепринятым нормам содержания яичных кур. Основные результаты производственной проверки приведены в табл. 42.

Таблица 42. Результаты производственной проверки на курах-несушках

Показатель	Ед. изм.	Варианты	
		базовый	новый
1	2	3	4
Поголовье кур на начало опыта	гол.	150	150
Сохранность поголовья	%	99,33	100
Средняя живая масса кур в начале опыта	г	1539±6,10	1540±6,27
Яйценоскость на среднюю несушку	шт.	160,64	162,00
Интенсивность яйценоскости	%	88,75	89,50
Средняя масса яйца	г	62,45	63,44
Выход яичной массы от 1 несушки	кг	10,032	10,277
Валовое производство яиц	шт.	23935	24300
Потреблено корма на 1 несушку, всего	кг	20,690	20,562
Потреблено корма на 1 несушку в сутки	г	113,64	113,60
Затраты кормов на 10 шт. яиц	кг	1,278	1,269
Затраты кормов на 1 кг яичной массы	кг	2,050	2,001
Затраты кормов, всего	кг	3058,89	3066,66
Стоимость 1 т комбикорма	руб.	13780,00	13865,20
Стоимость израсходованного комбикорма	руб.	42151,50	42519,85
Цена реализации 10 шт. яиц	руб.	41,00	41,00
Выручка от реализации всех яиц	руб.	98133,50	99630,00
Производственные затраты, всего	руб.	47660,70	48029,05
в т.ч.: стоимость кормов	руб.	4151,50	42519,85

<i>Продолжение таблицы 42</i>			
1	2	3	4
зарплата	руб.	373,80	737,80
накладные расходы	руб.	1081,10	1080,10
прочие прямые затраты	руб.	3691,30	3691,30
Себестоимость 1000 шт. яиц	руб.	1991,26	1976,50
Экономический эффект на 1000 шт. яиц	руб.	-	358,67
Экономический эффект на 1000 гол. несушек	руб.	-	2391,13

Из табл. 42 видно, что себестоимость 1000 шт. яиц, складывающаяся из стоимости кормов, зарплаты, а также прочих прямых затрат и накладных расходов, была ниже на 14,76 руб. по сравнению с базовым вариантом. Яйца кур базового и нового вариантов были реализованы по одной цене (41,00 руб. за 10 шт.).

Расчет экономической эффективности использования сульфата лизина в комбикормах для кур-несушек в новом варианте в расчете на 1000 шт. яиц производили по формуле:

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

где $C_{\text{б}}$ и $C_{\text{н}}$ – себестоимость 1000 яиц в базовом и новом вариантах соответственно (руб.), $A_{\text{н}}$ – количество продукции, произведенное в новом варианте (тыс. шт. яиц).

$$\mathcal{E} = (1991,26 - 1976,50) \times 24,300 = 358,67 \text{ (руб.)}$$

В расчете на 1000 гол. кур-несушек экономический эффект составил 2391,13 руб.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности использования сульфата лизина в комбикормах для кур-несушек.

Таким образом, результаты производственной проверки подтвердили зоотехнические данные, полученные в опытах, и показали экономическую эффективность использования сульфата лизина в комбикормах для яичных кур-несушек промышленного стада.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Лучшие зоотехнические показатели были получены на курах-несушках, получавших комбикорма, сбалансированные по лизину за счет применения его сульфатной формы. При использовании комбикормов, содержащих 5, 10 и 15% соевого шрота, яйценоскость кур опытных групп за 6 месяцев продуктивного периода составила 162,4; 164,16 и 165,53 шт. против 161,1; 163,53 и 162,06 шт. в контрольных группах, при высоком выходе яичной массы на несушку – 10,08; 10,50 и 10,43 кг против 10,03; 10,41 и 10,10 кг в контроле, что выше на 0,40-2,14 и 0,50-3,17% соответственно этим показателям. Самые низкие затраты корма на 10 яиц и на 1 кг яичной массы были у кур, получавших комбикорм с 15% соевого шрота, обогащенный сульфатом лизина, и составили 1,270 и 2,011 кг соответственно, что ниже на 2,1 и 3,5% по сравнению с птицей контрольной группы.

2. Применение комбикормов с включением в их состав 15, 20 и 25% подсолнечникового шрота с добавкой сульфата лизина обеспечило повышение яйценоскости кур опытных групп в сравнении с контрольными на 0,62-4,58% и снижение затрат кормов на 10 яиц и на 1 кг яичной массы на 0,78-3,03 и 0,78-3,04% соответственно этим показателям.

3. Включение сульфата лизина в комбикорма, содержащие разные уровни соевого и подсолнечникового шротов, повышало переваримость протеина, использование азота корма и основных лимитирующих аминокислот. Доступность лизина из комбикормов при этом повышалась на 0,6-2,8%, а морфо-биохимические и органолептические показатели яиц существенно не изменялись.

4. Содержание свободного лизина в плазме крови кур-несушек находилось в зависимости от его источника. Применение сульфата лизина в комбикормах с разными уровнями соевого шрота увеличивало содержание этой аминокислоты в свободном виде в плазме крови на 1,4-5,8%, а при использовании раз-

ных дозировок подсолнечникового шрота – на 3,1-6,5%. При этом содержание суммы свободных аминокислот в плазме крови также повышалось на 2,09-3,96 и 4,46-6,61% соответственно. Гематологические показатели у кур-несушек находились в пределах физиологической нормы без значительных различий между опытными и контрольными группами.

5. Добавка сульфата лизина в комбикорма с разными уровнями соевого шрота способствовала повышению отложения макро- и микроэлементов в большеберцовых костях яичных кур: золы – на 1,62-4,04%, кальция – на 1,10-1,90%, фосфора – на 0,74-0,84%, марганца – на 5,43-14,71%, цинка – на 3,67-11,65%; при разных дозировках подсолнечникового шрота увеличение составило 1,70-2,39; 1,23-2,05; 0,27-0,80; 1,60-6,99; 2,92-4,69% соответственно этим показателям.

6. Сохранность витаминов А, Е и В₂ как в 0,5%, так и в 1% витаминно-минеральных премиксах, содержащих сульфатную форму лизина, через 3 месяца хранения была выше на 4,2 и 4,6% по витамину А, 5,00 и 2,38% по витамину Е и 5,79 и 3,84% по витамину В₂ соответственно этим вариантам премиксов.

7. Замена монохлоргидрата лизина на сульфатную форму позволяет нормировать хлор в комбикормах яичных кур при включении в их состав до 25% продуктов переработки подсолнечника, обеспечивая высокую переваримость и использование основных питательных веществ кормов, не ухудшая морфо-биохимические и вкусовые качества яиц, состояние печени, гематологические показатели крови при хорошей минерализации костяка кур-несушек.

8. Использование сульфата лизина в комбикормах для кур-несушек взамен монохлоргидрата обеспечивает получение экономического эффекта в расчете на 1000 голов кур 2391,13 руб., или 358,67 руб. в расчете на 1000 шт. яиц.

5. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для снижения себестоимости продукции, увеличения яйценоскости кур, улучшения конверсии корма рекомендуется для промышленных кур-несушек восполнять дефицит лизина в комбикормах различной структуры за счет использования его сульфатной формы.

Перспективы дальнейшей разработки темы: результаты проведенных исследований создают предпосылки для дальнейшего изучения эффективности использования лизина в форме сульфата в комбикормах для других видов сельскохозяйственной птицы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аминокислоты в кормлении животных / Сб. обзоров и отчетов. – Degussa, 2008. – 566 с.
2. Андрианова, Е.Н. Научное обоснование повышения эффективности использования кормов при производстве яиц и мяса птицы / Андрианова Елена Николаевна. – Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.08. – Сергиев Посад, 2013. – 43 с.
3. Андрианова, Е.Н. Оптимизация уровня синтетического лизина в комбикормах для бройлеров / Е.Н. Андрианова, И.А. Егоров, Е.Н. Григорьева [и др.] // Птицеводство. – 2018. – №1. – С. 20–23.
4. Андрианова, Е.Н. Применение карбоната калия при выращивании кур-несушек / Е.Н. Андрианова, И.А. Егоров, Е.Н. Григорьева [и др.] // Птицеводство. – 2018. – №7. – С. 23–26.
5. Андрианова, Е.Н. Карбонат калия гранулированный в кормлении цыплят-бройлеров / Е.Н. Андрианова, И.А. Егоров, Е.Н. Григорьева [и др.] // Птица и птицепродукты. – 2019. – №1. – С. 33–35.
6. Андрианова, Е.Н. Нетрадиционные корма в кормлении яичных кур родительского стада / Е.Н. Андрианова, И.А. Егоров, Е.Н. Григорьева, Т.А. Мелехина // Птицеводство. – 2020. – №9. – С. 25–29.
7. Архипов, А.В. Протеиновое и аминокислотное питание птицы / А.В. Архипов, Л.В. Топорова. – М.: Колос, 1984. – 175 с.
8. Баженова, О.В. Использование кормовых форм лизина при выращивании цыплят-бройлеров / О.В. Баженова // Всерос. конф. мол. уч. и асп. по птицеводству: Тез. докл. – Сергиев Посад, 1993. – С. 29–31.
9. Балановский, А. L-лизин сульфат российского производства / А. Балановский // Комбикорма. – 2016. – №10. – С. 77–79.
10. Басова, Е.А. Влияние обменной энергии и аминокислот в комбикормах на продуктивность бройлеров / Е.А. Басова, А.Б. Мальцев, О.А. Ядрищенская, Г.Х. Баранова // Птица и птицепродукты. – 2018. – №2. – С. 28–30.

11. Басова, Е.А. Увеличение незаменимых аминокислот в рационе перепелов / Е.А. Басова, О.А. Ядрищенская, С.А. Шпынова, Т.В. Селина // Мат. XX Междунар. конф. ВНАП. – Сергиев Посад, 2020. – С. 161–164.
12. Бекер, В.Ф. Лизин микробного синтеза / В.Ф. Бекер, М.Е. Бекер. – Рига: Зинатне, 1974. – 125 с.
13. Бобылева, Г.А. Мы пережили много реформ, но выжили и добиваемся значительных успехов / Г.А. Бобылева // Птицепром. – 2018. – №1. – С. 12–13.
14. Бобылева, Г.А. Российское птицеводство: проблемы и перспективы развития в 2020 г. / Г.А. Бобылева // Птица и птицепродукты. – 2020. – №4. – С. 9–14.
15. Бобылева, Г.А. Российское птицеводство: вызовы 2020 года, проблемы и перспективы 2021 года / Г.А. Бобылева // Птицеводство. – 2021. – №2. – С. 4–9.
16. Бойко, С.А. Эффективность применения сульфата лизина в комбикормах для цыплят-бройлеров / С.А. Бойко // Farm Animals. – 2013. – №3–4. – С. 106–108.
17. Брылина, М.А. Креамино и аргинин: взаимозаменяемость, роли в организме и влияние на продуктивность птицы / М.А. Брылина // Птицеводство. – 2021. – №2. – С. 35-38.
18. Вишняков, С.И. Аминокислоты: их обмен и использование в питании сельскохозяйственных животных / С.И. Вишняков. – М.: РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – 285 с.
19. Григорьев, Н.Г. Аминокислотное питание птицы / Н.Г. Григорьев. – М.: Колос, 1972. – 143 с.
20. Григорьев, Н.Г. Эффективность использования энергии корма у мясных цыплят при различном уровне лизина в рационе / Н.Г. Григорьев, Л.В. Орлов, Б.Д. Кальницкий. // Микробиологический синтез лизина. – Рига: Зинатне, 1974. – С. 58–60.

21. Гущева–Митропольская, А. Биоэффективность синтетических источников метионина / А. Гущева–Митропольская // Комбикорма. – 2012. – №5. – С. 75–77.
22. Дорн, В. Синтетические аминокислоты в кормлении птицы / В. Дорн // Птицеводство – 1995. – №2. – С. 33–34.
23. Доморощенко, М.Л. Жмыхи и шроты масличных как важнейший источник кормового белка / М.Л. Доморощенко // Кормопроизводство. – 2012. – №3. – С. 38–39.
24. Егоров, И. Эффективность кормового метионина / И. Егоров, В. Якунин, Р. Муртазаева // Комбикормовая промышленность. – 1994. – №6. – С. 32–34.
25. Егоров, И. Бетаин вместо холина и метионина / И. Егоров, А. Гилевич // Птицеводство. – 1994. – №4. – С. 27–29.
26. Егоров, И.А. Препараты лизина отечественного производства в рационах цыплят–бройлеров и кур–несушек / И.А. Егоров, К.В. Харламов // Проблемы кормления с.–х. птицы в современных условиях развития животноводства: Мат. науч.–практ. конф., 9–10 января 2003 г. – Дубровицы, 2003. – С. 90–92.
27. Егоров, И. Сульфат натрия в рационах цыплят–бройлеров / И. Егоров // Комбикорма. – 2004. – №7. – С. 50–51.
28. Егоров, И. Использование комбикормов с белым люпином, обогащенных ферментами, в кормлении кур–несушек / И. Егоров, Е. Андрианова, Л. Присяжная, А. Штеле // Птицеводство. – 2009. – №9. – С. 25–27.
29. Егоров, И.А. Белый люпин и другие зернобобовые в кормлении в кормлении птицы / И.А. Егоров, Е.Н. Андрианова, А.С. Цыгуткин, А.Л. Штеле // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №9. – С. 36–38.
30. Егоров, И.А. Научные разработки в области кормления птицы / И.А. Егоров // Птица и птицепродукты. – 2013. – №5. – С. 8–12.
31. Егоров, И.А. Растительный препарат для оптимизации уровня синтетического метионина в комбикормах цыплят–бройлеров / И.А. Егоров, Е.Н.

Андрианова, М.М. Демченко, О.А. Конорев // Птица и птицепродукты. – 2015. – №2. – С. 29–32.

32. Егоров, И.А. Сульфатная форма лизина в комбикормах для цыплят–бройлеров и кур–несушек / И.А. Егоров, Т.В. Егорова, А.Б. Гуцева–Митропольская, С.А. Бойко // Птицеводство. – 2017. – №5. – С. 10–16.

33. Егоров, И.А. Оптимизация уровня ввода синтетического лизина в комбикорма для цыплят–бройлеров // И.А. Егоров, Е.Н. Андрианова, А.Н. Шевяков, Е.Н. Григорьева // Мат. XIX Междунар. конф. ВНАП «Мировые и российские тренды развития птицеводства: реалии и вызовы будущего». – Сергиев Посад, 2018. – С. 155–157.

34. Егоров, И.А. Сухая послеспиртовая барда и белковый корм, полученный на ее основе, в рационе цыплят–бройлеров / И.А. Егоров, Т.В. Егорова, Л.И. Криворучко, И.Н. Никонов // Мат. Междунар. науч.–практ. конф. «Приоритетные и инновационные технологии в животноводстве – основа модернизации АПК России». – Ставрополь: Агрус, 2019. – С. 166–171.

35. Егоров, И.А. Физиологические и микробиологические особенности пищеварения кур мясных пород в эмбриональный и постэмбриональный периоды для создания новых технологий кормления, обеспечивающих максимально полную реализацию генетического потенциала птицы / И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова, В.А. Манукян [и др.]. – Сергиев Посад: Лика, 2019. – 196 с.

36. Егоров, И.А. Использование гранулированного калия карбоната в кормлении сельскохозяйственных животных / И.А. Егоров, О.Б. Филиппов, А.Н. Бетин [и др.]. – Тамбов, 2019. – 78 с.

37. Егоров, И. Рыбная мука в комбикормах для птицы / И. Егоров, А. Шевяков, Т. Егорова, Ю. Кожаринова, Ю.Е. Клейнерман // Комбикорма. – 2020. – №1. – С. 89–91.

38. Егоров, И.А. Применение рыбной муки в комбикормах для птицы / И.А. Егоров, А.Н. Шевяков, Т.В. Егорова, Ю.С. Кожаринова, Ю. Клейнерман // Птицеводство. – 2020. – №1. – С. 17–21.

39. Егоров, И.А. Использование белого люпина в комбикормах для мясных кур исходных линий и цыплят–бройлеров селекции СГЦ «Смена» / И.А. Егоров, В.Г. Вертипрахов, Т.Н. Ленкова, В.А. Манукян, Т.А. Егорова // Птицеводство. – 2020. – №7. – С. 11–17.
40. Егоров, И.А. Экспрессия генов, состав микробиома кишечника и биохимические показатели крови при использовании белого люпина в комбикормах для бройлеров / И.А. Егоров, В.Г. Вертипрахов, Т.Н. Ленкова, В.А. Манукян, В.И. Смоленский, О.В. Мясникова // Птицеводство. – 2020. – №12. – С. 15–20.
41. Езерская, А.В. Влияние различных уровней лизина и метионина в рационах на продуктивность бройлеров / А.В. Езерская // Научные основы производства бройлеров: Сб. науч. тр. ВНИТИП. – Сергиев Посад, 1994. – С. 139–148.
42. Ефимов, Д.Н. ВНИТИП – 90 лет: ученые и исторические аспекты научных исследований отраслевого института / Д.Н. Ефимов, В.И. Фисинин // Мат. XX Междунар. конф. ВНАП «Мировое и российское птицеводство: состояние, динамика развития, инновационные перспективы». – Сергиев Посад, 2020. – С. 5–56.
43. Иванов, А. Лизин и метионин в растительных рационах кур–несушек / А. Иванов // Комбикормовая промышленность. – 1998. – №2. – С. 37–38.
44. Использование лизина в комбикормах для птицы: метод. рекомендации / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Н.Я. Чеснокова [и др.]. – Под. общ. ред. В.И. Фисинина и И.А. Егорова. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 1993. – 17 с.
45. Использование метионина в комбикормах сельскохозяйственной птицы: метод. рекомендации / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Н.Я. Чеснокова [и др.]. – Под. общ. ред. В.И. Фисинина и И.А. Егорова. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 1994. – 36 с.
46. Карапетян, А.К. Аминокислотный состав концентрированных кормов / А.К. Карапетян // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки:

Мат. Междунар. науч.–практ. конф. мол. ученых и специалистов. – Троицк, 2016. – С. 170–173.

47. Кожарова, Л. Зарубежные стажировки становятся практикой / Л. Кожарова // Комбикорма. – 2000. – №1. – С. 19–22.

48. Кормление сельскохозяйственной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.М. Околелова, Ш.А. Имангулов. – Под общ. ред. В.И. Фисинина. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2000. – 375 с.

49. Кормление сельскохозяйственной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, И.Ф. Драганов. – М.: Гэотар–Медиа, 2011. – 344 с.

50. Коробко, В.Н. Оптимизация параметров модели идеальной нормы протеина для цыплят–бройлеров / В.Н. Коробко // Эффективне птахівництво та тваринництво. – 2003. – №2. – С. 6–8.

51. Котова, Г.А. Синтетические аминокислоты для кормовых целей / Г.А. Котова, М.В. Волкова // Сельское хозяйство за рубежом. – 1983. – №1. – С. 37.

52. Котова, Г.А. Успехи в области производства и применения аминокислот / Г.А. Котова, М.В. Волкова. – Обзорн. информ. Сер V. Получение и применение ферментов, витаминов, аминокислот, премиксов. – М.: ОНТИТЭИ Микробиопром. – 1983. – Вып. 3. – С. 48.

53. Кун, К. Идеальное аминокислотное соотношение в рационах бройлеров / К. Кун // Комбикорма. – 2011. – №64 – С. 65–70.

54. Лаврентьев, А. L–лизина монохлоргидрат в рационах кур–несушек / А. Лаврентьев, А. Терентьев, Т. Егорова, Е. Немцова // Комбикорма. – 2012. – №2. – С. 51–52.

55. Ларченко, А.Т. Кормовой концентрат лизина. Технологии. Особенности. Перспективы / А.Т. Ларченко // Докл. Всерос. семинара по проблемам применения кормовых добавок в кормлении с.–х. животных и птицы. – Шебекино, Белгородская обл. – 2001. – С. 5–7.

56. Лемешева, М.М. Биологическое обоснование нормирования протеина и аминокислот для индеек / М.М. Лемешева. // Конф. по птицеводству: Тез. докл. – СПб – Ломоносов, 1993. – С. 156–157.
57. Ленинджер, А. Основы биохимии / А. Ленинджер. – В 3-х томах; пер. с англ. – М.: Мир, 1985.
58. Ленкова, Т.Н. Сравнительный анализ питательной ценности семян люпина и соевого шрота / Т.Н. Ленкова, В.К. Зевакова // Птица и птицепродукты. – 2012. – №3. – С. 24–26.
59. Ленкова, Т.Н. Новый корм из подсолнечника / Т.Н. Ленкова, Т.А. Егорова, Л.М. Кашпоров, И.Г. Сысоева // Птица и птицепродукты. – 2020. – №2. – С. 35–38.
60. Лепихина, В. Валин в современных комбикормах / В. Лепихина, М. Ватрушев // Комбикорма. – 2014. – №1. – С. 72–73.
61. Лизин в кормах для птицы и свиней. – АДМ: Биохимические продукты. – М., 2006. – 24 с.
62. Липрот и его применение в животноводстве // ОАО «Трипольский биохимический завод», 1998. – 10 с.
63. Лунков, С.В. Зоотехническая оценка применения шрота рыжикового в кормлении цыплят-бройлеров / С.В. Лунков, Н.Н. Кердяшов // Нива Поволжья. – 2013. – №4 (29). – С. 77–83.
64. Манукян, В.А. Электролиты в кормах для птицы (обзор) / В.А. Манукян, Е.Ю. Байковская, О.Б. Миронова // Птица и птицепродукты. – 2015. – №4. – С. 51–53.
65. Манукян, В. Различные источники натрия в комбикормах для кур яичных пород / В. Манукян, Е. Байковская, М. Демченко, Л. Кривопишина, А. Силаева // Комбикорма. – 2018. – №11. – С. 50–52.
66. Манукян, В.А. Влияние баланса электролитов на продуктивность и морфологические показатели яиц кур / В.А. Манукян, Е.Ю. Байковская, А.В. Силаева // Птицеводство. – 2020. – №7–8. – С. 18–21.

67. Методика проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы / И.П. Салеева, В.П. Лысенко, В.Г. Шоль [и др.]. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2015. – 103 с.
68. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. Молекулярно–генетические методы определения микрофлоры кишечника / И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.Н. Ленкова [и др.]. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2013. – 51 с.
69. Методическое руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы / И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.М. Околелова [и др.]. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2015. – 200 с.
70. Молоскин, С. Метионин в рационе птицы / С. Молоскин // Животноводство России. – 1999. – №3. – С. 34–36.
71. Молоскин, С. Сульфат натрия – оптимальный источник натрия и серы / С. Молоскин // Главный зоотехник. – 2006. – №6. – С. 20.
72. Молоскин, С. На рынке России – новые метионинсодержащие продукты / С. Молоскин // Животноводство России. – 2012. – №6. – С. 93–93.
73. Наставления по использованию нетрадиционных кормов в рационах птицы / И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова, В.А. Манукян [и др.]. – 2–е изд., перераб. и дополн.; под общ. ред. В.И. Фисинина. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2016. – 59 с.
74. Наставления по оптимальному балансу электролитов в комбикормах для цыплят–бройлеров и кур–несушек / В.А. Манукян, Е.Ю. Байковская, И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова, А.Н. Шевяков, Л.В. Кривопишина. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2020. – 39 с.
75. Научные основы кормления сельскохозяйственной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.М. Околелова, Ш.А. Имангулов. – 2–е изд., перераб. и дополн.; под общ. ред. В.И. Фисинина. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2011. – 352 с.

76. Недопекина, С.В. Адаптационные реакции организма бройлеров на L-лизин сульфат в рационе / С.В. Недопекина, С.Д. Чернявских, Ю.П. Рыжов [и др.] // Птицеводство. – 2018. – №4. – С. 24–27.
77. Недопекина, С.В. Изменения в крови цыплят при введении в рацион новой кормовой добавки / С.В. Недопекина, С.Д. Чернявских, И.Н. Гальцева [и др.] // Птицеводство. – 2018. – №10. – С. 26–28.
78. Николаев, С.И. Сравнительный аминокислотный состав кормов / С.И. Николаев, А.К. Карапетян, Е.В. Корнилова // Изв. Нижневолжского агроунив. комплекса: наука и высш. проф. образование. – 2014. – №3. – С. 126–130.
79. Николаев, С.И. Сравнительный анализ аминокислотного состава кормов / С.И. Николаев, А.К. Карапетян, Е.В. Корнилова, М.В. Струк // Политематический сетевой электронный журнал КубГАУ. – 2015. – №107. – С. 1703–1714.
80. Николаев, С.И. Повышение яичной продуктивности птицы за счет введения в комбикорма нетрадиционных добавок / С.И. Николаев, М.В. Струк, Л.В. Андреев, О.Е. Карнаухова // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2019. – №1. – С. 81–83.
81. Николаев, С.И. Аминокислотный состав белков и качество мяса цыплят-бройлеров при использовании премиксов на основе концентрата «Горлинка» / С.И. Николаев, А.К. Карапетян, И.Ю. Даниленко, В.Н. Рудников // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2019. – №1. – С. 87–91.
82. Нормирование доступных аминокислот в комбикормах для цыплят-бройлеров: метод. рекомендации. – Под общ. ред. В.И. Фисинина и Ш.А. Имангулова. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 1999. – 27 с.
83. Нормирование кормления сельскохозяйственной птицы по доступным аминокислотам / В.И. Фисинин, Ш.А. Имангулов, И.А. Егоров [и др.]. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2000. – 48 с.
84. Нормирование кормления сельскохозяйственной птицы по доступным (усвояемым) незаменимым аминокислотам / В.И. Фисинин, Ш.А. Имангулов, И.А. Егоров [и др.]. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2006. – 80 с.

85. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А. Овчинников. – М.: Просвещение, 1987. – 815 с.
86. Околелова, Т. Различные источники натрия в комбикормах цыплят–бройлеров / Т. Околелова, А. Ларионов // Комбикорма. – 2011. – №8. – С. 77–78.
87. Околелова, Т. Источники натрия в комбикормах для цыплят при тепловом стрессе / Т. Околелова, А. Ларионов // Птицеводство. – 2012. – №1. – С. 13–15.
88. Околелова, Т.М. Актуальные вопросы кормления сельскохозяйственной птицы / Т.М. Околелова, Т.М. Салимов. – Душанбе: Суфра, 2020. – 272 с.
89. Околелова, Т.М. Птицеводство: актуальные вопросы и ответы / Т.М. Околелова, С.В. Енгашев, И.А. Егоров. – М.: РИОР, 2020. – 267 с.
90. Околелова, Т.М. Научные основы кормления и содержания сельскохозяйственной птицы / Т.М. Околелова, С.В. Енгашев. – М.: РИОР, 2021. – 439 с.
91. Оценка качества кормов, органов, тканей, яиц и мяса птицы / В.И. Фисинин, А.Н. Тищенко, И.А. Егоров [и др.]. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2010. – 120 с.
92. Паньков, П.Н. Кормовой лизин Шебекинского БХЗ в комбикормах для кур–несушек / П.Н. Паньков, К.В. Харламов, Б.Л. Розанов, Т.В. Егорова // Науч.–практ. опыт в птицеводстве: экспресс–информ. – Сергиев Посад, ВНИТИП. – 2000. – №1. – С. 21–23.
93. Папазян, Т.Т. Куриное яйцо: вопросы качества, законодательства и продаж. Часть 1 /Т.Т. Папазян, В.И. Фисинин // Птица и птицепродукты. – 2018а. – №2. – С. 52–54.
94. Папазян, Т.Т. Куриное яйцо: вопросы качества, законодательства и продаж. Часть 2 /Т.Т. Папазян, В.И. Фисинин // Птица и птицепродукты. – 2018б. – №3. – С. 61–65.

95. Папазян, Т.Т. Куриное яйцо: вопросы качества, законодательства и продаж. Часть 3 /Т.Т. Папазян, В.И. Фисинин // Птица и птицепродукты. – 2018в. – №4. – С. 68–71.
96. Панин И., Эффективность применения Липрота / И. Панин, Н. Чернышев // Комбикорма. – 2004. – №4. – С. 45–46.
97. Парсонс, К. Лизин в рационах сельскохозяйственной птицы и свиней / К. Парсонс. – АДМ, 1998. – 23 с.
98. Подобед, Л.И. Липрот СГ–9 / Л.И. Подобед, А.М. Янковский, Ю.И. Бондарь. – Киев, 2005. – 56 с.
99. Подобед, Л.И. Протеиновое и аминокислотное питание сельскохозяйственной птицы: структура, источники, оптимизация / Л.И. Подобед [и др.]. – Одесса: Печатный двор, 2006. – 278 с.
100. Подобед, Л.И. Давайте разберемся с балансом электролитов (ДЕВ) у птицы / Л.И. Подобед // РацВетИнформ. – 2014. – №8. – С. 22–23.
101. Подобед, Л.И. Аминокислоты в питании сельскохозяйственных животных и птицы / Л.И. Подобед. – Одесса: Акватория, 2017. – 280 с.
102. Подобед, Л.И. Оптимизация пищеварения и протеиновое питание сельскохозяйственной птицы / Л.И. Подобед, Г.Ю. Лаптев, Е.А. Капитонова [и др.]. – СПб.: РайтПринт Юг, 2017. – 348 с.
103. Получение лизина на основе продуктов глубокой переработки зерна: лаб. регламент ЛР–00479942–1–2011. – М.: ФГИУ ГосНИИгенетика, 2011. – 35 с.
104. Пономаренко, Ю. Рапс и продукты его переработки / Ю. Пономаренко // Животноводство России. – 2009. – №9. – С. 59–61.
105. Пономаренко, Ю.А. Безопасность кормов, кормовых добавок и продуктов питания / Ю.А. Пономаренко, В.И. Фисинин, И.А. Егоров. – Минск: Экоперспектива, 2012. – 864 с.
106. Пономаренко, Ю.А. Корма, биологически активные вещества, безопасность / Ю.А. Пономаренко, В.И. Фисинин, И.А. Егоров. – Минск: Белстан, 2014. – 872 с.

107. Пономаренко, Ю.А. Комбикорма, корма, кормовые добавки, биологически активные вещества, рационы, качество, безопасность / Ю.А. Пономаренко, В.И. Фисинин, И.А. Егоров. – Минск: Белстан, 2020. – 764с.
108. Попков, Н.А. Корма и биологически активные вещества / Н.А. Попков, В.И. Фисинин, И.А. Егоров. – Минск: Беларуская наука, 2005. – 882 с.
109. Потребность птицы в питательных веществах. – Пер с англ. И.В. Щенниковой и О.В. Лищенко. – М.: Колос, 2000. – 47 с.
110. Промышленное птицеводство / В.И. Фисинин, Я.С. Ройтер, А.В. Егорова [и др.]. – 6-е изд., перераб. и дополн.; под общ. ред. В.И. Фисинина. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2016. – 534 с.
111. Рекомендации по кормлению сельскохозяйственной птицы / Ш.А. Имангулов, И.А. Егоров, Т.М. Околелова [и др.]. – 4-е изд., дораб. и дополн.; под общ. ред. В.И. Фисинина. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2009. – 143 с.
112. Рекомендации по нормированию кормления сельскохозяйственной птицы / В.И. Ермакова, И.А. Егоров, Т.М. Околелова [и др.]. – Под общ. ред. В.И. Фисинина, В.И. Ермаковой, И.А. Егорова, Т.М. Околеловой. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 1992. – 65 с.
113. Рекомендации по нормированию кормления сельскохозяйственной птицы / В.И. Ермакова, И.А. Егоров, Т.М. Околелова [и др.]. – Под общ. ред. В.И. Фисинина, В.И. Ермаковой, И.А. Егорова, Т.М. Околеловой. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2000. – 67 с.
114. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы / И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.М. Околелова [и др.]. – Под общ. ред. В.И. Фисинина и И.А. Егорова. – М.: Лица, 2018. – 226 с.
115. Руководство по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова [и др.]. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2010. – 97 с.
116. Руководство по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова [и др.]. – 2-е изд., дораб. и дополн. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2014. – 155 с.

117. Руководство по работе с птицей мясного кросса «Смена 9» с аутосексной материнской родительской формой / Д.Н. Ефимов, А.В. Егорова, Ж.В. Емануйлова [и др.]. – Под общ. ред. В.И. Фисинина. – Сергиев Посад, 2021. – 95 с.
118. Русанова, Г.Е. Новое в производстве и переработке яиц за рубежом / Г.Е. Русанова, В.В. Гущин, Е.И. Мартынова // Птица и птицепродукты. – 2018. – №2. – С. 43–45.
119. Рядчиков, В.Г. Обмен веществ у моногастричных животных при балансе и имбалансе аминокислот и пути повышения биологической ценности белка злаков / Рядчиков Виктор Георгиевич. – Дис. ... д-ра биол. наук. – Краснодар, 1981. – 269 с.
120. Рядчиков, В. Подсолнечный шрот – белковая основа рациона / В. Рядчиков, М. Скаун, В. Мхитарян, Н. Павлов, Е. Ромазев // Птицеводство. – 2004. – №10. – С. 5–7.
121. Рядчиков, В.Г. Производство и рациональное использование белка (от Т. Осборна до наших дней) / В.Г. Рядчиков // Аминокислотное питание животных и проблема белковых ресурсов. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – С. 17–69.
122. Рядчиков, В.Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: уч.–практ. пособие. / В.Г. Рядчиков. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 94 с.
123. Рядчиков, В.Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: уч. пособие / В.Г. Рядчиков. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 616 с.
124. Саломе, А. Влияние метионина и лизина на рост бройлеров и качество тушек / А. Саломе // Птицеводство. – 1992. – №10. – С. 30–31.
125. Саргсян, К.М. Влияние различных параметров процесса культивирования на биосинтез лизина / К.М. Саргсян. – М.: МГУИЭ, 2010. – С. 19–20.
126. Середа, Т.И. О зависимости аминокислотного става и биологической ценности протеинов яйца от содержания свободных аминокислот в крови у

- кур кросса Ломанн белый / Т.И. Середя, М.А. Дерхо // Сельскохозяйственная биология. – 2012. – №4. – С. 34–43.
127. Сиротин, А.А. Процесс биосинтеза лизина *Corynebacterium* В–11167 на основе сред, содержащих гидролизат пшеничного глютена. – Белгород: БелГАУ, 2012. – 9 с.
128. Состав кормового концентрата лизина жидкого. – Информ. мат. Шебекинского биохимического завода. – Шебекино, 1999. – 54 с.
129. Спиридонов, И.П. Кормление сельскохозяйственной птицы от А до Я / И.П. Спиридонов, А.Б. Мальцев, В.М. Давыдов. – Омск: Обл. типография, 2002. – 704 с.
130. Страйер, Л. Биохимия / Л. Страйер. – В 3-х томах; пер. с англ. – М.: Мир, 1985.
131. Сыровая, А.О. Аминокислоты глазами химиков, фармацевтов, биологов / А.О. Сыровая, Л.Г. Шаповал, В.А. Макарова [и др.]. – Т. 1. – Харьков: Щедра Садиба Плюс, 2014. – 228 с.
132. Сыровая, А.О. Аминокислоты глазами химиков, фармацевтов, биологов / А.О. Сыровая, Л.Г. Шаповал, В.А. Макарова [и др.]. – Т. 2. – Харьков: Щедра Садиба Плюс, 2015. – 268 с.
133. Сычева, Л.В. Мясная продуктивность и качество мяса цыплят–бройлеров при скармливании сульфата лизина / Л.В. Сычева, О.Ю. Юнусова // Пермский аграрный вестник. – 2019. – №1(25). – С. 130–135.
134. Тарасов, Н.В. Эффективность использования разных уровней лизина в комбикормах для бройлеров / Тарасов Николай Викторович. – Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.08. – Сергиев Посад, 2009. – 22 с.
135. Тищенко, А.Н. Продуктивность и обмен веществ у бройлеров при скармливании низкопротеиновых рационов с добавками синтетических аминокислот / А.Н. Тищенко, Ф.Ф. Махортов // Конф. по птицеводству: Тез. докл. – СПб.–Ломоносов, 1993. – С. 128–130.

136. Трепо, Г. Фактор аддитивности: как ферменты могут повышать переваримость аминокислот / Г. Трепо, Ж.–П. Рукебуш // Комбикорма. – 2020. – №9. – С. 67.
137. Фаритов, Т.А. Использование кормовых добавок в животноводстве / Т.А. Фаритов. – Уфа: Изд–во БГАУ, 2002. – 156 с.
138. Фисинин, В.И. Мировое и российское птицеводство: современные тренды / В.И. Фисинин // Птицепром. – 2017. – Спецвып. VIV Russia. – С. 18–19.
139. Фисинин, В.И. Стратегические тренды развития мирового и отечественного птицеводства: состояние, вызовы, перспективы / В.И. Фисинин // Мат. XIX Междунар. конф. ВНАП «Мировые и российские тренды развития птицеводства: реалии и вызовы будущего». – Сергиев Посад, 2018. – С. 9–48.
140. Фисинин, В. Мировые и российские тренды развития птицеводства / В. Фисинин // Животноводство России. – 2018. – №4. – С. 2-4.
141. Фисинин, В.И. Питание птицы как основа поддержания иммунитета и профилактики инфекционных заболеваний / В.И. Фисинин, И.А. Егоров // Организация системы контроля инфекционных болезней, применения анти-микробных препаратов и выпуска безопасной продукции птицеводства: Сб. докл. – СПб, 2018. – С. 128–148.
142. Фисинин, В.И. Рынок продукции птицеводства стабилен / В.И. Фисинин // Животноводство России. – 2019. – №3. – С. 8–11.
143. Фисинин, В.И. Микрофлора желудочно–кишечного тракта и продуктивность цыплят–бройлеров (*Gallus gallus* L.) под влиянием кормовых добавок из гидролизатов кератин– и коллагенсодержащего сырья / В.И. Фисинин, В.С. Лукашенко, И.П. Салеева, Г.Ю. Лаптев, Л.А. Ильина, В.Г. Волик, Д.Ю. Исмаилова // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54. – №2. – С. 291–303.
144. Фисинин, В.И. Мировое и российское птицеводство: реалии и вызовы будущего / В.И. Фисинин. – М.: Хлебпродинформ, 2019. – 469 с.

145. Харламов, К.В. Препараты лизина в комбикормах цыплят–бройлеров / К.В. Харламов. // Птахівництво. – 2005. – Вып. 57. – С. 259.
146. Харламов, К.В. Препараты лизина в комбикормах цыплят–бройлеров / К.В. Харламов, И.А. Егоров // Птица и птицепродукты. – 2006. – №1. – С. 18–21.
147. Харламов, К.В. Нормы скармливания триптофана бройлерам / К.В. Харламов, И.А. Егоров, Ш.А. Имангулов, Б.Л. Розанов // Птицефабрика. – 2006. – №10. – С. 13–14.
148. Харламов, К.В. Научно–практическое обоснование повышения эффективности использования кормов в птицеводстве / Харламов Константин Владимирович. – Автореф. дис. ... д–ра с.– наук: 06.02.08. – Сергиев Посад, 2011. – 44 с.
149. Хенсе, И. Эффективная замена метионина в рационах бройлеров / И. Хенсе // Комбикорма. – 2015. – №10. – С. 68–70.
150. Хтуу, Д. Функции треонина в организме свиней и бройлеров / Д. Хтуу // Комбикорма. – 2016. – №1. – С. 77–80.
151. Чернышев, Н.И. Компоненты комбикормов / Н.И. Чернышев, И.Г. Панин. – Воронеж: Проспект, 2005. – 135 с.
152. Шапошников, А.А. Влияние лизина сульфата на морфофункциональные и биохимические показатели крови цыплят–бройлеров / А.А. Шапошников, Ю.В. Фурман, С.Д. Чернявских, С.В. Недопекина, В.В. Мосягин // Вестник Курской ГСХА. – 2013. – №7. – С. 67–70.
153. Штеле, А.Л. Кормовая ценность белого люпина для высокопродуктивной птицы / А.Л. Штеле // Белый люпин. – 2015. – №1. – С. 15–20.
154. Японцев, А. Сульфат лизина в рационах цыплят–бройлеров / А. Японцев, А. Гущева–Митропольская, А. Клименко, И. Егоров // Птицеводство. – 2013. – №5. – С. 13–15.
155. Abbas, A. Cation anion balance in avian diet: A review / A. Abbas, M. Khan, M. Naeem [et al.] // Agric. Sci. Res. J. – 2012. – V. 2. – No 6. – P. 302–307.

156. Adedokun, S.A. Investigating the effect of different calcium levels on ileal endogenous amino acid losses and standardized ileal amino acid digestibility in broilers and laying hens / S.A. Adedokun, A.J. Pescatore, M.J. Ford, T. Ao, J.P. Jacob // *Poult. Sci.* – 2018. – V. 97. – P. 131–139.
157. Aftab, U. Low protein diets for broilers / U. Aftab, M. Ashraf, Z. Jiang // *Poult. Sci.* – 2006. – V. 62. – No 4. – P. 688–701.
158. Ahmad, H.A. Econometric feeding and management for first cycle phase two Dekalb Delta hens / H.A. Ahmad, M.M. Bryant, S. Kukuktas, D.A. Roland // *Poult. Sci.* – 1997. – V. 76. – No 9. – P. 1256–1263.
159. Akrawabi, S.S. Effects of arginine or serine on the requirement for glycine by the chick / S.S. Akrawabi, F.H. Kratzer // *J. Nutr.* – 1968. – V. 95. – No 1. – P. 41–48.
160. Almquist, H.J. Identification of the rice factor. The essential nature of the glycine component / H.J. Almquist, E. Mecchi // *J. Biol. Chem.* – 1940. – V. 135. – P. 355–356.
161. Al-Saffar, A.A. The response of laying hens to dietary amino acids / A.A. Al-Saffar, S.P. Rose // *World's Poult. Sci. J.* – 2002. – V. 58. – No 2. – P. 209–234.
162. Amino acids and more // Degussa Feed Additives. – 2001.
163. Apajalahti, J. Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken / J. Apajalahti, A. Kettunen, H. Graham // *World's Poult. Sci. J.* – 2004. – V. 60. – No 2. – P. 223–232.
164. Awad, E.A. Individual non-essential amino acids fortification of a low-protein diet for broilers under the hot and humid tropic climate / E.A. Awad, I. Zulkifli, A.F. Soleimani, T.C. Loh // *Poult. Sci.* – 2015. – V. 94. – No 11. – P. 2772–2777.
165. Baeza, E. Use of industrial amino acids to allow low protein concentrations in finishing diets for growing Muscovy ducks / E. Baeza, B. Leclercq // *Br. Poult. Sci.* – 1998. – V. 39. – No 1. – P. 90–96.

166. Baker, D.H. Nutritional and metabolic interrelationships among sulfur compounds in avian nutrition / D.H. Baker, B.A. Molitoris // Proc. Fed. Amer. Soc. Exp., Biol. – 1976. – V. 35. – P. 1917.
167. Baker, D.H. Ideal amino acid profiles for swine and poultry and their application in feed formulation / D.H. Baker // Biokyowa Tech. Review (Biokyowa, Chesterfield, MO). – 1997. – No 9.
168. Baker, D.H. Ideal amino acid patterns for broiler chicks / D/H. Baker // Amino Acids in Animal Nutrition; J.F.P. D’Mello, Ed. – Oxon: CABI Publ., 2003. – P. 223–235.
169. Berres, J. Broiler responses to reduced–protein diets supplemented with valine, isoleucine, glycine, and glutamic acid / J. Berres, S.L. Vieira, W.A. Dozier, M.E.M. Cortez, R. de Barros, E.T. Nogueira, M. Kutschenko // J. Appl. Poult. Res. – 2010. – V. 19. – P. 69–79.
170. Borges, S.A. Dietary electrolyte balance for broiler chickens under moderately high ambient temperatures and humidity / S.A. Borges, A.V. Fisher da Silva, J. Ariki, D.M. Hooge, K.R. Cummings// Poult. Sci. – 2003. – V. 82. – No 2. – P. 301–308.
171. Bregendahl, K. Effect of low protein diet on performance and body composition of broiler chicks / K. Bregendahl, J.L. Sell, D.R. Zimmerman // Poult. Sci. – 2002. – V. 81. – P. 1156–1167.
172. Bregendahl, K. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus cysteine, threonine, tryptophan and valine relative to lysine for White Leghorn type laying hens of twenty–eight to thirty–four weeks of age / K. Bregendahl, S.A. Roberts, B. Kerr, D. Hoehler // Poult. Sci. – 2008. – V. 87. – P. 744–758.
173. Choct, M. Enzymes for feed industry: past, present and future / M. Choct // World’s Poult. Sci. J. – 2006. – V. 62. – No 1. – P. 5–15.
174. Christensen, K.D. Dietary and environmental factors affecting skin strength in broiler chickens / K.D. Christensen, N.G. Zimmerman, C.L. Wyatt, T.N. Goodman, R.J. Burr, P. Twinning // Poult. Sci. – 1994. – V. 73. – P. 224–235.

175. Coon, C. Ideal amino acid profile for layers examined / C. Coon, B. Zhang // *Feedstuffs*. – 1999. – Vol. 71. – No 14. – P. 13–15.
176. Corzo, A. Dietary glycine needs of broiler chicks / A. Corzo, M.T. Kidd, D.J. Burnham, B.J. Kerr // *Poult. Sci.* – 2004. – V. 83. – P. 1382–1384.
177. Corzo, A. Response of broiler chicks to essential and non-essential amino acid supplementation of low crude protein diets / A. Corzo, C.A. Fritts, M.T. Kidd, B.J. Kerr // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2005. – V. 118. – P. 319–327.
178. Cowieson, A.J. Effect of phytic acid and microbial phytase on the flow and amino acid composition of endogenous protein at the terminal ileum of growing broiler chickens / A.J. Cowieson, V. Ravindran // *Br. J. Nutr.* – 2007. – V. 98. – P. 745–752.
179. Cowieson, A.J. Phytate and microbial phytase: implications for endogenous nitrogen losses and nutrient availability / A.J. Cowieson, M.R. Bedford, P.H. Selle, V. Ravindran // *World's Poult. Sci. J.* – 2009. – V. 65. – P. 401–418.
180. Cowieson, A.J. Bioefficacy of a mono-component protease in the diets of pigs and poultry: a meta-analysis of effect on ileal amino acid digestibility / A.J. Cowieson, F.F. Roos // *J. Appl. Anim. Nutr.* – 2014. – V. 2. – P. 1–8.
181. Cowieson, A.J. Toward optimal value creation through the application of exogenous mono-component phytase in the diets of non-ruminants / A.J. Cowieson, F.F. Roos // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2016. – V. 221. – P. 331–340.
182. Cowieson, A.J. A systematic view on the effect of phytase on ileal amino acid digestibility in broilers / A.J. Cowieson, J.P. Ruckebusch, J.O.B. Sorbara, J.W. Wilson, P. Guggenbuhl, F.F. Roos // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2017. – V. 225. – P. 182–194.
183. Cowieson, A.J. A systematic view on the effect of microbial phytase on ileal amino acid digestibility in pigs / A.J. Cowieson, J.P. Ruckebusch, J.O.B. Sorbara, J.W. Wilson, P. Guggenbuhl, L. Tanadini, F.F. Roos // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2017. – V. 231. – P. 138–149.
184. Cowieson, A.J. Interactive effects of dietary protein source and exogenous protease on growth performance, immune competence and jejunal health of broiler

- chickens / A.J. Cowieson, H. Lu, K.M. Ajuwon, I. Knap, O. Adeola // *Anim. Prod. Sci.* – 2017. – V. 57. – P. 252–261.
185. Cowieson, A.J. Additivity of apparent and standardized ileal amino acid digestibility of corn and soybean meal in broiler diets / A.J. Cowieson, J.O.B. Sorbara, G. Pappenberger, M.R. Abdollahi, V. Ravindran // *Poult. Sci.* – 2019. – V. 98. – P. 3722–3728.
186. CVB (Centraal Veevoederbureau). Amino-zurenbehoefte van Legheenen en Vleeskuikens. – Documentation Report No 18. – Lelystad (the Netherlands), 1996.
187. Dean, D.W. Glycine supplementation to low crude protein, amino acid supplemented diets supports optimal performance of broiler chicks / D.W. Dean, T.D. Bidner, L.L. Southern // *Poult. Sci.* – 2006. – V. 85. – P. 288–296.
188. Deschepper, K. Effect of dietary protein, essential and non-essential amino acids on the performance and carcass composition of male broiler chickens / K. Deschepper, G. de Groot // *Br. Poult. Sci.* – 1995. – V. 36. – P. 229–245.
189. Dilger, R.N. Dietary guanidine acetic acid is an efficacious replacement for arginine for young chicks / R.N. Dilger, K. Bryant-Angeloni, R.L. Payne, A. Lemme, C.M. Parsons // *Poult. Sci.* – 2013. – V. 92. – P. 171–177.
190. Douglas, M.W. Effect of various soybean meal sources and Avizime on chick growth performance and ileal digestible energy / M.W. Douglas, C.M. Parsons, M.R. Bedford // *J. Appl. Poult. Res.* – 2000. – V. 9. – P. 74–80.
191. Eeckhout, W. Total phosphorus, phytate phosphorus and phytase activity in plant feedstuffs / W. Eeckhout, M. de Paepe // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 1994. – V. 47. – P. 19–29.
192. Elliot, M.A. Amino acid nutrition of commercial pullets and layers / M.A. Elliot // *Proc. California Anim. Nutr. Conf.*, May 21–22, Fresno, CA. – 2008. – P. 139–165.
193. Emmert, J.L. Bioavailability of lysine from a liquid lysine source in chicks / J.L. Emmert, M.W. Douglas, S.D. Boling, C.M. Parsons, D.H. Baker // *Poult. Sci.* – 1999. – V. 78. – No 3. – P. 383–386.

194. Fisher, C.A model for the description and prediction of the response of laying hens to amino acid intake / C. Fisher, T.R. Morris, R.C. Jennings // Br. Poult. Sci. – 1973. – V. 14. – P. 469–484.
195. Golian, A. Comparison of various methods for endogenous ileal amino acid flow determination in broiler chickens / A. Golian, W. Guenter, D. Hoehler, H. Jahanian, C.M. Nyachoti // Poult. Sci. – 2008. – V. 87. – P. 706–712.
196. Heger, J. The effect of non-essential nitrogen on the utilization of dietary protein in the growing rat / J. Heger, F. Frydrych, P. Froněk // J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. – 1987. – V. 57. – P. 130–139.
197. Heger, J. Effect of essential:total nitrogen ratio on protein utilization in the growing pig / J. Heger, S. Mengesha, D. Vodehnal // Br. J. Nutr. – 1998. – V. 80. – P. 537–544.
198. Holsheimer, J.P. Effect of dietary energy, protein and lysine content on performance and yields of two strains of male broiler chicks / J.P. Holsheimer, C.H. Veercamp // Poult. Sci. – 1992. – V. 71. – No 5. – P. 872–879.
199. Hurwitz, S. The protein and amino acid requirements of laying hens: suggested models for calculation / S. Hurwitz, S. Bornstein // Poult. Sci. – 1973. – V. 52. – P. 1124–1134.
200. Hussein, A.S. Effect of low protein diets with amino acid supplementation on broiler growth / A.S. Hussain, A.H. Cantor, A.J. Pescatore, R.S. Gates [et al.] // J. Appl. Poult. Res. – 2001. – V. 10. – P. 345–362.
201. Jais, C. The determination of the optimum ratio between the essential amino acids in laying hen diets / C. Jais, F.X. Roth, M. Kirchgessner // Arch. Geflügelk. – 1995. – Bd. 59. – S. 292–303.
202. Jiang, Q. Improving the utilization of diets low in crude protein for broiler chicken. 1. Evaluation of special amino acid supplementation to diets low in crude protein / Q. Jiang, P.W. Waldroup, C.A. Fritts // Intl J. Poult. Sci. – 2005. – V. 4. – P. 115–122.

203. Kerr, B.J. Amino acid supplementation of low-protein broiler diets. 1. Glutamic acid and indispensable amino acid supplementation / B.J. Kerr, M.T. Kidd // *J. Appl. Poult. Res.* – 1999. – V. 8. – P. 298–309.
204. Khajali, F. Dietary arginine: Metabolic, environmental, immunological and physiological interrelationships / F. Khajali, R.F. Wideman // *World's Poult. Sci. J.* – 2010. – V. 66. – P. 751–765.
205. Kidd, M.T. Dietary interactions between lysine and threonine in broilers / M.T. Kidd, B.J. Kerr, N.B. Anthony // *Poult. Sci.* – 1997. – V. 76, No 4. – P. 608–614.
206. Kidd, M.T. Threonine needs of broiler chickens with different growth rates / M.T. Kidd, A. Corzo, D. Hoehler, B.J. Kerr, S.J. Barber, L. Branton // *Poult. Sci.* – 2004. – V. 83. – p. 1368–1375.
207. Kim, W.K. The potential to reduce poultry nitrogen emissions with dietary methionine or methionine analogues supplementation / W.K. Kim, C.A. Froelich Jr., P.H. Patterson, S.C. Ricke // *World's Poult. Sci. J.* – 2006. – V. 62. – No 2. – P. 338–353.
208. Knowles, T.A. The lysine requirement and ratio of total sulfur amino acids to lysine for chicks fed adequate or inadequate lysine / T.A. Knowlkes, L.L. Southern // *Poult. Sci.* – 1998. – V. 77. – No 4. – P. 564–569.
209. Kong, C. Additivity of amino acid digestibility in corn and soybean meal for broiler chicken and White Pekin ducks / C. Kong, O. Adeola // *Poult. Sci.* – 2013. – V. 92. – P. 2391–2388.
210. Leclercq, B. Comparative responses of genetically lean and fat chickens to lysine, arginine and non-essential amino acid supply. I. Growth and body composition / B. Leclercq, A.M. Chagneau, T. Chochard, J. Khoury // *Br. Poult. Sci.* – 1994. – V. 35. – P. 687–696.
211. Leclercq, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine / B. Leclercq // *Poult. Sci.* – 1998. – V. 77. – No 1. – P. 118–123.

212. Leeson, S. Commercial Poultry Nutrition / S. Lesson, J.D. Summers. – 3^d ed. – Ontario (Canada): University Books, 2005. – 398 pp.
213. Lehmann, D. Responses of growing and finishing turkey toms to dietary lysine / D. Lehmann, M. Pack, H. Jeroch // *Poult. Sci.* – 1996. – V. 75. – No 6. – P. 711–718.
214. Liebert, F. Ergebnisse zur Bewertung von L-Lysinesulfat als Lysinquelle für Schweine und Geflügel / F. Liebert, G. Tittmann, F. Reinisch // *Mühle und Mischfuttertechn.* – 1993. – Hg. 130. – N 7. – S. 65–66.
215. Liu, Z. Effect of moisture content on ammonia emissions from broiler litter: a laboratory study / Z. Liu, L. Wang, D. Beasley, E. Oviedo // *J. Atmos. Chem.* – 2007. – V. 58. – P. 41–53.
216. Locatelli, M.L. A review of the threonine, tryptophan, isoleucine and valine requirements of commercial laying hens // *Amino News* (Evonik Degussa Corp., Hanau-Wolfgang, Germany). – 2005. – No 6.
217. Meléndez-Hevia, E. A weak link in metabolism: The metabolic capacity for glycine biosynthesis does not satisfy the need for collagen synthesis / E. Meléndez-Hevia, P. De Paz-Lugo, A. Cornish-Bowden, M.L. Cárdenas // *J. Biosci.* – 2009. – V. 34. – P. 853–872.
218. Mitchell, H.H. Some relationships between the amino acid contents of proteins and their nutritive values for the rat / H.H. Mitchell, R.J. Block // *J. Biol. Chem.* – 1946. – V. 163. – P. 599.
219. Moss, A.F. Progress in comprehending the phytate-phytase axis in chicken meat production / A.F. Moss, S.Y. Liu, P.H. Selle // *Anim. Prod. Sci.* – 2018. – V. 58. – P. 1767–1778.
220. Moughan, P.J. Endogenous amino acid flow in the stomach and intestine of the young growing pigs / P.J. Moughan, G. Schutter, M. Leenaars // *J. Sci. Food Agric.* – 1992. – V. 60. – P. 437–442.
221. Moughan, P.J. Gut luminal endogenous protein: implications for the determination of ileal amino acid digestibility in humans / P.J. Moughan, S.M. Rutherford // *Br. J. Nutr.* – 2012. – V. 108. – P. 258–263.

222. Mushtaq, M.M.H. Electrolytes, dietary electrolyte balance and salts in broilers: An updated review on growth performance, water intake and litter quality / M.M.H. Mushtaq, T.N. Pasha, T. Mushtaq, R. parvin // *World's Poult. Sci. J.* – 2013. – V. 69. – No 4. – P. 789–802.
223. Namroud, N.F. Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks / N.F. Namroud, M. Shivazad, M. Zaghari // *Poult. Sci.* – 2008. – V. 87. – P. 2250–2258.
224. Namroud, N.F. Impact of dietary crude protein and amino acids status on performance and some excreta characteristics of broiler chicks during 10–28 days of age / N.F. Namroud, M. Shivazad, M. Zaghari // *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* – 2010. – V. 94. – P. 280–286.
225. Nieß, E. Effect of non essential amino acid supply on the deposition of protein and lipids in broiler chicks / E. Nieß, I.I. Hamid, E. Pfeffer // *Arch. Geflügelk.* – 2003. – Bd. 67. – S. 167–174.
226. Nobakhn, A. The effects of dietary electrolyte balance on the performance and eggshell quality in the early laying period / A. Nobakhn, M. Shivazad, M. Chamany [et al.] // *Pakistan J. Nutr.* – 2007. – V. 6. – P. 543–546.
227. NRC (National Research Council). *Nutrient Requirements of Poultry.* – 9th ed. – Natl Acad. Press, Washington DC, USA. – 1994.
228. NRC (National Research Council). *Nutrient Requirements of Swine.* – 10th ed. – Natl Acad. Press, Washington DC, USA. – 1998.
229. Ospina–Rojas, I.C. Commercially available amino acid supplementation of low–protein diets for broiler chickens with different ratios of digestible glycine+serine / I.C. Ospina–Rojas, A.E. Murakami, C. Eyng, R.V. Nuñez, C.R.A. Duarte, M.D. Vargas // *Poult. Sci.* – 2012. – V. 91. – P. 3148–3155.
230. Ospina–Rojas, I.C. Dietary glycine+serine responses of male broilers given low–protein diets with different concentrations of threonine / I.C. Ospina–Rojas, A.E. Murakami, I. Moreira, K.P. Picoli, R.J.B. Rodrigueiro, A.C. Furlan // *Br. Poult. Sci.* – 2013. – V. 54. – P. 486–493.

231. Ospina–Rojas, I.C. Valine, isoleucine, arginine and glycine supplementation of low–protein diets for broiler chickens during the starter and grower phases / I.C. Ospina–Rojas, A.E. Murakami, C.R.A. Duarte, C. Eyng, C.A.L. Oliveira, V. Janairo // *Br. Poult. Sci.* – 2014. – V. 55. – P. 766–773.
232. Parr, J.F. The effect of minimizing amino acid excesses in broiler diets / J.F. Parr, J.D. Summers // *Poult. Sci.* – 1991. – V. 70. – No 7. – P. 1540–1549.
233. Powell, S. Effects of glycine supplementation at varying levels of methionine and cystine on the growth performance of broilers fed reduced crude protein diets / S. Powell, T.D. Bidner, L.L. Southern // *Poult. Sci.* – 2011. – V. 90. – P. 1023–1027.
234. Prochaska, J.F. The effect of L–lysine intake on egg component yield and composition in laying hens / J.F. Prochaska, J.B. Carey, D.J. Shafer // *Poult. Sci.* – 1996. – V. 75. – No 10. – P. 1268–1277.
235. Ravindran, V. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers / V. Ravindran, S. Cabahug, G. Ravindran, W.L. Bryden // *Poult. Sci.* – 1999. – V. 78. – P. 699–706.
236. Ravindran, V. Endogenous amino acid flows at the terminal ileum of broilers, layers and adult roosters / V. Ravindran, W.H. Hendriks // *Anim. Sci.* – 2004. – V. 79. – P. 265–271.
237. Ravindran, V. Endogenous amino acid flow in the avian ileum: quantification using three techniques / V. Ravindran, L.I. Hew, G. Ravindran, W.L. Bryden // *Br. J. Nutr.* – 2004. – V. 92. – P. 217–223.
238. Ravindran, V. Apparent ileal digestibility of amino acids in dietary ingredients for broiler chickens / V. Ravindran, L.I. Hew, G. Ravindran, W.L. Bryden // *Anim. Sci.* – 2005. – V. 81. – P. 85–97.
239. Ravindran, V. Determination of ileal digestibility of amino acids in raw materials for broiler chickens – results of collaborative studies and assay recommendations / V. Ravindran, O. Adeola, M. Rodehutsord, H. Kluth, J.D. van der Klis, E. van Eerden, A. Helmbrecht // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2017. – V. 225. – P. 62–72.

240. Revington, W.H. Lysine supplementation of low-protein diets for broiler breeder males / W.H. Revington, E.T. Moran, S.F. Bilgili, R.D. Bushong // *Poultry Sci.* – 1992. – V. 71. – No 2. – P. 323–330.
241. Robbins K.R. Threonin requirement of the broiler chick as affected by protein level and source/ K.R. Robbins// *Poultry Science.* — 1987. Vol. 66 — P. 1531.
242. Robel, E.J. A feather abnormality in chicks fed diets deficient in certain amino acids / E.J. Robel // *Poult. Sci.* – 1977. – V. 56. – P. 1968–1971.
243. Rostagno, H.S. *Brazilian Tables for Poultry and Swine* / H.S. Rostagno. – 2nd ed. – Fed. Univ. Vicosa, 2005. – 181 pp.
244. Sasse, C.E. The phenylalanine and tyrosine requirements and their interrelationship for the young chick / C.E. Sasse, D.N. Baker// *Poult. Sci.* – 1972. – V. 51. – P. 1531.
245. Saunderson, C.L. Muscle growth and protein degradation during early development in chicks of fast and slow growing strains / C.L. Saunderson, S. Leslie // *Comp. Biochem. Physiol.* – 1988. – V. 89. – P. 333–337.
246. Sauveur, B. Dietary factors as causes of leg abnormalities in poultry: A review / B. Sauveur // *World's Poult. Sci. J.* – 1984. – V. 40. – No 3. – P. 195–206.
247. Schutte, J.B. Requirement of young broiler chicks for glycine + serine / J.B. Schutte, W. Smink, M. Pack // *Arch. Geflügelk.* – 1997. – Bd. 61. – S. 43–47.
248. Senkoyli, N. Sunflower meal in poultry diets: A review / N. Senkoyli, N. Dale // *World's Poult. Sci. J.* – 1999. – V. 56. – No 2. – P. 153–174.
249. Si, J. Extent to which crude protein may be reduced in corn-soybean meal broiler diets through amino acid supplementation / J. Si., C.A. Fritts, D.J. Burnham, P.W. Waldroup // *Intl. J. Poult. Sci.* – 2004. – V. 3. – P. 46–50.
250. Si, J. Effects of excess methionine from meeting needs for total sulfur amino acids on utilization of diets low in crude protein by broiler chicks / J. Si., C.A. Fritts, P.W. Waldroup, D.J. Burnham // *J. Appl. Poult. Res.* – 2004. – V. 13. – P. 579–587.
251. Siegert, W. A quantitative study of the interactive effects of glycine and serine with threonine and choline on growth performance in broilers / W. Siegert, H.

- Ahmadi, A. Helmbrecht, M. Rodenhutscord // *Poult. Sci.* – 2015. – V. 94. – P. 1557–1568.
252. Siegert, W. Meta-analysis of the influence of dietary glycine and serine, with consideration of methionine and cysteine, on growth and feed conversion of broilers / W. Siegert, H. Ahmadi, M. Rodenhutscord // *Poult. Sci.* – 2015. – V. 94. – P. 1853–1863.
253. Siegert, W. Prececal amino acid digestibility and phytate degradation in broiler chickens when using different oilseed meals, phytase and protease supplements in the feed / W. Siegert, T. Zuber, V. Sommerfeld, J. Krieg, D. Feeuerstein, U. Kurrle, M. Rodenhutscord // *Poult. Sci.* – 2019. – V. 98. – P. 5700–5713.
254. Siriwan, P. Measurement of endogenous amino acid losses in poultry / P. Siriwan, W.L. Bryden, Y. Mollah, E.F. Annison // *Br. Poult. Sci.* – 1993. – V. 34. – P. 939–949.
255. Soleimani, A.F. Ileal endogenous amino acid flow in broiler chickens under high ambient temperature / A.F. Soleimani, A. Kasim, A.R. Alimon, A. Meimandipour, I. Zulkifli // *Anim. Physiol. Anim. Nutr.* – 2010. – V. 94. – P. 641–647.
256. Sugahara, M. Glycine serine interconversion in the rooster / M. Sugahara, M. Kandatsu // *Agric. Biol. Chem.* – 1976. – V. 40. – No 5. – P. 833–837.
257. Thornton, S.A. Valine requirements for immune and growth responses in broilers from 3 to 6 weeks of age / S.A. Thornton, A. Corzo, G.T. Pharr, W.A. Dozier, D.M. Miles, M.TG. Kidd // *Br. Poult. Sci.* – 2006. – V. 47. – P. 190–199.
258. Tillman, P.B. Amino acid nutrition: incorporating L-threonine in broiler formulas / P.B. Tillman // *Proc. 5th Mid-Atlantic Nutr. Conf.*; N.G. Zimmerman, Ed. – Timonium (MD), 2008. – P. 66–75.
259. Treviño, T. Nutritional effect of chlorogenic acid fed to growing broiler chicks / T. Treviño, A. Rebolé, M.L. Rodríguez, L.T. Ortiz, C. Centeno, C. Alzueta // *J. Sci. Food Agric.* – 1998. – V. 76. – No 2. – P. 156–160.
260. Usu, G. Comparaison les efficacités nutritionnelles de la DL-méthionine ete de son hydroxyl analogue acide cher le oulet de chair / G. Usu // *Revue de Alimentation Animal.* – 1984. – N. 374. – P. 35–44.

261. Usu, G. Feed intake adjustments by hens to feeding regimens in which dietary methionine is varied / G. Usu, M. Picard, E.A. Dunnington, P.B. Siegel // *Poult. Sci.* – 1993. – V. 72. – No. 9. – P. 1656–1662.
262. Van Barneveld, R.J. Understanding the nutritional chemistry of lupin (*Lupinus spp.*) seed to improve livestock production efficiency / R.J. van Barneveld // *Nutr. Res. Rev.* – 1999. – V. 12. – No 2. – P. 203–230.
263. Waguespack, A.M. The glycine plus serine requirement of broiler chicks fed low-crude protein, corn-soybean meal diets / A.M. Waguespack, S. Powell, T.D. Bidner, L.L. Southern // *J. Appl. Poult. Res.* – 2009. – V. 18. – P. 761–765.
264. Waterlow, J.C. Protein Turnover / J.C. Waterlow. – Wallingford (Oxfordshire, UK): CAB International, 2006. – 320 pp.
265. Zhiqiang, C. The methionine requirement of laying hens as affected by dietary protein levels / C. Zhiqiang, C. Huiyi, C.N. Coon // *Poult. Sci.* – 1994. – V. 73 (book of abstracts). – P. 39.

ПРИЛОЖЕНИЯ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор
ФГУП Загорское ЭПХ ВНИТИП
Россельхозакадемии
Д.В. Аншаков
«10» июля 2014 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор
ГНУ ВНИТИП
Россельхозакадемии
В.И. Фисинин
«10» июля 2014 г.

АКТ

о результатах производственной проверки по теме:
**«Производственная проверка по использованию сульфата
лизина в комбикормах для кур-несушек»**

От «10» июля 2014г

Комиссия в составе: главный зоотехник – Исаева Н.К., начальник вивария – Чинцова А.И., главный экономист – Самулеева Р.И., ведущий научный сотрудник ГНУ ВНИТИП Россельхозакадемии – Егорова Т.В. и технический специалист компании ООО «Эвоник Химия» Гущева-Митропольская А.Б. составили настоящий акт о том, что в 2013- 2014 гг. в виварии ФГУП Загорское ЭПХ ВНИТИП Россельхозакадемии была проведена производственная проверка по использованию сульфата лизина, на курах-несушках кросса СП-789.

Для проведения производственной проверки в возрасте 120 дней было сформировано две группы кур-несушек по 150 голов в каждой.

Первая группа служила контролем (базовый вариант 1) и получала полнорационные комбикорма, обогащённые монохлоргидратом, с питательностью в соответствии с рекомендациями ВНИТИП 2013г. Вторая группа (новый вариант 1) получала в течение всего периода содержания несушек комбикорм аналогичный базовому варианту 1, вместо монохлоргидрата вводился сульфат лизина, представленный фирмой ООО «Эвоник Химия».

Схема проведения производственной проверки представлена в таблице 1.

Таблица 1- Схема опыта*

Группа	К-во голов	Особенности кормления
Вариант 1	150	Основной рацион (ОР) сбалансированный по всем питательным веществам согласно инструкциям ВНИТИП 2013г и добавка монохлоргидрата лизина
Вариант 2	150	ОР и добавка сульфата лизина.

* Уровень ввода в комбикорма подсолнечного жмыха в базовом и новом вариантах составлял 25% от массы комбикорма.

Рецепты комбикормов и состав премикса для кур-несушек представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2- Рецепты комбикормов для кур-несушек

Компонент	Варианты	
	Базовый	Новый
Кукуруза	12,00	12,00
Пшеница	43,40	43,17
Жмых подсолнечный	25,00	25,00
Соя тостированная	5,00	5,00
Мука рыбная	0,53	0,60
Масло подсолнечное	2,59	2,61
Премикс	0,10	0,10
Соль поваренная	0,37	0,37
Фосфат аммония	1,03	1,03
Известняк	9,60	9,60
Монохлоргидрат лизина	0,26	0,00
Сульфат лизина	0,00	0,40
Метионин	0,12	0,12

Итого:	100,00	100,00
В 100г комбикорма содержится:		
Обменная энергия, Ккал/ 100г	270,28	270,01
МДж	1,13	1,13
Сырой протеин	17,00	16,98
Сырой жир	8,60	8,62
Сырая клетчатка	6,69	6,68
Сырая зола	12,89	12,90
Кальций	3,60	3,60
Фосфор общий	0,66	0,66
Фосфор доступный	0,40	0,40
Натрий	0,18	0,19
Хлор	0,33	0,28
Калий	0,59	0,59
Линолевая кислота	4,91	4,92
Лизин	0,80	0,80
Метионин	0,43	0,44
Метионин + Цистин	0,72	0,72
Треонин	0,58	0,58
Триптофан	0,22	0,22
Аргинин	1,12	1,12
Аминокислоты усвояемые:		
Лизин	0,68	0,68
Метионин	0,39	0,39
Метионин +Цистин	0,61	0,62
Треонин	0,46	0,46
Триптофан	0,17	0,17
Аргинин	0,94	0,94

Таблица 3- Рецепт 1% премикса в расчете на 1тонну премикса*

Компоненты и Един. измерения	Уровень единиц
Витамин А, млн. МЕ	1200
Витамин D3, млн. МЕ	350
Витамин Е, г	2000
Витамин К3, г	200
Витамин В1, г	200
Витамин В2, г	600
Витамин В3, г	2000
Витамин В4, г	50000
Витамин В5, г	2000
Витамин В6, г	400
Витамин В12, г	2,5
Витамин Вс, г	100
Витамин Н, г	15
Марганец, г	10000
Цинк, г	7000
Железо, г	2500
Медь, г	250
Кобальт, г	100
Йод, г	70
Селен, г	20

Результаты производственной проверки приведены в таблице 4.

Таблица 4- Основные показатели производственной проверки
(за 181 день содержания несушек)

Показатель	Ед. изм.	Вариант	
		Базовый	Новый
Поголовье кур на начало опыта	гол.	150	150
Сохранность поголовья	гол.	99,33	100
Живая масса в начале опыта	г	1539±6,10	1540±6,27
Яйценоскость на среднюю несушку	шт.	160,64	162,00
Интенсивность яйценоскости	%	88,75	89,50
Средняя масса яйца	г	62,45	63,44
Получено от несушки яичной массы	кг	10,032	10,277
Валовое производство яиц	шт.	23935	24300
Потреблено корма за весь период опыта	кг	20,690	20,562
Потреблено на 1 несушку в сутки	г	113,64	113,60
Затраты кормов на 10 шт. яиц	кг.	1,278	1,269
Затраты корма на 1 кг яичной массы	кг	2,050	2,001
Затраты кормов, всего	кг.	3058,89	3066,66
Стоимость 1 т комбикорма	руб.	13780,0	13865,2
Стоимость израсходованного комби-корма	руб.	42151,50	42519,85
Цена реализации 10 шт. яиц	руб.	41,0	41,0
Выручка от реализации всех яиц	руб.	98133,5	99630,0
Производственные затраты, всего	руб.	47660,70	48029,05
в т.ч.: стоимость кормов	руб.	42151,50	42519,85
Зарплата	руб.	737,8	737,8

накладные расходы	руб.	1080,1	1080,1
прочие прямые затраты	руб.	3691,3	3691,3
Себестоимость 1000 шт. яиц	руб.	1991,26	1976,50
Экономический эффект на 1000 шт. яиц	руб.	-	14,76

Из таблицы 2 видно, что себестоимость 1000 шт. яиц, складывающаяся из стоимости кормов, зарплат, а так же прочих прямых затрат и накладных расходов, в новом варианте была ниже по сравнению с соответствующим им базовым вариантом. Яйца кур базового и нового вариантов были реализованы по одной цене – 41 рубль за 10 яиц.

В пересчете на 1000 яиц экономический эффект от применения комбикормов для кур-несушек, обогащённых сульфатом лизина составил 14,76 руб.

Члены комиссии:

от ФГУП Загорское ЭПХ ВНИТИП
Россельхозакадемии:

Главный зоотехник  Н.К. Исаева
Начальник вивария  А.И. Чинцова
Главный экономист  Р.И. Самулеева

от ГНУ ВНИТИП Россельхозакадемии:

Ведущий научный сотрудник  Т.В. Егорова

От ООО «Эвоник Химия»

Технический специалист  А.Б. Гуцева-Митропольская