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

На правах рукописи

БОРИСЕНКО КОНСТАНТИН ВЛАДИМИРОВИЧ

ФЕРМЕНТНЫЙ ПРЕПАРАТ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Специальность: 06.02.08 – кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

> Научный руководитель: доктор биологических наук, В.Г. Вертипрахов

Сергиев Посад 2020

СОДЕРЖАНИЕ

BB.	ЕДЕНИЕ
1	ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ
1.1	Содержание в кормах трудногидролизуемых и антипитательных
	компонентов, их влияние на пищеварение и усвоение питательных
	веществ у животных
1.2	Методы коррекции пищеварения с использованием ферментных
	препаратов при выращивании цыплят-бройлеров
1.3	Особенности пищеварения у цыплят-бройлеров по сравнению с
	другими животными, методы изучения кишечного пищеварения у
	птицы in vivo
2	МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
2.1	Проведение зоотехнического опыта, определение переваримости
	питательных веществ, биохимических показателей крови у
	цыплят-бройлеров.
2.2	Методика проведение физиологического эксперимента по
	определению активности пищеварительных ферментов у цыплят-
	бройлеров
3	РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
3.1	Действие экзогенной протеазы на зоотехнические показатели
	цыплят-бройлеров на фоне пшенично-соевого рациона
	Действия экзогенной протеазы на зоотехнические показатели
	цыплят-бройлеров на фоне пшенично-горохового рациона
3.3	
	кишки при введение кормовой протеазы на фоне пшенично-соевых
	и пшенично-гороховых рационов
3.4	1 1
	крови при введение кормовой протеазы на фоне разных белковых
	добавок
3.5	Расчет экономической эффективности при использовании Акстра
	Про при выращивании цыплят-бройлеров
4	ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ
	ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ
	ПРИЛОЖЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Птицеводство России является наиболее устойчивой и динамично развивающейся отраслью агропромышленного комплекса, сумевшей за короткие сроки увеличить объем птицеводческой продукции и обеспечить население высококачественными диетическим продуктами — яйцом и мясом. Высокие темпы мирового производства мяса птицы во многом связаны с последними достижениями в области генетики, селекции, кормления, технологии содержания и ветеринарной защиты. Так, современные кроссы обладают громадным генетическим потенциалом для роста и эффективной конверсии корма [93].

Для реализации генетического потенциала птицей, необходимы корма соответствующие питательности, согласно спецификации кроссов [1,30,43]. В процессе выращивания и содержания птицы происходит смена питательности комбикорма и замена одних компонентов на другие, практикуется использование комбикормов только растительного типа, замена рыбной муки на мясокостную или кормовые дрожжи и т.п. Наблюдается вариабельность питательного состава главных белковых и зерновых компонентов [116, 118]. Сегодня, при расчете базовых рационов специалисты учитывают экономическую целесообразность. По примерной оценке, до 70% себестоимости птицеводческой продукции составляет стоимость кормов, что заставляет производственников снижать стоимость затрат составляющие на комбикорма [55]. Одним из инструментов для уменьшения стоимости кормов является использование более дешевых компонентов обладающими меньшей питательностью, но высоким содержанием для моногастричных (свиней и птицы) антипитательных факторов: клетчатки, некрахмалистых полисахаридов, фитата, глюкозинолатов, эруковой кислоты, ингибиторов трипсина, трудно гидролизуемых крахмала и протеинов, аллергических белков и т.д. К таким ингредиентам можно отнести: отруби, после спиртовую барду, шрот и жмых рапса, подсолнечника, льна,

хлопка, горох, люпин, сорго и др. [14,40]. Для устранения действия вышеперечисленных антипитательных факторов, улучшения переваримости корма применяются кормовые экзогенные ферменты.

Степень разработанности темы исследования. В птицеводстве выполняется большое количество исследований по изучению влияния ферментных препаратов протеолитического действия на рост и развитие цыплят-бройлеров [40,43,50]. Результаты экспериментов по применения экзогенных протеаз в рационах бройлеров противоречивы, достоверный физиологический ответ зафиксирован только по незначительному числу показателей [129,194]. Влияние кормовой протеазы на внешнесекреторную функция поджелудочной железы, кишечное пищеварение у кур, получавших базовый пшенично-соевый рацион с заменой соевой добавки на горох мало изучено [15,16,21]. Определение условий, при которых ввод кормовой экзогенной протеазы физиологически и экономически целесообразен, является основанием для выполнения данной работы.

Цель и задачи исследования. Цель данного исследования состояла в изучении действие на организм цыплят-бройлеров ферментного препарата Акстра Про на фоне пшенично-соевого и пшенично-горохового рационов.

Цель исследования достигалась путем выполнения следующих задач:

- 1. Установить оптимальную дозу использования препарата протеолитического действия (коммерческое название «Акстра Про»), учитывая прирост массы, сохранность и конверсию корма у цыплят-бройлеров на фоне пшенично-соевого и пшенично-горохового рационов.
- 2. Определить влияние «Акстра Про» на активность пищеварительных ферментов в содержимом 12-перстной кишки бройлеров на фоне пшенично-соевых и пшенично-гороховых рационов.
- 3. Изучить переваримость корма и доступность аминокислот при использовании в рационе цыплят-бройлеров ферментного препарата протеолитического действия.

- 4. Исследовать биохимические показатели крови подопытных цыплят-бройлеров, характеризующих обменные процессы в организме птицы.
- **5.** Определить экономическую эффективность выращивания цыплят бройлеров при использовании в рационах ферментного препарата Акстра Про.

Научная новизна исследования. Научная новизна диссертационной работы определяется изучением влияния нового ферментного препарата Акстра Про при выращивании цыплят-бройлеров. Впервые при использовании фистулированной птицы получено физиологическое обоснование использования кормовых экзогенных протеаз в рационах бройлеров на фоне пшенично-соевого и пшенично-горохового рационов. Получены новые знания по изменению внешнесекреторной функции поджелудочной железы, активности дуоденальных пищеварительных ферментов, переваримости питательных веществ и доступности основных аминокислот при введении в рацион бройлеров препарата Акстра Про.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что на цыплятах-бройлерах в хроническом эксперименте изучена дуоденальная активность пищеварительных ферментов на фоне разных по составу комбикормов, определена способность пищеварения адаптироваться к компонентам корма и экзогенным ферментам. На основании исследования механизма действия кормовых протеаз на процессы пищеварения и переваривания корма получены конкретные рекомендации, дозировки для максимально эффективного, статистически достоверного, и экономически обоснованного внедрения экзогенных протеаз в кормовые программы по кормлению цыплят-бройлеров.

Работа представляет научно-практический интерес для зоотехников, технологов по кормлению птицы, биологов и физиологов. Физиологический ответ, описанный в работе более полно, открывает механизм переваривания и усвоения протеина бройлерами из различных кормовых субстратов. Полученные данные, могут быть использованы для повышения эффективности текущих кормовых протеаз и

разработки нового поколения ферментных добавок, опирающихся на наилучшую адаптацию таковых к условиям пищеварения и метаболизма птицы.

Методология и методы исследования. Для достижения поставленной цели и решения задач использовали зоотехнические, физиологические, биохимические, хирургические, экономические и статистические методы исследования.

Основные положения, выносимые на защиту:

- 1. Результаты применения экзогенной протеазы в рационах цыплят-бройлеров зависят от белковых ингредиентов корма, наиболее эффективное действие препарата Акстра Про отмечается на пшенично-гороховом рационе по сравнению с пшенично-соевым;
- 2. Оптимальной дозой использования Акстра Про при выращивании бройлеров является 100 мг/кг корма;
- 3. Увеличение активности дуоденальных протеолитических ферментов наблюдается при добавлении гороха в количестве 5% в рацион цыплят-бройлеров в сочетании с препаратом Акстра Про (50-100 мг/кг корма);
- 4. Введение в корм добавки Акстра Про на фоне пшенично-горохового рациона способствует повышению переваримости сырого протеина корма за счет увеличения активности пищеварительных ферментов.

Степень достоверности и апробации результатов. Научные положения, выводы и предложения производству научно обоснованы и базируются на экспериментальных данных, выполненных на достаточном поголовье птицы с несколькими повторностями, при использовании современного оборудования. Степень достоверности установлена путем статистической обработки данных с использованием компьютерной программы Excel. Дополнительную статистическую обработку проводили на компьютерной платформе JSP SAS Statistic. Материалы диссертации доложены на заседании ученого совета ФНЦ «ВНИТИП» РАН, научнопрактических конференциях: «Актуальные проблемы ветеринарной медицины,

зоотехнии и биотехнологии», посвященной 100-летию со дня основания ФГБОУ ВО МГАВМиБ, 15-й Европейской Конференции по птицеводству, 22-ом Европейском симпозиуме по птицеводству.

Личный вклад соискателя. В диссертационной работе отражены материалы научных исследований, выполненных лично автором в 2018-2019 гг. в лаборатории физиологии ФНЦ «ВНИТИП» РАН, в производственных условиях и виварии СГЦ «Загорское ЭПХ». Личное участие автора в получении результатов и анализе полученных данных составляет 82,0%. Под руководством научного руководителя Вертипрахова Владимира Георгиевича, доктора биологических наук выполнен большой объем работы: разработана схема выполнения опытов, проведены хирургические операции на птице с целью получения дуоденального химуса, проведен научный поиск литературных источников, проанализированы и обобщены предложения экспериментальные данные, сделаны выводы И производству, подготовлены научные статьи, рукописи диссертации и автореферата.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе 7 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных результатов диссертации на соискание степени кандидата сельскохозяйственных наук.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 133 страницах компьютерного текста. Содержит введение, обзор литературы, материалы и методы, результаты исследования, обсуждение результатов, заключение, рекомендации производству, приложения. Список использованной литературы включает 205 источников, в том числе 92 - на иностранных языках. Работа иллюстрирована 23 таблицами и 3 рисунками.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Содержание в кормах трудногидролизуемых и антипитательных компонентов, их влияние на пищеварение и усвоение питательных веществ у животных

Горох (Pisum sativum) является одним из основных источников белка, который используется в пище человека, так и в качестве корма для животных [40,46,134]. Спрос на высокобелковые ингредиенты комбикорма быстро растет с каждым годом, в связи с этим использование гороха, как ценного источника энергии и белка для с/х птицы представляется сегодня особенно перспективным. Питательный состав и качество гороха отличается в зависимости от таких факторов, местоположение произрастания и климатические условия [159,195,202]. К примеру, содержание сырого протеина гороха может варьироваться от 208 до 264 г / кг [151,163]. По сравнению с соей, горох содержит больше лизина, аналогичные концентрации треонина, но меньшее содержание серосодержащих аминокислот и триптофана [46,48]. Хотя концентрация белка в горохе ниже, чем у люпина, соевых бобов, обменная энергия (ОЭ), как правило, выше и находится в диапазоне от 12 до 14 МДж / кг [112].

Основными белковыми фракциями гороха, разделяемыми по растворимости в конкретных растворах, являются альбумины, глобулины (легумин и вицилин) и глютелины, представляющие в среднем около 200, 600 и 100 г / кг, соответственно общего белка в горохе [156,159]. Каждый из метаболических белков, как правило, содержится в водорастворимой фракции (альбумин), а запасные белки обладает специфическими свойствами, в значительной степени зависящими от аминокислотного состава. Следовательно, изменения в пропорциях белковых фракций будут влиять на общее содержание аминокислот. Питательная ценность белка гороха будет отражать различия в аминокислотном составе фракций глобулина.

Саstell А.G., Guenter W., Igbasan F.A. (1988) обнаружили, что соотношение вицилин/легумин существенно различалось у гладких и морщинистых сортов [124]. В зрелом семени гороха оболочка (оболочка семени или семенная кожура) занимает от 70 до 140 г / кг и состоит в основном из некрахмалистых полисахаридов (НКП) [124]. Основные компоненты в очищенных семенах (ядро или семядоли) крахмал (450 г / кг и белок (250 г / кг), с меньшей концентрацией золы, сырого жира, клетчатки и низкомолекулярных углеводов: глюкозы, фруктозы, сахарозы и олигосахаридов. Характеристика крахмала и тип белка, образующиеся в семени после созревания, напрямую влияют на переваривание гороха моногастричными животными.

Крахмал гороха состоит из двух полимеров глюкозы, один из которых является линейным (амилоза), а другой (амилопектин) разветвленный. Пропорции каждого варьируются среди семян разных видов и даже между различными сортами одного и того же вида, например, в форме амилозы; 66% крахмала содержится в «морщинистом», по сравнению с 35% в «гладком» горохе, причем амилоза хуже усваивается моногастричными [186, 187]. По мере созревания крахмал накапливается в виде субклеточных тел (крахмальных зерен), которые характерны по форме для каждого типа растений, но различаются по размеру (2-100 µ) даже в пределах одного семя. Таким образом, как размер, так и тип крахмальных зерен будет влиять на скорость переваривания и доступность энергии в горохе. Общее содержание крахмала обычно выше в гладких сортах, чем морщинистых (480 против 330 г / кг), а также в весенних сортах, чем в зимних сортах (500 против 475 г / кг) [146]. Тем не менее, гороховый крахмал, по-видимому, хорошо усваивается, сообщается о 97% подвздошной переваримости крахмала гороха у свиней при раннем отъеме. Немного более низкие значения переваримости крахмала (88-92%) для гороха были получены с использованием взрослых петушков [145,146].

Развитие семени гороха включает в себя уменьшение доли семенной кожуры,

хотя в дальнейшем она становится основным депозитарием клетчатки и лигнина.

Клетчатка гороховой шелухи состоит в основном из трех остатков НКП глюкозы, уроновой кислоты и ксилозы [130]. Тем самым, указывая на отложение целлюлозы, пектиновых полисахаридов и ксиланов. Следы лигнина были обнаружены в очищенном семени гороха, где клетчатка состояла в основном из арабинозы, остатков глюкозы и уроновой кислоты. Использование клетчатки зависит от ее состава и НКП, которые плохо перевариваются в тонком кишечнике, впоследствии их концентрация уменьшается путем ферментации в толстом кишечнике. Побочные продукты этого процесса включают летучие жирные кислоты, которые могут быть поглощены и использованы свиньями в качестве источника энергии. Тем не менее, период микробной ферментации в толстой кишке, отражается во времени прохождения химуса и отличается у разных видов животных и птицы. Возможно, это и являлось одной из причин, предполагающих более высокую видимую усвояемость НКП гороха у свиней по сравнению с домашней птицей [154,156,159].

Анализ клетчатки [151], показал, что содержание кислотно-детергентной клетчатки (КДК) составляет около 80 г на кг сухого вещества (СВ), несколько меньше, чем нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) - 100-160 г на кг СВ. Повидимому, содержание НДК выше в морщинистых сортах, чем в гладких, а также в зимних по сравнению с весенними сортами. Средние значения и диапазоны для КДК и НДК из образцов гороха были 78 (53-102) и 86 (56-98) г на кг СВ соответственно [145,146].

О-галактозиды (раффиноза, стахиоза и вербаскоза) обычно составляют менее 5% от СВ гороха, но, в отличие от тех, которые обнаружены в некоторых других бобовых (особенно в бобах фасоли), не производят метеоризм [144]. Подвздошная кишечная переваримость этих олигосахаридов у растущих свиней была не менее 75%. Во время созревания семян гороха происходит увеличение концентрации Си-

галактозидазы, тогда как содержание других низкомолекулярных сахаров снижается. Сахароза может по-прежнему представлять 38% всех сахаров в горохе с гладкими семенами, но, вероятно, будут меньше 50 г кг на CB в сухом горохе [132,144].

Горох, относительно недавно, считался хорошо усваиваемым птицей продуктом [89], хотя некоторые проблемы с резистентными крахмалами были отмечены учеными [69,130,150]. Усвояемость крахмала гороха в желудочно-кишечном тракте птицы зависит от ряда факторов, включая соотношение амилозы и амилопектина, кристаллическую структуру крахмала (третичного и четвертичного), а также физико-химические свойства крахмала и его взаимодействие с другими компонентами корма. Так называемый резистентный крахмал, который трудно подвергается гидролизу собственными пищеварительными ферментами [40,129].

Горох также богат и антипитательными факторами (АПФ). Некоторые из них можно классифицировать как белковые: антигенные белки, ингибиторы трипсина, ингибиторы α-амилазы, и лектины, а также небелковые: алкалоиды, танины и сапонины. Ингибиторы трипсина и α-амилазы снижают переваримость питательных веществ корма тем самым, ухудшая продуктивность животных, антигенные белки и лектины взаимодействовать со слизистой оболочкой кишечника и, таким образом, могут инициировать иммунную реакцию [40]. Исследования показали, что кормление сырым горохом влияет на развитие кишечной микроструктуры у свиней, приводит к атрофии ворсинок и изменениям морфологии ворсинок [145].

Что касается влияния антигенных белков, исследования показали, что кормление горохом приводит к системному иммунному ответу, что проявляется увеличением титра антител против гороховых белков в крови телят и поросят [150,151]. Повреждение слизистой оболочки и возникновение иммунных реакций слизистой может сопровождаться увеличением кишечной проницаемости и ухудшением абсорбирующей способности кишечника. Горох содержит широкий спектр АПФ, включая антигенные белки, лектины и некрахмалистые полисахариды

(НКП), которые могут взаимодействовать со стенкой кишечника. Если суммировать, то предполагается, что антигенные белки и лектины, присутствующие в горохе и соевых бобах, взаимодействуют со слизистой оболочкой кишечника, инициируя иммунные реакции слизистой оболочки, сопровождающиеся изменениями в морфологии кишечника [181,195]. Растворимые НКП могут увеличивать вязкость кишечного содержимого (химуса), уменьшая скорость прохождения корма и подавляя эндогенную ферментативную активность. Таким образом, поглощение питательных веществ и пищеварение может быть нарушено [151,159].

Различные методы обработки корма могут снизить АПФ и, таким образом, увеличить кормовую ценность гороха. Было показано, что термообработка снижает содержание лектина в семенах бобовых [144] и что антигенные белки могут быть разрушены путем ферментативной обработки с использованием бактерий Bacillus subtilis или кормовых эндогенных ферментов. Более того, в качестве кормовой добавки могут быть использованы экзогенные ферменты карбогидразы, разлагающие компоненты НКП, снижая кишечную вязкость при скармливании животному, улучшают переваримость питательность веществ и продуктивность животных и птицы [77, 118].

Общепринято считать, что из-за значительного содержания ряда антипитательных веществ необработанную сою нельзя использовать животным. В опытах, проведенных в США, при вводе в комбикорм свиньям на откорме сырой сои в количестве 20,5% и цыплятам-бройлерам - 34% установлено, что свиньи и цыплята не погибли, но давали в 1,5 раза меньше прироста массы по сравнению с животными, получавшими комбикорм с пропаренной и микронизированной соей и соевым шротом. Поэтому с целью повышения эффективности использования сои ее следует подвергать обработке. Считается, что в чистом виде соя экструдируется плохо. Из-за высокого содержания жира температура экструдированной массы не достигает 140 °C, поэтому нет эффекта "взрыва" и не инактивируются антиферменты трипсина и другие антипитательные вещества [86,87].

В исследованиях ВНИИКП экструдирование одной сои (без добавок) проводилось по специально разработанной технологии. При переработке сои на экструдере КМЗ-2У в полученном полножирном продукте при температурном режиме 84°C активность уреазы составила 1,12 pH (исходная - 1,85 pH), ингибитора трипсина - 17,7 мг/г (исходная - 20,7 мг/г), при температуре 95°C активность уреазы составила 0,2 pH, при 105 °C - 0,05 pH и при температуре 120°C активность уреазы опустилась до 0, а содержание ингибора трипсина составило 3,5 мг/г. У других авторов последние величины активности уреазы и ингибитора трипсина получались при температуре не ниже 140 °C. Для подтверждения инактивации уреазы и ингибитора трипсина в сое при указанных температурах во ВНИИКП был проведен опыт на цыплятах-бройлерах кросса "Бройлер-6". В комбикорм рецепта ПК-5 опытных партий было введено по 20% экструдированной полножирной и полужирной сои в ПК-6 - по 25%. Соя экструдировалась при температуре 95°С и 120°С. Комбикорм для всех групп цыплят был одинаково сбалансирован по всем питательным и биологически активным веществам. В группах, где цыплята получали комбикорм с экструдированной полножирной и полужирной соей, был получен среднесуточный прирост живой массы 38-39 г, а в группе, где цыплята получали комбикорм с соевым шротом и жиром - 36,1г [39,46,58].

Соя является сырьем для производства большого количества кормовых ингредиентов. В России для выращивания сои пригодно только 15% засеваемой площади или 15 млн.га, поэтому она является дефицитным компонентом [14,58].

Сырые соевые бобы содержат ингибиторы трипсина, лектины (фитогемагглютенины), антивитамин D, металл-связывающие соединения и другие нежелательные вещества, которые вызывают неблагоприятную физиологическую реакцию организма животных и снижают доступность аминокислот, витаминов и минеральных веществ [60,82]. Из всех указанных антипитательных веществ в сое наибольший вред приносят ингибиторы трипсина [87,89]. Они относятся к белковым веществам (глобулинам) и содержатся в сырой сое больше других кормовых средств - 20-65 единиц или 1,0-3,2%. Среди полезных белков сои есть вещества, которые принято считать антипитательными компонентами корма - ингибиторы протеолитических ферментов. Возможно, эти вещества заложены природой в соевый боб для его защиты от поедания птицами и от развития в нем микрофлоры [111].

Ингибиторы протеаз составляют 5-10% от общего количества белка в семенах сои. Их активность колеблется от 7 до 38 мг/г [145]. Отличительной особенностью этих веществ является то, что, взаимодействуя с ферментами, предназначенными для расщепления белков, они образуют устойчивые комплексы, лишенные как ингибиторной, так и ферментативной активности. Результатом такой блокады является снижение усвоения белковых веществ рациона. Попадая в желудок, часть ингибиторов (30 - 40 %) теряет свою активность, а наиболее устойчивые достигают двенадцатиперстной кишки в активной форме и ингибируют ферменты, вырабатываемые поджелудочной железой [175,178].

По химическому строению, свойствам и субстратной специфичности ингибиторы сои, в основном, относятся к двум семействам:

- 1. Ингибиторы Кунитца (1,4%) водорастворимые белки, с молекулярной массой 20000 25000, связывающих одну молекулу трипсина, со сравнительно небольшим числом дисульфидных мостиков, с изоэлектрической точкой 4,5;
- 2. Ингибиторы Баумана Бирка (0,6%) спирторастворимые белки с молекулярной массой 6000 10000 Да и небольшим числом дисульфидных мостиков, способных ингибировать как трипсин, так и химотрипсин, с изоэлектрической точкой 4,0 4,2 [20].

Инактивация трипсина в кишечнике приводит к увеличению секреции холициститокинина в слизистой оболочке. Этот гормон стимулирует поджелудочную железу вырабатывать больше таких пищеварительных ферментов, как химотрипсин,

амилаза и эластаза. Такое увеличение ферментного продукта вызывает гипертрофию и гиперплазию поджелудочной железы, которая, в конечном счете, увеличивается (гипертрофируется) [28, 139].

Ингибиторы трипсина в большой степени инактивируются при термической и гидротермической обработке сои. По данным некоторых авторов, при наличии в сырой сое 61,3 ед. ингибиторов трипсина, они снижаются до 18,2 ед. при обработке с температурой 130 °C и до 2,9 ед. - при 190 °C [39]. Но инактивация ингибиторов трипсина теплом сопровождается необратимой денатурацией белков (ингибиторы трипсина как белковые вещества тоже денатурируются). Степень денатурирования можно определить по количеству растворимого в воде белка. Если в сое он снизился до 15% и ниже, то белок в значительной степени денатурировался. Особенно резко снижается растворимость у денатурированного глобулярного белка, которого в сое содержится до 55%.

Денатурация у большей части белка наступает в результате нагрева до температуры выше 55-60 °C, при этом свойственная данному белку биологическая активность (например, ферментативная) в большей или меньшей степени утрачивается. При денатурации происходит изменение нативной конформации белковой молекулы, но не сопровождающееся разрывом ковалентных связей. Денатурация белка в зависимости от ее степени сопровождается нарушением вторичной, третичной и четвертичной структуры белка и изменением его оптических свойств, изменением реактивности отдельных химических группировок. При небольшой температуре (ниже 85 °C) происходит нарушение первичной структуры белка [126], которое не приводит к снижению доступности аминокислот, но при нарушении четвертичной структуры белка (что происходит при температуре свыше 200 °C) может полностью разрушиться лизин [60].

При слабой степени денатурации проявляются даже положительные свойства, которые выражаются в повышении реактивности сульфгидрильных групп белка (СГ),

в повышении гидролизируемости белка ферментами. Следует отметить, что при термической обработке сои инактивируются не только ингибиторы трипсина, но и некоторые другие антипитательные вещества. Это доказывается тем, что при удалении ингибиторов трипсина из экстрактов сои усвояемость белка составляет только 40% той, что обеспечивается при использовании обработанной сои. Удаление ингибиторов трипсина без тепловой обработки не восстанавливает до нормы поджелудочную железу [58, 80].

Задержка роста и гипертрофия поджелудочной железы у животных, которым скармливались сырые соевые бобы, объясняется наличием кроме ингибиторов трипсина других факторов. Активность ингибиторов трипсина в практических условиях определяют, как правило, по активности фермента уреазы. Этого фермента содержится в сое больше, чем в других кормовых средствах, что является нежелательным. Уреаза относится к амидазам, которые разлагают мочевину на аммиак и углекислый газ. Поэтому повышенное количество уреазы в сое приводит к усилению каталитических процессов в организме животных и гидролитическому расщеплению мочевины на указанные вещества, что может привести к отравлению [87].

Таким образом, определение активности уреазы само по себе уже характеризует степень воздействия температуры на инактивацию вредного фактора (фермента уреазы) и косвенно (условно) - на степень инактивации анти-трипсинового вещества. Хотя от тепловой обработки скорость распада уреазы и ингибитора трипсина не совпадает [86].

К другим антипитательным веществам, значительно теряющим активность при тепловой обработке, относятся лектины, входящие в группу веществ, именуемых фитогемагглютинами [107]. Их в сое содержится 1-3%. Эти белки обладают свойством соединяться с гликопротеиновыми компонентами клеточной мембраны и красных кровяных клеток; процесс сопровождается агглютинацией клеток. Связывание лектинов с поверхностью плазматической мембраны клеток имеет для структурной и

функциональной мембран очень разнообразные следствия, например, вызывает изменения в расположении поверхностных белков и гликопротеинов, в физическом состоянии мембранных липидов, проницаемости мембраны для различных веществ и активности мембранных ферментов. Некоторые из конкретных изменений являются ключевыми, ответственными за дальнейшие изменения в мембране и внутри клетки. Митогенные лектины, к которым относятся кроме лектинов сои лектины пшеницы и чечевицы, индуцируют репликацию нуклеиновых кислот и размножение лимфоцитов [125,126].

Подвержено существенной инактивации при термической обработке также такое антипитательное вещество сои, как белок соин, которого в ней содержится до 5%. Соин обладает ядовитыми свойствами, он может (как и некоторые другие белки зернобобовых) присоединять цинк, делая его недоступным для усвоения животными [87]. Основным компонентом, обеспечивающим такое соединение цинка, является фитиновая кислота, поскольку соевый белок, из которого удалена фитиновая кислота, не способен присоединить этот металл. Соин снижает аппетит у животных и затрудняет усвоение ими минеральных добавок, содержащих, кроме цинка, марганец, медь и железо [161,168].

Под действием тепла инактивируются такие ферменты сои, как липоксидаза (липоксигеназа), аллантоиназа и аминооксидаза, оказывающие отрицательное воздействие на питательность корма и организм животного. Липоксидаза катализирует окисление ненасыщенных высокомолекулярных жирных кислот, каротин и жирорастворимые витамины. Из всех кормовых средств растительного происхождения липоксидаза сои наиболее активная. Аллантоиназа проявляет действие во время хранения сои, особенно при ее влажности более 12% и высокой температуре воздуха. В таких условиях в сое начинают гидролизоваться нуклеиновые кислоты, образуя пуриновые основания (аденин и гуанин), которые затем переходят в конечный продукт пуринового обмена у млекопитающих животных - аллантоин. А под действием аллантоина-

зы это вещество превращается в мочевину и глюксиловую кислоту, которые вредны для организма свиней и птицы. Часть мочевины под влиянием уреазы разлагается на аммиак и углекислый газ. Фермент аминоксидаза появляется в сое при прорастании. А прорастание происходит при повышенной влажности сои и температуры, когда активизируется деятельность микроорганизмов и ферментов, приводящих к декарбоксилированию аминокислот, в частности, лизина и аргинина. При этом из лизина образуется амин кадаверин, и из аргинина сначала образуется аминокислота орнитин, затем амин путресцин. В дальнейшем под действием фермента аминоксидазы из кадаверина образуется пинеридиновый алкалоид - изопеллетверин, а из путресцина пирролидиновый алкалоид норгигрин. Сами по себе названные амины являются вредными веществами, но наиболее ядовитыми свойствами обладают образовавшиеся из них алкалоиды [40,101].

Помимо антипитательных веществ, инактивирующихся под действием тепла, в сое содержатся некоторые антипитательные вещества, которые под действием тепла или совсем не теряют свою активность, или теряют в слабой степени. К таким веществам относятся гликозиды сапонины (до 0,5% от сухого вещества сои) и стероидные алкалоиды. Сапонины представляют собой гликозиды с агликонами ("не сахар"), являющимися циклопен-танонергидрофенатренами. Сапонины - аморфные, хорошо растворимые в воде ядовитые вещества, не содержащие азота. При введении в кровь вызывают гемолиз, т.е. растворение красных кровяных телец. Но сапонины высокотоксичны при парентеральном поступлении в организм, но не представляют большой токсической опасности при оральном введении. Однако высокий их уровень в корме замедляет протеолитическое действие трипсина и химотрипсина и придают ему горький вкус. При гидролизе сапонины, кроме агликона, дают глюкозу, галактозу, арабинозу и метил-пентозы [40,89].

К стероидным алкалоидам относится генистин. Он является антивитамином витамина D, по своему действию сходен с диэтилстильбестролом и обладает экстра-

генным свойством. В соевых бобах генистина содержится от 0,1 до 0,5%. Высокое количество его нахождения в корме отрицательно влияет на рост животных. Кроме того, генистин относится к факторам, способствующим развитию рахита. Он снижает содержание кальция в костях, особенно чувствительны к наличию генистина индейки [107].

Таким образом, ни один компонент комбикорма, ни метод обработки не является идеальным с точки зрения физиологии пищеварения и усвоения питательных веществ: в любом сырье присутствуют трудногидролизуемые компоненты и антипитательные вещества. Применение ферментных препаратов и других кормовых добавок для устранения вышеперечисленных факторов сможет корректировать потери для получения оптимальной продуктивности с/х птицы и сохранения здоровья пищеварительного канала.

1.2 Методы коррекции пищеварения с использованием ферментных препаратов при выращивании цыплят-бройлеров

1.2.1 Экзогенные ферменты, гидролизующие некрахмалистые полисахариды

Использование кормовых экзогенных ферментов для устранения антипитательных факторов и улучшения переваримости компонентов рациона, и повышения продуктивности стало общепринятой практикой в кормлении птицы [77, 129]. Птица является всеядной, что предоставляет широкую возможность для комбинирования рационов кормовыми ингредиентами разного происхождения: растительного, животного и неорганического [7,96,197]. Однако, мировая практика по минимизации затрат на стоимость кормов привела к тому, что рацион зачастую не соответствует физиологическим требованиям организма птицы, особенно на периоде раннего постэмбриогенеза, в практике называющимися стартовым [118,128].

Пшеница является основным зерновым компонентом рациона во многих странах, в некоторых рационах занимает до 800 г/кг корма [50]. Несмотря на широкое использования, от урожая к урожаю наблюдается высокая вариабельность ее питательного состава [52]. Уровень содержания растворимых и нерастворимых некрахмалистых полисахаридов (НКП) в пшенице др. зерновых зависит от многих факторов: сорта, условий созревания, уборки, сушки и т.д [83]. Арабино-ксиланы и бета-глюканы являются наиболее антипитательными составляющими НКП зерновых. Обнаружена отрицательная линейная коррекция между содержанием НКП (уровнем пентозанов) в рационе и показателями выращивания бройлеров [40,119]. Арабино-ксиланы более распространены в пшенице, тритикале, ржи, тогда как бета-глюканы в ячмене. Известно, что бета-глюканы более чувствительны к бактериальному гидролизу в кишечнике, чем арабино-ксиланы. Таким образом, использование фермента ксиланазы на пшеничных рационах птицы стало необходимым для получения высоких показателей продуктивности [118].

НКП являются антипитательным фактором зерновых, которые повышают вязкость кишечного химуса [50] и связывают значительное количество влаги. Что проявляется в отставании роста у цыплят, ухудшению усвоении питательных веществ, клоацитами - залипании клоаки пометом. Так, у бройлеров, получавших корма со злаковыми, наблюдалось снижение кормоконверсии, прироста и повышение влажности помета [141]. Включение в рацион разлагающих клетчатку ферментов (бета-глюканазы и ксиланазы, на практике именуемыми НКП-ферментами) улучшало показатели выращивания, снижая антипитательный фактор вязкости злаковых. В опытах на 42-дневных бройлерах, при использовании рационов на основе пшеницы с и без дозировки ксиланазы, птица получавшая фермент ксиланазу имела живую массу на 356 гр. выше, а кормоконверсию на 0,11 пункта ниже. Тогда как при вводе в пшеничные рационы бройлеров бета-глюканазы и ксиланазы до 21 дня выращивания обнаружено снижение конверсии на 0,05 пункта ниже (p=0,15). Было отмечено снижение вязкости подвздошного химуса на 0,68 срt и кормоконверсии на 0,037 за 35 дн, при применении ксиланазы на бройлерах, получавших пшеничный рацион [118].

В тоже время важно отметить, что некоторые эксперименты показали положительное влияние на продуктивность бройлеров при использовании НКПферментов на «невязких» рационах на основе кукурузы и сорго. Считается, что способность бета-глюканазы и ксиланазы разрушать клеточную стенку повышает доступность питательных веществ для переваривания таковых из эндосперма и алейронового слоя [118,130,131]. По примерной оценке, 400-450 ккал ОЭ на кг рациона не переваривается бройлерами, получающими кукурузно-соевый рацион. Использование непереваримой фракции белков, жиров, крахмала за счет ввода экзогенных ферментов напрямую может улучшить энергетическую ценность частности, НКП-разлагающие ферменты способны рациона. улучшить биодоступность питательных веществ В кишечном химусе ДЛЯ гидролиза эндогенными ферментами поджелудочной железы, кишечника и желчью, тем самым улучшив показатели выращивания. В научной литературе исследовали добавление бета-глюканазы и ксиланазы к кукурузным рационам бройлеров. Было обнаружено положительное влияние ферментов на кормоконверсию и приросты: на 0,13 пунктов улучшалась конверсия корма (P=0,15), а приросты были выше на 42 грамма (p<0,01) [130,158].

Использование НКП-ферментов в рационах с/х птицы открывает широкое поле для включения в рацион ингредиентов с низкой питательной ценностью, но «богатыми» трудно-гидролизуемыми компонентами клетчатки, НКП, такими как отруби, послеспиртовая барда, шрота, жмыхи подсолнечника и др. К примеру, использование пшеничной или кукурузной после-спиртовой барды, побочного продукта при производстве биотоплива или спирта [117,167], может значительно снизить стоимость кормов. Однако данные продукты содержат высокое содержание некрахмалистых полисахаридов, ухудшающих эффективность переваривания питательных веществ и качество помета. Сегодня использование НКП-разлагающих ферментов: ксиланазы, бета-глюканазы, бета-маннаназы, альфа-галактозидазы и пектиназы на рационах с высоким содержанием клетчатки вошло в общую практику, во многих экспериментах показало улучшения переваривания питательных веществ, снижение вязкости химуса [118,163].

НКП-разлагающие ферменты способны оказывать пребиотический эффект, высвобождая короткоцепочечные олигосахариды [117]. Олигосахариды являются резервными углеводами в органах растений, такими как семена и клубни и мобилизуются во время прорастания. Они также образуются во время ферментной обработке клеточной стенки в кишечнике у птицы. Химически их можно определить, как гликозиды, содержащих от 3 до 10 сахарных групп. Попадая в слепые отростки, олигосахариды становятся субстратом для микрофлоры, что выражается в более высоких концентрациях летучих жирных кислот (ЛЖК). Обнаружена зависимость уровня ЛЖК и эффективности приваривания питательных веществ,ОЭ рациона [119].

1.2.2 Экзогенные ферменты, высвобождающие фитатный фосфор

Фитат и фитатный фосфор содержится во всех современных рационах бройлеров [40,50] и его частичная биодоступность была описана уже в 1939 году Лове и др. По данным Bedford M.R., Partridge G.G. (2010) в 1962 г. впервые была описана возможность экзогенной фитазы улучшать переваривание фосфора и минерализацию костей у цыплят-бройлеров [118]. Тем не менее, только через 3 десятилетия, в 1992 году, была представлена первая коммерческая фитаза продуцированная грибом Aspergillus niger, способная гидролизовать фитиновую кислоту и высвобождать неорганический фосфор, доступный для всасывания в кишечники птицы, тем самым снижая выделение Р с пометом [115]. Первоначально считалось, что фитаза будет использоваться в странах и местности, где введены штрафы выбросы фосфора жесткие государственные ограничения И на птицеводческими и свиноводческим объектами [120]. Несмотря, на данный прогноз использование фитазы сегодня в рационах моногастричных животных и птицы принято гораздо широко, чем, к примеру, НКП-ферментов [138]. Важным достижением по исследование фитаз является обнаружение «экстра-фосфорного» эффекта. Так начиная с опытов Simmons J. D. и др. с 1990 года по сегодняшний день обнаруживается улучшение продуктивности при включении в рацион бройлеров фитазы. В научной литературе отмечается увеличение прироста живой массы (18%), потребления корма (9%), и снижения кормоконверсии (7,9%) на цыплятах бройлерах с 7 до 25 дневного возраста при добавлении в рацион фитазы в дозировке от 400 до 800 единиц активности [114, 168].

Вероятно, существует ряд факторов для повышения эффективности фитазы и положительного физиологического ответа у домашней птицы. У бройлеров прерывистые режимы освещения могут увеличить время удержания химуса в зобе [114]. Логично, учитывать, что зоб будет являться, одним из основных начальных

участков активности фитазы. Рекомендуемые нормы включения фитазы могут быть консервативными, но, как уже говорилось, для реализации полного потенциала фитазного фермента может потребоваться соответствующие кормовой состав, например, высокое содержание фитата [178].

Альтернативно, одновременное включение фитазы с другими экзогенными ферментами может быть полезным, особенно для улучшения доступа к субстрату. Сочетание фитазы и ксиланаза в рационах на основе пшеницы [178], по-видимому, выгодно и возможно, что ксиланаза облегчает доступ к субстрату собственных пищеварительных ферментов и абсорбцию питательных веществ, выделяемых фитазой. В литературе изучалась взаимосвязь различных фитаз и кислотных фосфатаз [118], и, возможно, кислотная фосфатаза ускоряет индуцированные фитазой дефосфорилирование фитата. Одновременное включение фитазы и галактозидазы, глюканазы, ксиланазы было исследовано на рационах на основе кукурузы, ячменя и пшеницы, соответственно, [131]. Полученные данные свидетельствуют о том, что фитаза в сочетании с карбогидразой и протеазой обладает аддитивным действием в рационах бройлеров. Таким образом, дальнейшие исследования ферментных "коктейлей" является оправданным [204].

Однако обнаружение и закрепление статистически достоверного ответа на действия ферментов невозможно, без исследования физиологической реакции птицы [7,97,98]. В литературе достаточно много противоречивых публикаций, положительным и отрицательных, описывающих использование одного и того же ферментного комплекса («коктейля») на разных контрольных рационах, на основе различного кормового сырья (пшеницы, кукурузы, сои и т.д.). Поэтому достижение достоверных результатов будет более успешным, если учитывать физиологические особенности пищеварения с/х птицы при использовании различных по составу кормов и ферментных композиций.

1.2.3 Использование кормовых экзогенных протеаз в рационах бройлеров

Для переваривания протеина птицей, как общепринято полагается, выделяется достаточное количество протеолитических ферментов железистым желудком, поджелудочной железой и кишечником, желчью. Данная протеазная активность считается достаточной для переваривания протеина корма [155,170]. Более того, вследствие эволюционной адаптации, в частности, способности к полету и уменьшении массы тела, у птиц сформировалась мощная система гидролиза питательных веществ в сочетании с коротким пищеварительным трактом [7,35]. Важно понимать, что птица не потребляет субстраты сами по себе, но кормовые ингредиенты, где субстраты содержатся в форме сложных матриц. Отчасти по этой причине, потенциал использования питательной ценности кормовых ингредиентов не полностью реализуется в организме у птиц: не один ингредиент не может быть переварен на 100% [35]. Даже те субстраты, для которых организм вырабатывает достаточное количество пищеварительных ферментов (такие как крахмал, белок, жиры) полностью не перевариваются: 10-20% субстратов выделяется с пометом. Так Wang H., (1998). Lemme A. с сотрудниками (2004) нашли определенное количество протеина, проходящее через ЖКТ не будучи полностью переваренным [236,283]. Это приводит к главной задаче использования экзогенных ферментов: расщепить это количество субстратов, которое остаточное В противном случае останется непереваренным [50].

Несмотря на повсеместно распространение использования кормовых ферментов (фитазы и разлагающих клетчатку энзимов), результаты от использования кормовых протеаз, которые добавляют к различным рационам бройлеров остаются противоречивыми [114,129]. В научной литературе имеются данные [171,173] об обработке кормов до скармливания с помощью кормовой протеазы, причем как in vitro, так и in vivo на рационах дефицитных по аминокислотам. Выполнены

сравнительные исследования обработки соевого шрота с помощью кормовой протеазы перед смешиванием в комбикорме. Было протестировано два типа кормовых протеаз, полученных от ферментации Aspergillus spp. и Bacillus spp., в результате первый тип протеазы приводил к улучшению продуктивности бройлеров, тогда как второй не имел значительного влияние [171,173].

Angel C.R. и др. (2010) оценили чувствительную дозировку монокомпонентной протеазы от Nocardiopsis prasina на цыплятах бройлерах, получавших корма на основе кукурузы и соевого шрота, уменьшенных по содержанию сырого протеина и переваримых аминокислот на примерно 10% (22,5 % в положительном контроле и 20,5% в отрицательном контроле с тем же пропорциональным уменьшением в аминокислотах). Прирост живой масса с 7 по 22 день в положительном контроле был 711 г, а отрицательном - 661 г. Добавление монокомпонентной протеазы увеличило прирост с 661 до 708 г в дозировказависимой закономерности [114].

Однако Vojtěch Rada и др. (2016) обнаружили, что добавление той же самой кормовой протеазы, как в опытах Angel C.R. с сотр. (2010) не имело влияние на подвздошную переваримость аминокислот или протеазную активность в тощей кишке бройлеров, в случае, когда рацион содержал одинаковый уровень рапсового шрота. И более того, кормовая протеаза не повлияла (P>0,05) на подвздошную переваримость аминокислот, когда применяли высокий ввод рапсового шрота в рацион (8%) [129,199].

Liua S.Y., Selle P.H., Court S.G., Cowieson A.J. (2013) изучали ту же монокомпонентную протеазу, так же полученную от экспрессии Nocardiopsis prasina при скармливании рационов на основе сорго. Авторы доложили, что применение кормовой протеазы увеличило только общий коэффициент переваримости в дистальном отделе тощей кишки бройлеров на 12,6% (0,681 против 0,605; Р<0,05), в проксимальном отделе подвздошной кишки − 5,0% (0,783 против 0,746; Р=0,055) и в

дистальном подвздошной кишки – 4,7% (0,822 против 0,785; P<0,05). Однако не было получено достоверной разницы при добавлении протеазы на коэффициенты переваримости метионина, лизина, аргинина во всех участках тонкого отдела кишечника, коэффициент переваримости треонина улучшался только в дистальном отделе подвздошной кишки [157].

Маһаgna M., Nir, I., Larbier M., Nitsan Z. (1995) обнаружили, что высокая дозировка кормовой протеазы угнетает эндогенную протеолитическую активность у бройлеров [163]. Дополнительно, использование протеазы снижает (P < 0,05) поток нерастворимой арабинозы, но не влияет на поток нерастворимой ксилозы [173].

Таким образом, исходя из выше сказанного, требуется получение стабильных результатов и физиологических ответов от использования кормовых ферментов, в частности, кормовых протеаз [129]. Хотя, наличие противоречивых физиологических ответов от использования кормовых протеаз демонстрирует текущие ограничения их использования с одной стороны, с другой стороны, данная ситуация может являться возможностью для правильного и научно-обоснованного внедрения данного кормового фермента в кормление птицы.

Несмотря на то, что многие факторы могут влиять на ферментативную активность, исходя из биохимической стороны, образование комплекса фермент – субстрат не происходит без сродства между ферментом и субстратом [119]. Но, исходя из физиологической стороны вопроса, ограничение реакции, по всей видимости, связано с 3 факторами интегральной системы: фермент – субстрат – организм птицы [34].

Использование протеазы с комбинацией с различными источниками протеина может значительно снижать стоимость корма. К примеру, использование гороха для уменьшения ввода дорогостоящего соевого шрота в кормах бройлеров. Gabriel I. с сотр. (2007) обнаружили, что горох как источник протеина значительно варьируется по переваримости сырого протеина и содержанию трудногидролизуемых

компонентов [150], снижая тем самым потенциал использование гороха в рационах для с/х животных. Различные факторы могут влиять на переваримость протеина, такие как танины [159] или размеры частиц [132]. Более того, вариабельность протеина $(K\Pi\Pi)$ кажущейся переваримости может являться следствием вариабельности в истинной переваримости (ИП) или эндогенных потерях протеина в за счет пищеварительной секреции, мукопротеинов, кишечнике слущивания эпителиальных клеток, микробного протеина. В свою очередь вариабельность Эндо и ИП, может являться следствием питательного состава бобов, в частности. состава протеина. Gabriel (2007) обнаружили, что средняя ИП аминокислот варьировалась от 84,4 и 90,2%, и положительно коррелировала с содержанием альбумина РА2 (R=0,71; p<0,05), при отрицательной корреляции с содержанием легумина (R=-0,72, p<0,05).

Важно отметить, различные уровни ингибиторов трипсина (ИТ) были обнаружены в горохе John D.C. (1987), Leterme P. и др. (1990), что существенно снижает протеолитическую активность в кишечнике [139,153]. Как физиологический ответ на скармливание содержащих горох рационов бройлерам, наблюдается увеличение эндогенной секреции И потерь, приводящей гипертрофии поджелудочной железы у бройлеров, тщательно описанную John D.C. (1987). Была обнаружена нелинейная зависимость между массой поджелудочной железы и уровнем ИТ, когда был достигнут физиологический максимум массы поджелудочной железы. Использование кормовой протеазы на бройлерах может компенсировать эндогенные потери на содержащих горох рационах.

Одними из первых, кто оценил возможность кормовых ферментов, включая протеазу из Bacillus licheniformis, улучшать продуктивность на рационе с бобовыми были Castanon and Marquardt (1989) [129]. Так для улучшения питательной ценности кормовых бобов для Леггорнов добавляли 0,25% протеазы к рациону, состоящему из> 900 г / кг бобов, что привело к значительному увеличению прибавки в весе с 14-21 дня (61,0 г против 67,9 г) и значительному снижению конверсии корма (КК) со дня 7—

21 (2,63 против 2,49).

После упомянутой ранней работы Castanon J.I.R. и Marquardt R.R. (1989) Нио G.C. с сотр. (1993) отметили, что грибковые и бактериальные протеазы могут снижать активность ингибиторов трипсина и лектинов в соевом шроте, хотя и in vitro. Впоследствии Guenter W. и др. (1995) показали, что протеаза увеличивает среднесуточный прирост (на 3%) и конверсию корма (на 2%) у цыплят, получавших рацион на основе рапса. Следующие данные представлены Guenter W. и др. (1995), Hessing G.C. и др. (1996) оценили потенциал кислотной или щелочной протеазы для снижения анти-питательного действия лектина, ингибиторов трипсина и антигенных белков в соевом шроте. Был сделан вывод, что кислотная, но не щелочная протеаза обладает способностью разлагать глицинин и бета-конглицинин, а также ингибиторы трипсина in vitro, хотя ни одна протеаза не влияла на гидролиз лектина. Дальнейшие публикации, к примеру, Thorpe J. и Beal J.D. (2001) были в основном о влиянии протеаз на снижение влияния антипитательных факторов сои, а не гороха [129; 178].

К сожалению, интерес к использованию протеаз специально для разложения белковых антипитательных факторов значительно снизился в конце 1990-х годов и в новом тысячелетии, и акцент сместился на более классические показатели продуктивности (конверсия корма, ССП) [183]. По мнению автора, данный факт стал ключевым В продолжающейся череде противоречивых исследований на птице. Понимание физиологического использованием кормовых протеаз механизма действия эндогенной протеазы и анти-питательных факторов является, по мнению автора, решающим для получения стабильных, статистически достоверных результатов, и, следовательно, улучшения продуктивности птицы.

Интересной представляется работа Тесаривской Т.Б., где исследовалась влияние гороха на внешнесекреторную функцию поджелудочной у кур. Введение в рацион уже 1% гороха достоверно уменьшало активность протеолитических ферментов в секрете на 31,1 %, в то время как активность амилазы увеличивалась на

20,4 % по сравнению с фоновым уровнем [89].

При добавлении 5 % гороха также существенно уменьшалась протеолитическая активность в 1 мл секрета поджелудочной железы на 21,5 % соответственно (рисунок 1).

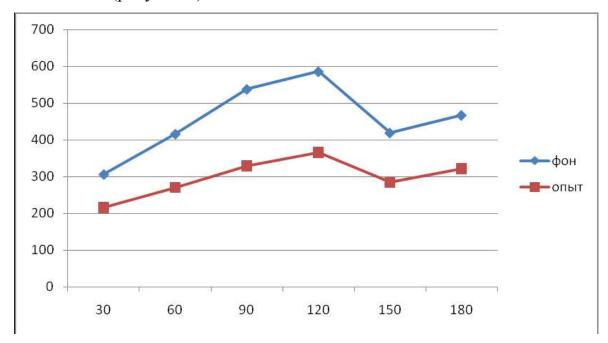


Рисунок 1- Динамика протеолитической активности при добавлении 5 % гороха в рацион кур

Введение 5 % гороха оказывало значительное влияние на нейрохимическую фазу секреции поджелудочной железы (120 минут после приема корма), где активность протеаз была в 1,8 раза ниже по сравнению с фоновым уровнем. Очевидно, что использование эндогенной протеазы для устранения падения собственной протеолитической активности в постпрандиальную фазу пищеварения, вследствие предположительного действия антипитательных факторов (ингибиторов трипсина, лектина и др.), будет является основополагающим [148].

Стимулирующее влияние протеазы на здоровье кишечника до конца не изучено, но может быть комбинацией нескольких взаимодействующих факторов. Такие факторы могут включать: уменьшение микробной ферментации протеина в дистальном отделе пищеварительного тракта, гидролиз белковых антипитательных веществ и антигенных белков, сдвиг в месте переваривания макроэлементов в более

проксимальные сегменты кишечника или улучшение физиологии кишечника, например: увеличение доступности глутамина для энергетического метаболизма энтероцитов, снижение вязкости химуса в просвете кишечника [171,172], изменение потока НКП в кишечнике [173], улучшение удержания кальция и фосфора [115], улучшенная доступность аминокислот для синтеза муцина, более плотное и целостное соединение энтероцитов кишечника [129].

Ферментация (гниение) белка в дистальном отделе кишечного тракта имеет ряд потенциально вредных последствий, которые зависят от степени гниения и аминокислотного состава ферментированного белка. Windey K. и др. (2012) утверждают, что в то время как бактериальная ферментация углеводов синтезируются в основном полезные коротко цепочные жирные кислоты, такие как бутираты. При ферментации белка образуется множество вредных метаболитов. Ферментация аминокислот с разветвленной цепью (валин, изолейцин, лейцин) приводит к образованию жирных кислот с разветвленной цепью, таких как изобутират, 2-метилбутират. Метаболизм изовалерат бактериальной ферментации ароматических аминокислот (фенил, тирозин, триптофан) в кишечнике приводит к образованию фенольных и индолических соединений, таких, скатол. Ферментация серосодержащих мукопротеинов и аминокислот (метионин, цистеин и таурин) приводит к образованию сероводорода. Таким образом, концентрация, аминокислотный профиль комбикорма, усвояемость и скорость переваривания (оба фактора зависят от экзогенных протеаз) протеина корма и величина эндогенных потерь в каудальном отделе кишечника будут способствовать или уменьшать степень гниения белка и здоровье кишечника в общем.

Интересно, что такие физиологические ответы в области здоровья кишечника ни в коем случае не ограничиваются только недавней литературой, и за последние несколько десятилетий было опубликовано несколько публикаций, касающихся этой области. Например, Mynott T.L. и др. (1991) продемонстрировали, что пероральная

доставка «энтерально-защищенный препарат протеазы» Detach; Enzacor Technology Pty. Ltd., Мельбурн, Австралия, была способна существенно снизить энтеротоксигенное прикрепление кишечной палочки е.coli к слизистой оболочке кишечника кроликов. Протеазная добавка также приводила к значительному сокращению колониеобразующих единиц (КОЕ) на сантиметр кишечника и значительному снижению числа случаев смерти от диареи у поросят. Присоединение е.coli к слизистой оболочке кишечника облегчается спайками, известными как антигенный фактор колонизации. Прием внутрь некоторых экзогенных протеаз может достаточно модифицировать кишечную слизистую оболочку, чтобы нарушить процесс прикрепления [129].

Взаимодействия муцина кишечника и экзогенной протеазы изучалось Cowieson A.J., Roos F.F. (2016). В их экспериментах наблюдалась статистически значимая корреляция между влиянием протеазы на усвояемость аминокислот и аминокислотным профилем кишечного муцина. Их исследование описывает, что часть полезного воздействия протеазы на усвояемость аминокислот достигается за счет снижения потери мукопротеина из кишечника, что самоочевидно сказывается на здоровье кишечника. Важно, что Peek H.W. с сотр. (2009) отметили, что добавление протеазы к рациону на основе кукурузы, пшеницы и сои ослабило негативные последствия кокцидиальной (E. acervulina, E.maxima, E. tenella) инфекции у массы, бройлеров, значительно увеличивая прирост живой эквивалентный неинфицированной птице [129]. Кроме того, птица получавшая добавлением экзогенной протеазы, имела значительно более толстый адгезивный слой слизи в двенадцатиперстной кишке, тощей кишке и слепой кишке по сравнению с птицами, которые получали контрольный рацион без добавок. Этот результат согласуется с Cowieson A.J., Roos F.F. (2016). Видимо, это может быть связано с тем, что экзогенная протеаза снижает метаболическую потребность в мукопротеине, уменьшая эрозию этого слоя под действием различных антипитательных факторов в

матриксе поступившего корма или посредством полезных изменений в микробиоме.

Cowieson A.J. и др. (2003,2005) рассматривали влияние однокомпонентной экзогенной протеазы на иммунную компетентность и здоровье тощей кишки бройлеров, которых кормили либо диетой без соевого шрота (СШ) (на основе кукурузы, рапсового шрота и после спиртовой барды), либо рационом на основе СШ (кукуруза и соя) [130,131]. Продуктивность птицы была значительно выше на рационе, содержащем соевый шрот, по сравнению с рационом на основе рапсового шрота, хотя использование азота в подвздошной кишке было одинаково в обеих группах. Кроме того, применение протеазы приводило к усилению регуляции Клаудин1 и различных белковых переносчиков аминокислот в тощей кишке бройлеров на 21-й день. Что увеличивало плотность и целостность соединения энтероцитов в кишечнике и абсорбционную способность как таковую. Плотные соединения в кишечнике контролировали прохождение питательных веществ и другого содержимого просвета кишечника через межклеточное пространство между эпителиальными клетками [129,130,131]. Эти плотные соединения сложны и включают как узкие соединения сами по себе, так и соседние соединения адгезивов, все вместе известные как апикальный соединительный комплекс. Повреждение способность соединительного комплекса снижает апикального кишечника предотвращать приток нежелательных соединений и бактерий в кровь, приводя к снижению эффективности переваривания или заражению. Механизм повышения целостности плотных контактов с экзогенной протеазой изучен недостаточно, но может быть связан с улучшением доступности лизина и пролина за счет эффекта протеазы и их биоконверсии в гидроксилированные формы для синтеза коллагена. Это утверждение частично подтверждает Cowieson A.J. и др. [129,130,131], который наблюдал комплементарные эффекты добавленной аскорбиновой кислоты (ответственной за гидроксилирование лизина и пролина за синтез коллагена) и экзогенных протеаз на бройлерах. Например, прочность на растяжение кишечника

была увеличена с 3,8 Н до 4,3 Н за счет добавления аскорбиновой кислоты и протеазы, хотя это было связано с уменьшением толщины эпителия, что свидетельствует о существенном улучшении целостности кишечника.

Дополнительные подтверждающие доказательства роли экзогенной протеазы в морфологии кишечника представлены Wang H., Guo Y., Shih J.C.H. (2008), которые наблюдали значительное увеличение высоты ворсинок и уменьшение глубины крипт, когда экзогенная протеаза была добавлена к рационам на основе кукурузы и сои у бройлеров [201].

Питательные вещества в большинстве кормовых ингредиентов присутствуют в сложной матрице, включающей крахмал и некрахмальные углеводы, белки, липиды и различные минералы и витамины. Поэтому неудивительно, что кормовые ферменты имеют широкое влияние помимо целевых питательных веществ. Например, ксиланазы способствуют усвояемости аминокислот [118], несмотря на то, что они рассматриваются, главным образом, как «энергетические ферменты», а фитазы, как было показано, увеличивают метаболизируемую энергию [183,188]. Точно так же протеазы часто увеличивают усвояемость небелковых питательных веществ, и это может быть связано с изменениями макроструктуры матрицы питательных веществ в корме после протеолиза или, возможно, с последствиями, связанными с эндогенной секрецией, здоровьем кишечника, активным транспортом и т. д. Cowieson A.J. с сотр. [129] отметили, что добавление протеазы в рацион, основанный на кукурузной и соевой муке, увеличивает усваиваемую энергию подвздошной кишки с 3077 ккал/кг до 3154 ккал/кг и кажущуюся метаболизируемую энергию с 3130 ккал/кг до 3261 ккал/кг. Kalmendal R. и Tauson, R. [141] установили, что добавление в рацион на основе пшеницы для бройлеров экзогенной протеазы значительно повышает усвояемость в подвздошной кишке крахмала с 93 до 96%, жира с 89 до 91% и ОЭ с 13,68 до 14,16 МДж/кг. Fru-Nji F. с сотр. также наблюдали повышение переваримости энергии у бройлеров, при добавлении монокомпонентной протеазы (70,6 против 77,8%) [149], улучшение усвояемости жира (80,3 против 84,0%) [148]. Olukosi O.A. [153] сообщил об увеличении ОЭ рациона на основе кукурузы и сои для цыплят-бройлеров с 2415 до 2453 и 2592 ккал/кг соответственно для 5000 или 10000 единиц протеазы на кг рациона соответственно. Wang H. и др. (2008) отметили, что протеаза значительно увеличила общую задержку крахмала в тракте у молодых (18–21 день) и более старых (39–42 день) бройлеров, которые получали рацион, основанной на соевом шроте, либо на хлопковом шроте (увеличение примерно с 98% до 99,3%) [129].

Эти эффекты слишком существенны, чтобы их можно было объяснить только увеличением усвояемости белка и, вероятно, они повлекут за собой увеличение усвояемости крахмала или жира. Действительно, Cowieson A.J. и др. [129] отметили, что добавление протеазы к рациону на основе пшеницы и сои приводило к значительному снижению концентрации таурина в пищеварительной системе тощей кишки (1097 против 870 мг/кг химуса), что свидетельствует о снижении секреции желчи. Поэтому возможно, что экзогенная протеаза повышает усвояемость жиров, разрушая питательный матрикс корма, и снижает синтез желчных кислот, секрецию и концентрацию таурина в кишечнике, что, в свою очередь, способствует развитию кишечника [177,178].

Таким образом, результаты исследований показывают, что экзогенные протеазы на разных по ингредиентному составу кормах оказывают различное влияние на процессы пищеварения, переваримость и усвояемость питательных веществ. Все это находит отражение на продуктивности цыплят-бройлеров и здоровье пищеварительного тракта. Поэтому целью настоящей работы является изучение действия нового ферментного препарата протеолитического действия Акстра Про на зоотехнические показатели, процессы пищеварения при выращивании цыплят-бройлеров.

1.3 Особенности пищеварения у цыплят-бройлеров по сравнению с другими животными, методы изучения кишечного пищеварения у птицы in vivo

Птица в отличие от других животных характеризуется некоторыми особенностями физиологии пищеварения. Так, она захватывает корм клювом (клюёт) ритмичными ударными движениями. Захваченная порция не пережевывается, увлажняется слюной и движениями языка перемещается в глотку и далее проглатывается. Проглоченная дискретная порция поступает в пищевод и далее в зоб [96,197].

В зобе корм частично перемащивается и сортируется. Мелкие частицы его сразу же переходят в нижний отдел пищевода, а крупные задерживаются там. Частичное расщепление углеводов происходит в зобе из-за выделения альфаамилазы, что было обнаружено Philips S.M., Fuller R. (1983) [197]. Активность амилазы, очевидно, зависит от интенсивности секреции слюны, кишечного рефлюкса, состава корма. Bolton W. году обнаружил, что крахмал гидролизуется внутри зоба, и далее в виде глюкозы всасывается; либо превращаться в молочные, уксусную или другие кислоты; или далее транспортируется по желудочно-кишечному тракту [7,197]. Далее Pinchasov Y. и Noy Y. в 1994 г. показали, что в зобе у птиц происходит значительный амилолиз. Сахароза также гидролизуется в зобе, в то же время как всасывание сахара взобу представляется возможным, но, вероятно, минимальным. Частично, под действием собственных ферментов кормов в зобе начинается гидролиз протеина и жира. Степень его не превышает 1-2% от массы субстратов. Среднее время нахождения химуса в зобе у бройлера от 31 до 41 минут, тогда как, к примеру, у белого Леггорна от 48 мин [96,118]. Крупные частицы могут задерживаться у птицы и на длительное время до 14 часов. Возможно, менее длительное нахождения корма в зобе у бройлеров, связано с более интенсивным

пищеварением [33, 38].

Зоб неважен для нормального роста птицы, когда доступ к корму достаточен. Зобаэктомия (удаление зоба) не повлияло на скорость роста кур, которых кормили *ad libitum* [184]. Однако было замечено замедление роста, когда применяли ограниченное кормление. Это подтверждает установленное научное мнение, что основная функция зоба – временное хранение пищевых запасов [7,183].

В железистом (пилорическом) желудке в результате нейрорефлекторной реакции на поступивший туда с кормом белок начинается выделение фермента пепсина. Оксантипептические клетки, обнаруженные у птиц, выделяют как HCl и пепсиноген. Пепсиноген, под воздействием кислоты или пепсин, который уже присутствует, превращается в пепсин. Объем секреции оптимален, если в рационе содержится от 15 до 25% сырого протеина [21,23,197]. Выход за пределы снижает секрецию и (или) понижает эффективность действия фермента. В то время как липаза была обнаружена в желудочном секрете, это, вероятно, связано с рефлюксом из двенадцатиперстной кишки, анти-перистальтическими сокращениями. Long, J.F. с сотр. исследовали базальную желудочную секреторную скорость, которая составляет 15,4 мл / ч и содержит 93 мэкв / л кислоты и 247 Ед / мл пепсина с рН 2,6 [197]. рН содержание желудка, однако, обычно выше чем 2,6 из-за наличие химуса, где рН был определен сразу после умерщвления птицы. Более высокие значения рН сообщались при измерениях на живой птице [7, 10]. К примеру, Winget C.M. с сотр. сообщили о следующих значениях на цыплятах: ротовая полость 6,7; зоб 6,4; подвздошная кишка - 6,7; прямая кишка - 7,1 [184]. Herpol C. обнаружил, что возраст не влиял на рН пищеварительного тракта [278]. Кислотная секреция кур более высокая по сравнению с млекопитающими, возможно из-за быстрого транзитного времени химуса через кишечник.

Расщепление углеводов под влиянием амилазы начинается в зобе. В желудке процессы гидролиза замедляются результате низкого рН желудка, что неблагоприятно

для амилазной активности [197].

Смешанный с секретом железистого желудка корм быстро эвакуируется в мускульный желудок. Там под действием желудочного сока предыдущего отдела и собственного секрета и происходит процесс первичного расщепления белков корма. При этом нарушается первичная и вторичная структура белка с образованием полураспавшихся продуктов: албумоз и пентонов. Процессу способствует постоянное перемешивание и перетирание корма, вызываемое сокращением мускулатуры и наличием в просвет мускульного желудка песка и камней [7,94,96].

Через плотно смыкающийся сфинктер из 12-перстной кишки в желудок попадает кишечный сок, сок поджелудочной железы и желчь. Поэтому перетертая кормовая масса, приблизившись к выходному отверстию из мышечного желудка, смешивается с указанными секретами, и наступает следующий этап расщепления питательных веществ. Это означает, что в конечном отделе желудка, кроме белков начинают перевариваться жиры и углеводы корма. Через 33-39 минут у бройлеров, у белых леггорнов — 71 минуту желудочного переваривания, содержимое мускульного желудка порциями по мере его уменьшения его размеров и разжижения консистенции поступает в 12-перстную кишку [96].

Существует три фазы желудочной секреции: головная или базальная, желудочная фаза и кишечная фаза. Все три фазы присутствуют у птиц [197]. Головная фаза влечет за собой увеличение ионов водорода (H +) и секреции пепсина, вызванная зрением, запахом или ожиданием корма. Эта фаза находится под контролем блуждающего нерва.

Как резюмировал Duke G.E. (1986), стимуляция блуждающего нерва (вагальная) увеличивает скорость желудочной секреции и выработку пепсина. Вагальная стимуляция вызывает большее увеличение желудочной секреции, чем холинергические агенты. Предполагается, что желудочный секреция стимулируется другими нейромедиаторами, действующими вместе с АЦХ (ацетилхолин). У птиц

вагальная стимуляция вызывает большую выработку пепсина, чем накопление катионов H +. Напротив, инъекция инсулина ингибирует желудочную секрецию H + без воздействия на секрецию пепсина. Следовательно, H + и секреция пепсина могут быть под разными механизмами контроля [197].

В 12-перстной кишке спектр ферментативного воздействия на поступивший туда желудочный химус расширяется до максимума [7,10]. Сок поджелудочной железы, воздействующий на химус характеризуется следующими активностями: амилазной, протеазной, липазной [38]. Протезная активность представлена следящими составом: трипсин, химотрипсин, трипсиноген, ингибиторами трипсина [96; 98]. Также сообщается, что поджелудочная железа секретирует рибонуклеазу и дезоксирибонуклеазу [197]. Амилазу обнаруживают в двенадцатиперстной кишке, тощей кишке, подвздошной кишке и толстой кишке. Оба фермента трипсин и амилаза находятся в самых высоких концентрациях в тощей кишке, предположительно из-за активности в запредельно высокой 12-перстной кишке [30; 33]. потребность поджелудочной кишечника железы И имеют хлорид-ион. Характеристика этих ферментов предполагает, что амилаза поджелудочной железы похожа на о-амилазу млекопитающих, в то время как кишечная амилаза похожа на глюкоамилазу [197].

Секреция поджелудочной железы контролируется как нервной системой, так и гормональными механизмами. Скорость секреции у птиц выше, чем у млекопитающих. [7]. Секреция имеет как базальную, так и кишечную фазы. Когда голодную птицу допускают к корму, панкреатическая секреция увеличивается сразу.

Рацион может влиять на частоту секреции поджелудочной железы. Увеличение содержания углеводов и жиров в рационе повышает активность амилазы и липазы в секрете поджелудочной железе [7,10,188].

Желчь, вырабатываемая и выделяемая печенью, необходима для переваривания жира, действуя как эмульгатор липидов, она способствует лучшему

гидролизу жиров липазой. Таким образом, желчь также участвует в пищеварении углеводов. Относительно мало известно о секреции желчи у птиц возможно из-за сложной анатомии, и физиологической особенности протоков желчи в тонком кишечнике: через гепато-кишечный проток и кистозно-кишечный проток. Скорость желчного секрета составляет 24,2 мкл / мин. у цыплят-бройлеров.

Последние исследования описывают, что у птиц желчь также участвует в расщеплении некоторых белков. К примеру, желчь, полученная от здоровой индейки, содержит существенную желатинолитическую активность, принадлежащую к матричной металлопротеиназе (ММП) семейства ферментов [174]. На основе текущих экспериментов, желчные ММА могут служить для денатурирования и перевирания нативных белков, таких как коллагены. Коллагены составляют основную часть животной соединительного ткани, которые являются неотъемлемой частью естественного рациона всеядных птиц [188]. Возможно, интерстициальные коллагены могут быть устойчивым к разложению обычными пищеварительными протеазами (пепсином, трипсином, химотрипсином), ММП желчи может участвовать в денатурации и последующем пищеварении [7].

Со стороны кишечника в его просвет выделяется амилаза — около 10 мг/мл.мин, протеза — более 5 мг/мл. мин и липаза — 0,3 ммоль/мл/мин. В результате действия ферментативных секретов кишечника и поджелудочной железы полураспавшиеся протеины, поступившие из желудка, разрушаются до коротких три-дипептидов или свободных аминокислот, углеводы — до глюкозы, жиры — до глицерина и жирных кислот [33].

Завершает процесс переваривание корма ферменты пристеночного пищеварения тонкого кишечника, расположенные на его ворсинках и по спектру действия схожие со всей гаммой ферментов, выделяемых поджелудочной железой [96].

В научной литературе были предприняты попытки изучения вопроса об

адаптации поджелудочной железы к разному содержанию корма, но изучались адаптивные возможности железы отдельно у разных видов птиц, при разных концентрациях протеина [34].

Проведенные исследования [40; 43] на взрослых курах и утках с хронической фистулой панкреатического протока показали, что при изменении в рационе количества протеина с 17% до 14% изменяется секреторная функция поджелудочной железы. У птиц отмечается различия в сравнительно-видовом аспекте. У кур, кроме секреции ферментов, наблюдается снижение и секреции сока до 60% в сравнении с контролем. Более интенсивно у них происходит также снижение активности протеаз и амилазы. Если секрецию этих ферментов в контроле принять за 100%, то у кур она составляет соответственно 61% и 58,4%, а уток – 82,1% и 81,8%. Секреция липазы у уток снижается, как и при срочной адаптации, более интенсивно: у кур до 83,3%, у уток – до 21%.

Экспериментально было доказано на курах с хронической фистулой [29], что реакция поджелудочной железы при добавлении к корму ферментного препарата зависит от исходного уровня секреции, который определяется качеством корма. Во время опыта установлена закономерность: чем выше исходный уровень секреции, ниже эффективность ферментного препарата. Добавление ферментного тем препарата к рациону содержащего сырого протеина 16%, наблюдается увеличение активности амилазы на 17,6-24,5%, а протеаз – на 32,2-46,9%. При введении добавки ферментного препарата к корму содержащий измельченные соевые бобы, отмечается увеличение активности амилазы на 12 и 29%, и снижение активности протеаз на 27,2 и 33,8%. При этом амилазно-протеазное соотношение изменялась с 9:1, 10:1 до 16:1, 18:1. Экспериментальные данные свидетельствуют так же о том, что добавление панкреаветина на фоне высокого уровня ферментов приводит к снижению базового уровня выделения протеаз.

Результаты исследований, проведенных на утках [113], показали уменьшение

выделения сока и ферментов на 11% при длительном содержании на низкопротеиновом рационе. А при увеличении концентрации протеина в рационе до 21% и 30% наблюдалось усиление панкреатического сока и активность ферментов соответственно на 12% и 24%. Наиболее значительные изменения в секреции сока и ферментов отмечено при введении в опытный рацион 30% крахмала от массы корма, что привело к увеличению показателей на 61%.

В целом было отмечено, что поджелудочная железа птиц способна не только к срочной, но и долговременной адаптации к количеству в рационе протеина [15].

Установлено [48], что белковые добавки к комбикормам не всегда оказывают положительное влияние на процессы пищеварения. Исследования на фистульных курах, которых кормили соей без предварительной обработки в количестве 10% от массы корма, показывают, что главным образом, усиливается панкреатическое сокаотделение и увеличивается активность амилазы в 2,1-2,2 раза, а протеазы, повидимому, под влиянием ингибитора трипсина, повышают активность лишь на 35-59% по сравнению с фоновым уровнем.

Проведенные исследования [26,27,30] на цыплятах-бройлерах показали, что применение в рационе более богатой питательными веществами кормосмеси (содержание сырого протеина 23,0% и обменной энергии 317 ккал) значительно усиливает пищеварительную функцию поджелудочной железы птиц по сравнению с кормосмесью, в которой содержалось 18,2% сырого протеина и 310 ккал обменной энергии. Активность амилазы возрастала в 2,6 раза, протеаз – в 2,3 раз, а липазы – в 1,5 раза.

В исследованиях на цыплятах-бройлерах [27] было установлено, что экзокринная функция поджелудочной железы реагирует на изменение рациона на уровне аминокислот. В результате проведенных экспериментов, было установлено, что секреторная реакция железы при добавлении к корму кормового концентрата лизина (ККЛ) выражалась в уменьшение количества панкреатического сока, но

происходило повышение протеолитической активности в 1 мл секрета. Введения в корм синтетического метионина (2,6 г/кг корма), которая является первой лимитирующей аминокислотой, стимулировало пищеварительную деятельность поджелудочной железы. Секреция панкреатического сока увеличивалась на 19%, активность протеаз возрастала в 1 мл сока на 17%, а в объеме ока за опыт – на 24%. Таким образом, балансирование кормосмеси с недостатком метионина синтетическим препаратом способствовало повышению в наибольшей степени протеолитической активности [10,27].

Таким образом, внешнесекреторная функция поджелудочной железы птиц отличается от млекопитающих более высоким уровнем активности ферментов. Однако механизм регуляции панкреатической секреции, срочная и долговременная адаптация качеству корма аналогична млекопитающим. Она отражает функциональную адаптацию железы пищеварительной системы у птиц к характерным особенностям видового питания и содержания в нем пищи. При содержании птиц на разных пищевых режимах нервные и гуморальные влияния изменяют, свой характер в связи с особенностями действующих раздражителей при этом меняется состав пищеварительных соков поджелудочной железы.

Аминокислоты и коротко-цепочные ди-три-пептиды всасываются в тонком кишечнике. Наиболее высокая абсорбции метионина наблюдается в подвздошной кишке, чем в другие областях тонкого кишечника. Метионин поглощается с максимальной скоростью, а затем изолейцин, валин и лейцин и глутамат абсорбируется с меньшей скоростью, затем следуют аспартат, глицин и аргинин [197]. Есть ряд переносчиков аминокислот (10 у бройлеров) экспрессируется в энтероцитах, с преимущественно увеличением вниз по тонкому кишечнику от двенадцатиперстной кишки до тощей кишки и подвздошной кишки. Кроме того, наблюдается увеличение экспрессии многих переносчиков аминокислот в период роста и развития после вылупления. Существует умеренно высокая экспрессия Н + -

зависимого транспортер пептида-1 (PepT1) по тонкой кишке, с заметным увеличением периода после вылупления. PepT1 функционирует для транспорта ди и три-пептидов через энтероциты [136].

Согласно данным Gilbert E.R. и др. пептидный транспорт через PepT1, с точки зрения питания, более важен для бройлеров, чем для других животных. Если представить, через пространственное распределение, PepT1 более экспрессируется в двенадцатиперстной кишке, тогда как переносчики аминокислот - в подвздошной кишке. Очевидно, данные результаты указывают на различия в поглощающей способности по длине тонкого кишечника. Данная особенность переваривания белка у бройлеров, предполагает широкое поле исследований для потенциального механизма действия кормовых экзогенных протеаз. Очевидно, что кормовая протеаза обладающая более широкой аффинностью, способная эффективно расщеплять протеин корма до ди-три пептидов, будет значительно повышать усвояемость сырого протеина и аминокислот.

Дальнейшее развитие птицеводства напрямую связано с разработкой и улучшением методов изучения пищеварения птицы, фундаментальные исследования в данной области позволят разработать оптимальные нормативы питания с/х птицы для более полной реализации генетического потенциала. В научной литературе большая часть данных о пищеварении цыплят-бройлеров базируется на результатах после убойного исследования содержимого пищеварительного тракта [96]. Ранее было предпринято несколько попыток получения панкреатического сока у кур с использованием фистульных методов [7], однако широкого распространения они не получили, поскольку морфологической особенностью кур и уток является наличие трех протоков поджелудочной железы, открывающихся в двенадцатиперстную кишку одной папиллой вместе с двумя желчными протоками [10,38]. Поэтому получение чистого панкреатического сока затруднено в связи с проблемой разделения протоков. Для решения данной задачи Ц.Ж.Батоевым, С.Ц.Батоевой [3] был предложен метод,

который основан на трансплантации панкреатического протока в изолированный отрезок кишечника с установкой двух Г-образных канюль, соединенных внешним анастомозом. Указанный метод позволяет получать чистый панкреатический сок в период опытов, а в остальное время - направлять его в кишечник. Благодаря этому методу Ц.Ж. Батоевым и сотрудниками лаборатории были получены данные [2,5], которые свидетельствуют о непрерывной волнообразной секреции поджелудочной железы в течение суток, которая резко повышается после кормления и поения птиц. Установлена высокая активность пищеварительных ферментов поджелудочной железы у кур, уток и гусей по сравнению с млекопитающими животными. В хроническом эксперименте была изучена регуляция функции поджелудочной железы у кур [5,6,9], уток [10], цыплят-бройлеров [29].

Для изучения кишечного пищеварения широко применяются хирургические операции по вживлению канюли в двенадцатиперстную кишку. Данный метод позволяет изучать адаптацию пищеварительных ферментов к разным рационам питания цыплят. В частности, китайскими учеными выполнены исследования по изучению кукурузно-соевой диеты и кукурузной на канюлированных петушках с возможностью получения дуоденального содержимого [182]. Показано, что активность амилазы была ниже в группе петушков, содержащихся на кукурузе. Указанный метод не позволяет глубоко изучать механизм регуляции панкреатической секреции, но с помощью определения активности пищеварительных ферментов дуоденального химуса можно проследить процесс адаптации пищеварения к различным кормовым добавкам.

Известно, что становление пищеварительной функции у цыплят-бройлеров завершается к 14-суточному возрасту, что позволяет использовать их в более позднем возрасте для хронических экспериментов с целью изучения активности пищеварительных ферментов дуоденального содержимого. Поскольку ферментный препарат Акстра Про является новым и его действие на протеазы поджелудочной

железы не изучалось, мы решили использовать указанный физиологический метод для определения влияния разных доз препарата на фоне пшенично-соевого и пшенично-горохового рационов на ферментативную активность кишечника у цыплят-бройлеров.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Проведение зоотехнического опыта, определение переваримости питательных веществ, биохимических показателей крови у цыплят-бройлеров

Первая часть исследования проводилось в условиях вивария СГЦ «Загорское ЭПХ» ВНИТИП в 2018, 2019 гг. на бройлерах кросса «Кобб 500» в количестве 225 голов смешанного стада.

Нормы посадки, световой, температурный, влажностный режимы, фронт кормления и поения соответствовали рекомендациям ВНИТИП (2018). Птица получала сухой рассыпной комбикорм с питательностью согласно нормам для данного кросса компании Kobb.

Схема питания бройлеров: в период 1-10 суток с применением комбикорма под маркой Стартер; 11-21 суток - комбикорм Гроуер; с 22 до 35 суток – комбикорм Финишер. Также применяли сниженное содержание аминокислот в рационе в Гроуера и Финишере, рассчитанное исходя из уровня включения гороха 5 или 10% соответственно.

В опыте были сформированы 3 контрольные группы: контрольная 1 — в рационе цыплят-бройлеров использовался стандартный пшенично-соевый рацион, контрольная 2 — рацион содержал 5% гороха, взамен соевого шрота, как источника протеина в корме, и контрольная 3 - с включением 10% гороха. Во 2(к) и 3(к) группах содержание аминокислот было меньше, чем в 1 (к) (табл. 2.2). Экспериментальные группы получали базовый рацион (1(к), 2(к), 3(к) с добавлением кормовой протеазы Акстра Про в дозировках 50 и 100 мг/кг комбикорма. Ферментный препарат Акстра Про 301 ТРТ (Ахtra Pro 301 ТРТ) был получен от ЗАО «Даниско» (Москва, Россия). Схема эксперимента представлена в таблице 1.

Таблица 2.1 - Схема Опыта 1

Группа	Кол-во	Описание
	ГОЛОВ	
Контрольная 1	30	Пшенично-соевый рацион, согласно реко-
1 (ĸ)		мендациям
Опытная 4	30	1 (к) + протеаза 50 мг/кг
4 (o)		
Опытная 5	30	1 (к) + протеаза 100 мг/кг
5 (o)		

Таблица 2.2 – Схема Опыта 2

Группа	Кол-во	Описание
	голов	
Контрольная 2	30	Пшенично-соевый рацион, содержащий 5 %
2 (ĸ)		гороха, со сниженным содержанием аминокислот
Контрольная 3	30	Пшенично-соевый рацион, содержащий 10 %
3 (K)		гороха, со сниженным содержанием аминокислот
Опытная 6	30	2 (к) (5% гороха) + протеаза 50 мг/кг
6 (o)		
Опытная 7	30	2 (к) (5% гороха) + протеаза 100 мг/кг
7(o)		
Опытная 8	30	3 (к) (10% гороха) + протеаза 50 мг/кг
8 (o)		
Опытная 9	30	3 (к) (10% гороха) + протеаза 100 мг/кг
9(0)		

Все образцы корма были исследованы на питательную ценность. Данные по питательности указаны в таблицах 2.3-2.5. Состав витаминной и минеральной добавки представлен в таблице 2.6.

Перед взвешиванием цыплят при переходе на следующую фазу (новый вид комбикорма), остатки корма учитывались, а после взвешивания цыплят, птице задавался новый корм, соответственно следующему возрастному периоду.

Содержание обменной энергии для бройлеров было на уровне 295,5; 308 и 313 Ккал в 100 г комбикорма — для Стартера, Гроуера и Финишера, при уровне протеина — 21,00; 19,00 и 18,00% соответственно. В условиях вивария ФНЦ «ВНИТИП РАН на петушках цыплят - бройлеров кросса «Кобб-500» с 21 до 40 сутки проведены исследования по биохимическим показателям крови, переваримости питательных веществ и доступности аминокислот при добавлении протеазы на фоне гороха в рацион цыплят.

Таблица 2.3 - Состав и питательность комбикормов для цыплят-бройлеров, %

Ингредиент, %	Период выращивания, дни 1-10		
	группа		
	1(к),	2 (ĸ),	3(к),
	4 (o),	6 (o),	8 (o),
	5 (o)	7 (o)	9 (o)
Соевый шрот	18,50	17,20	16,00
Пшеница	64,39	60,41	56,31
Мука рыбная	4,00	4,00	4,00
Жмых подсолнечный	6,00	6,00	6,00
Горох	0,00	5,00	10,00
Масло подсолнечное	3,28	3,60	3,95
Известняк	1,56	1,55	1,55
Монокальций фосфат	0,85	0,84	0,84
Бленд минеральный	0,10	0,10	0,10
Бленд витаминный	0,03	0,03	0,03
Соль поваренная	0,32	0,33	0,32
DL-метионин 99%	0,32	0,32	0,33
Монохлоргидрат лизина	0,45	0,42	0,38
Треонин	0,20	0,20	0,19
Итого:	100,0	100,0	100,0

В 100г комбикорма			
содержится:			
обменная энергия, ккал	300,86	300,83	300,86
МДж/кг	12,60	12,58	12,59
сырой протеин	21,37	21,35	21,36
сырой жир	5,97	6,29	6,96
сырая клетчатка	4,08	4,18	4,28
сырая зола	4,43	4,43	4,43
кальций	1,00	1,00	1,00
фосфор общий	0,67	0,67	0,66
фосфор доступный	0,40	0,40	0,40
натрий	0,18	0,18	0,18
хлор	0,35	0,35	0,33
калий	0,75	0,76	0,77
линолевая кислота	3,26	3,43	3,61
лизин	1,40	1,40	1,40
метионин	0,67	0,67	0,67
метионин + цистин	0,98	0,98	0,98
треонин	0,94	0,94	0,94
триптофан	0,28	0,27	0,27
аргинин	1,31	1,32	1,33
доступный лизин	1,23	1,23	1,22
доступный метионин	0,62	0,62	062
доступный метионин +			
цистин	0,88	0,87	0,88
доступный треонин	0,61	0,62	0,62
доступный триптофан	0,23	0,22	0,22
доступный аргинин	1,11	1,12	1,13

Таблица 2.4 - Состав и питательность комбикормов для цыплят-бройлеров, %

Ингредиент, %	Период выращивания, дни 11-21 день		
	группа		
	$1(\kappa)$, $2(\kappa)$, $3(\kappa)$,		
	4 (o),	6 (o),	8 (o),
	5 (o)	7(o)	9(o)
Соевый шрот	13,00	12,00	11,00
Пшеница	67,59	63,64	59,36
Мука рыбная	4,00	4,00	4,00
Жмых подсолнечный	6,00	6,00	6,00

Горох	0,00	5,00	10,00
Масло подсолнечное	5,18	5,55	5,82
Известняк	1,60	1,60	1,6
Монокальций фосфат	0,85	0,84	0,84
Бленд минеральный	0,10	0,10	0,10
Бленд витаминный	0,03	0,03	0,03
Соль поваренная	0,32	0,33	0,32
DL-метионин 99%	0,38	0,31	0,38
Монохлоргидрат лизина	0,65	0,42	0,38
Треонин	0,30	0,18	0,17
Итого:	100,0	100,0	100,0
111010.	100,0	100,0	100,0
В 100г комбикорма			
содержится:			
обменная энергия, ккал	308,62	308,63	308,61
МДж/кг	12,92	12,92	12,92
сырой протеин	19,43	19,32	19,43
сырой жир	7,88	8,21	8,47
сырая клетчатка	3,81	3,93	4,05
сырая зола	4,15	4,17	4,18
кальций	1,00	1,00	0,90
фосфор общий	0,65	0,64	0,64
фосфор доступный	0,40	0,40	0,40
натрий	0,18	0,18	0,18
хлор	0,39	0,35	0,33
калий	0,65	0,67	0,68
линолевая кислота	4,37	4,57	4,71
лизин	1,40	1,25	1,25
метионин	0,70	0,63	0,62
метионин + цистин	0,98	0,90	0,90
треонин	0,94	0,83	0,83
триптофан	0,25	0,24	0,24
аргинин	1,13	1,15	1,17
доступный лизин	1,26	1,10	1,10
доступный метионин	0,65	0,58	0,58
доступный метионин +	·	·	·
цистин	0,89	0,81	0,81
доступный треонин	0,54	0,54	0,55
доступный триптофан	0,20	0,20	0,20
доступный аргинин	0,97	0,99	1,01

Таблица 2.5 - Состав и питательность комбикормов для цыплят-бройлеров, %

Ингредиент, %	Период выращивания, дни 22-35 дней		
		группа	
	1(κ),	2(к),	3(к),
	4 (o),	6 (o),	8 (o),
	5 (o)	7(o)	9(o)
Соевый шрот	15,00	14,5	14,00
Пшеница	66,09	62,23	58,36
Мука рыбная	0,00	0,00	0,00
Жмых подсолнечный	7,00	7,00	6,00
Горох	0,00	5,00	10,00
Масло подсолнечное	6,70	7,00	7,25
Известняк	1,86	1,57	1,57
Монокальций фосфат	1,26	1,26	1,25
Бленд минеральный	0,10	0,10	0,10
Бленд витаминный	0,03	0,03	0,03
Соль поваренная	0,32	0,33	0,32
DL-метионин 99%	0,45	0,31	0,37
Монохлоргидрат лизина	0,82	0,47	0,52
Треонин	0,37	0,20	0,23
Итого:	100,0	100,0	100,0
В 100г комбикорма			
содержится:			
обменная энергия, ккал	316,71	316,74	316,72
МДж/кг	13,26	13,26	13,26
сырой протеин	18,06	18,04	18,15
сырой жир	9,30	9,52	9,66
сырая клетчатка	4,09	4,24	4,21
сырая зола	4,15	4,22	4,18
кальций	1,00	0,90	0,90
фосфор общий	0,65	0,66	0,65
фосфор доступный	0,40	0,40	0,40
натрий	0,14	0,14	0,14
хлор	0,39	0,33	0,33
калий	0,68	0,70	0,72
линолевая кислота	5,34	5,50	5,54
лизин	1,40	1,17	1,25

метионин	0,71	0,57	0,63
метионин + цистин	0,98	0,85	0,90
треонин	0,94	0,80	0,83
триптофан	0,23	0,23	0,23
аргинин	1,07	1,11	1,12
доступный лизин	1,26	1,03	1,10
доступный метионин	0,67	0,53	0,58
доступный метионин +			
цистин	0,90	0,76	0,81
доступный треонин	0,47	0,49	0,49
доступный триптофан	0,19	0,19	0,19
доступный аргинин	0,90	0,93	0,95

Таблица 2.6 - Добавка витаминов и микроэлементов на 1 т комбикорма

Компонент*	Уровни ввода витаминов и микроэлементов		
	(на тонну)		
	Стартер	Ростовый	Финишер
	1-10	11-21	22-35
Витамин А млн. МЕ	13,0	11	10,0
Витамин Д3 млн. МЕ	5,0	5,0	5,0
Витамин Е, г	80,0	60	50,0
Витамин К, г	4,0	3,0	3,0
Витамин С, г	50,0	50,0	50,0
Витамин B_1 , г	4,0	2,0	2,0
Витамин B_2 , г	8,0	8,0	8,0
Витамин B_6 , г	4,0	4,0	3,0
Витамин B_{12} , мг	20,0	15	15,0
Биотин, мг	150	120	120
Холин, г	400	200	350
Фолиевая кислота, г	2,0	2,0	1,5
Никотиновая кислота,	60	50	50

Γ			
Пантотеновая	15	12	12
кислота, г			
Марганец, г	100	100	100
Цинк, г	100	100	100
Железо, г	40	40	40
Медь, г	15	15	15
Йод, г	1,0	1,0	1,0
Селен, г	0,3	0,3	0,3

Таблица 2.7 - Химический состав гороха

Показатель	Единицы измерения	Содержание
Обменная энергия,	Ккал/кг	2507,00
Сухое вещество,	%	86,5
Сырой протеин,	%	24,55
Сырой жир,	%	1,62
Линолевая кислота	%	0,57
Сырая клетчатка	%	5,07
Сырая зола	%	3,2
БЭВ	%	57,81
Крахмал	%	49,12
Caxap	%	6,04
Кальций	%	0,15
Фосфор общий	%	0,4
Калий	%	1,05
Натрий	%	0,03

Хлор	%	0,04
Ам	инокислоты, общее содерж	сание
Лизин	%	1,59
Метионин	%	0,24
Метионин+цистин	%	0,51
Треонин	%	0,84
Триптофан	%	0,19
Аргинин	%	1,61
Валин	%	1,03
Гистидин	%	0,72
Глицин	%	0,79
Изолейцин	%	1,12
Лейцин	%	1,07
Фенилаланин	%	0,96
Тирозин	%	0,5

Корм и содержимое подвздошной кишки исследовали на содержание аминокислот с использованием метода ионообменной хроматографии с постколоночной дериватизацией нингидриновым реагентом и последующим детектированием при $\lambda = 570$ нм (для пролина $\lambda = 440$ нм). Анализы выполняли с использованием системы для высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) YL 9100 HPLC System («Young Lin Instrument Co., Ltd», Корея).

Кровь для исследований получали из подкрыльцовой вены в состоянии птицы натощак с добавлением цитрата натрия, центрифугируем при 5000 об/мин в течение 3 минут. Плазму крови исследовали на активность амилазы и липазы на приборе Chem well 2900 (Т) (США) с использованием соответствующих наборов реагентов Нитап (Германия), а также определяем активность трипсина на полуавтоматическом

биохимическом анализаторе Sinnowa BS3000P (КНР) с использованием синтетического субстрата BAPNA [3]. Биохимический анализ крови выполняли на биохимическом анализаторе Sinnowa BS3000P (КНР) с использованием соответствующих наборов фирмы ООО «ДИАКОН-ВЕТ» (РФ).

Статистическую обработку результатов исследований выполняли, используя компьютерную программу Excel, определяя среднее значение (М) и стандартные ошибки средней (m). Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента, используя односторонний Anova анализ. Дополнительную статистическую обработку проводили на компьютерной утилите JSP SAS Statistic – через массив данных.

2.2 Методика проведение физиологического эксперимента по определению активности пищеварительных ферментов у цыплят-бройлеров

Исследование проводилось в условиях вивария ФНЦ «ВНИТИП» РАН, в 2018 году на бройлерах кросса «Кобб 500». Нормы посадки, световой, температурный, влажностный режимы, фронт кормления и поения во все возрастные периоды соответствовали рекомендациям ВНИТИП и были для всех подгрупп — одинаковыми («Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы», 2013); «Методическое руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы», 2015). Всего 27 петушков со средним весом 970±48 г в возрасте 21 суток были прооперированы по вживлению Т-образной фистулы в двенадцатиперстную кишку.

Хирургические методы. За 12-18 часов до операции птиц лишали корма. Наркоз выполняли с использованием препарата Золетил в дозе 0,1мл и ксилазал 0,2-0,4 мл. Птицу фиксировали в левом боковом положении на специальном операционном столике, выполняли обработку операционного поля, накладывали салфетку и производили проводниковую анестезию 0,5% раствором новокаина.

Лапаротомию выполняли послойно с правой стороны за последним ребром в каудальном направлении на расстоянии 3,0-4,0 см несколько выше края бокового отростка грудной кости. Извлекали кишечник и, отступя 1,0-2,0 см напротив от места впадения панкреатических и желчных протоков в дуоденум накладывали кисетный шов, делали разрез кишки и устанавливали Т-образную канюлю диаметром 3-5 мм. Разрез зашивали, накладывая узловатые швы на все слои сразу, фиксируя фистулу с двух сторон. Фистула снаружи закрывалась, тем самым вытекание химуса кишечника в периоды между опытами было невозможно. В течение 3-5 дней рана заживала, и подопытную птицу использовали в физиологических опытах.

Физиологические опыты. Птицу раздели на 9 групп по принципу аналогов (3 головы в группе, содержание в индивидуальных клетках). Для проведения хронических экспериментов использовали метод групп-периодов. В соответствии с Методическими рекомендациями [62] желательно в каждой группе иметь не менее трех фистульных птиц. При использовании сложных фистульных методов, требующих значительных затрат времени на уход за животными и проведение физиологических исследований, можно иметь каждую группу из двух птиц. Таким образом, количество голов для эксперимента считалось достаточным для эксперимента, так необходимое количество повторов было достигнуто для получения критерия достоверности. Время эксперимента составляло 6 дней для каждого бройлера, дублировалось для каждой головы при сборе и анализе дуоденального содержимого: 3 головы х 6 дней = 18 х 2 = 36 значений для каждой группы.

После хирургической операции и восстановления птица получала россыпной комбикорм с питательностью согласно нормам для используемого кросса, марки Финишер, согласно рекомендациям «Кобб-500» и «Методическое руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы», (2015).

Схема опыта соответствовала зоотехнической части опыта: в опыте было определено 3 контрольные группы: контрольная 1 (к) – содержалась на стандартном

пшенично-соевом рационе, контрольная 2 (к) — содержала в корме 5% гороха, взамен соевого шрота, как источника протеина в корме и контрольная 3 (к) с включением 10% гороха. В группах 2(к) и 3(к) содержание аминокислот была меньше, чем в 1 (к) (таблица 2.4). Опытные группы имели базовый рацион контрольных групп 1(к), 2(к), 3(к) с добавление моно-компонентной коммерческой протеазы, полученной при ферментации *Bacillus subtilies*, в двух дозировках 50 и 1000 мг/кг комбикорма, что соответствовало 4000 и 8000 протеазным единицам /кг корма, где одной единицей протеазной активности являлось количество фермента, высвобождающее 2,3 µg компонентов (выраженных в тирозиновом эквиваленте) из субстрата казеина за минуту при рН 10,0 и 50°C. Ферментный препарат Акстра Про 301 ТРТ (Ахtra Pro 301 ТРТ) был получен от ЗАО «Даниско» (Россия, Москва).

Схема эксперимента представлена в таблице 2.8.

Таблица 2.8 - Схема физиологического эксперимента

Группа	Кол-	Описание
	во голов	
Контроль-	3	Пшенично-соевый рацион, согласно рекомен-
ная 1		дациям
Контроль-	3	Пшенично-соевый рацион, содержащий 5 % го-
ная 2		роха, со сниженным содержанием аминокислот
Контроль-	3	Пшенично-соевый рацион, содержащий 10 %
ная 3		гороха, со сниженным содержанием аминокислот
Опытная 4	3	Контроль1 + протеаза 50 мг/кг
Опытная 5	3	Контроль1 + протеаза 100 мг/кг
Опытная 6	3	Контроль2 (5% гороха) + протеаза 50 мг/кг
Опытная 7	3	Контроль2 (5% гороха) + протеаза 100 мг/кг
Опытная 8	3	Контроль3 (10% гороха) + протеаза 50 мг/кг
Опытная 9	3	Контроль3 (10% гороха) + протеаза 100 мг/кг

Все образцы корма были продублированы и исследованы на питательную ценность. Состав рацион описан в таблице 2.9.

Таблица 2.9 - Ингредиентный и питательный состав контрольных и опытных рационов

	1(κ),	2(к),	3(к),
Ингредиент, %	4 (o),	6 (o),	8 (o),
	5 (o)	7(o)	9(o)
Соевый шрот	15,00	14,5	14,00
Пшеница	66,09	62,23	58,36
Подсолнечный жмых	7,00	7,00	6,00
Горох	0,00	5,00	10,00
Подсолнечное масло	6,70	7,00	7,25
Известняк	1,86	1,57	1,57
Монокальций фосфат	1,26	1,26	1,25
Минеральный премикс ¹	0,10	0,10	0,10
Витаминный премикс ²	0,03	0,03	0,03
Соль	0,32	0,33	0,32
DL-метионин 99%	0,45	0,31	0,37
L-лизин HCL	0,82	0,47	0,52
L-треонин	0,37	0,20	0,23
Кормовая протеаза ³			
Итого: 100%			
Расчетная питатель-			
ная ценность, %:			
ОЭ, Ккал/100 г	316,71	316,74	316,72
МДж/кг	13,26	13,26	13,26
Сырой протеин	18,06	18,04	18,15
Сырой жир	9,30	9,52	9,66
Сырая клетчатка	4,09	4,24	4,21
Зола	4,15	4,22	4,18
Кальций	1,00	0,90	0,90
Общий фосфор	0,65	0,66	0,65
Доступный фосфор	0,40	0,40	0,40
Натрий	0,14	0,14	0,14
Хлор	0,39	0,33	0,33
Калий	0,68	0,70	0,72
Линоленовая к-та	5,34	5,50	5,54
Лизин	1,40	1,17	1,25
Метионин	0,71	0,57	0,63
Мет + Цист	0,98	0,85	0,90

Треонин	0,94	0,80	0,83
Триптофан	0,23	0,23	0,23
Аргинин	1,07	1,11	1,12

¹ Витаминный премикс состав в 1 кг корма: Вит А, 10,000 МЕ; вит D, 5,000 МЕ; вит E, 50 МЕ; вит B12, 0.015 мг; рибофлавин B2, 8.00 мг; ниацин, 50.00 мг; пантотеновая к-та, 12.0 мг; вит K, 3.0 мг; фолиевая к-та, 2.00 мг; вит B6, 3.0 мг; тиамин, B1 2.0 мг; биотин, 0.120 мг;

Физиологические опыты начинали утром в состоянии птицы натощак, давали корм в количестве по 30 г на голову в соответствии с представленной рецептурой (таблица 2.8), остальную часть скармливали в течение дня. Затем через 1 час после первого кормления выполняли сбор дуоденального химуса в количестве 5 мл, тотчас центрифугировали его при 5000 об/мин в течение 5 минут и разводили охлажденным раствором Рингера 1:10. После этого приступали к биохимическим исследованиям. Активность амилазы устанавливаем по гидролизу крахмала (Батоев Ц.Ж., 2001) с использованием КФК-3 (длина волны 670 нм) и выражали в мг расщепленного крахмала 1 мл химуса в течение одной минуты. Липолитическую активность определяли с помощью полуавтоматического биохимического анализатора с проточной кюветой Sinnowa BS3000P (Китай) с использованием набора реактивов на липазу фирмы ООО «ДИАКОН-ВЕТ» (РФ). Активность протеаз определяли по расщеплению казеина по Гаммерстену (США) при колориметрическом контроле на КФК-3 (длина волны 450 нм).

Статистическую обработку результатов исследований выполняли, используя компьютерную программу Excel, определяя среднее значение (М) и стандартные ошибки средней (m). Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента, используя односторонний Anova анализ. Дополнительную статистическую обработку проводили на компьютерной утилите JSP SAS Statistic – через массив данных.

² Минеральный премикс на 1 кг корма:; Zn, 100 мг; Mn, 100 мг; Fe, 40 мг; Cu, 15 мг; I, 1.0 мг; and Se, 0.3 мг.

³ Акстра Про 301 ТРТ ферментный препарат был получен от Danisco DuPont (Hanko, Finland).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Действие экзогенной протеазы на зоотехнические показатели цыплятбройлеров на фоне пшенично-соевого рациона

В научных публикациях, где представлены результаты по использованию протеолитических препаратов, как на стандартных рационах цыплят-бройлеров, так и с содержанием трудногидролизуемых компонентов (рапса, сорго, полножирной сои) имеются противоречия, не всегда объясняющие физиологический ответ птицы. В одних случаях опыты приводили к улучшению переваримости аминокислот и продуктивности птицы (Angel C.R.,2011; Coweison A.J., 2016, Ghazi S., 2002 и др.), тогда как в работах S.Y. Liu (2013), Vojtěch Rada (2016) результаты были подтверждены только частично. Данные по выращиванию цыплят-бройлеров на пшенично-соевом рационе с использованием разных доз Акстра Про представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Результаты опыта на цыплятах-бройлерах по определению эффективности протеазы на пшенично-соевом рационе

Показатели	Группы			
	Контрольная 1	Опытная 4	Опытная 5	
		1 (к)+Актра	1 (к)+ Акстра	
		Про 50 мг/кг	Про 100 мг/кг	
Сохранность за	100,0	100,0	100,0	
опыт, %				
Живая масса в	43,6±0,47	$43,6\pm0,53$	43,2±0,38	
суточном возрасте, г				
Живая масса в 10-	273,1±4,37	$283,4\pm3,90$	287,8±3,35*	
суточном возрасте, г				
Живая масса в 21-	842,4±13,88	890,2±14,83*	899,4±15,19*	
суточном возрасте, г				
Живая масса в 35-	2027,3±36,08	2120,9±36,25	2159,2±35,27*	
суточном возрасте, г				
Среднесуточный	56,68	59,35	60,46	
прирост живой массы,				

Γ			
Затраты корма на 1			
кг прироста, кг			
1-10 сутки	1,398	1,355	1,333
11-21 сутки	1,514	1,417	1,408
22-35 сутки	1,833	1,772	1,774
1-35 сутки	1,692	1,622	1,617

Из данных таблицы видно, что при введении в корм бройлеров на основе пшенично-соевого рациона экзогенной протеазы прирост массы увеличивается в 35суточном возрасте на 4.6% (p \ge 0,05) в опытной 4 группе и 6.5% (p \le 0,05) в опытной 5 группе по сравнению с контролем. При этом значительно снижаются затраты корма на 1 кг прироста: в группе опытной 4 - на 4,1%, в группе опытной 5 - на 4,4%. Следовательно, ферментный препарат оказывает положительное влияние на гидролиз и усвоение питательных веществ корма. Причем, положительное действие препарата отмечается в начальный период онтогенеза, когда происходит интенсивное становление пищеварительного аппарата у цыплят-бройлеров (Вертипрахов, 2004). Достоверные различия обнаружены в 10-и и 21-суточном возрасте бройлеров. Так, цыплята-бройлеры опытной группы 5 опережали по приросту цыплят контрольной группы на 5,4%. В 21-суточном возрасте преимущество перед контролем имели цыплята-бройлеры опытной 4 (на 5,7%) и опытной 5 группы (на 6,8%). Таким начальный онтогенеза образом, период экзогенная протеаза оказывает положительное влияние на прирост живой массы цыплят-бройлеров. физиологических опытах на фистулированной птице мы изучили влияние экзогенной протеазы на дуоденальных пищеварительных ферментов активность не обнаружили пищеварительных ферментов повышения дуоденальных при Следовательно, либо использовании экзогенной протеазы. улучшается переваривание в других отделах желудочно-кишечного тракта, либо усвоение питательных веществ. Для подтверждения данной гипотезы следует рассмотреть показатели конверсии корма (таблица 3.2).

Таблица 3.2 - Конверсия корма в разные возрастные периоды выращивания цыплят-

бройлеров при добавлении к корму экзогенной протеазы

 	1 2			
		Периоды	выращивания	[
	1-10	11-21	22-35	1-35
Группа	сутки	сутки	сутки	сутки
Контрольная 1	1,398	1,514	1,833	1,692
Опытная 4	1,355	1,417	1,772	1,622
Разница между 4 (о) и 1				
(K), %	3,100	6,400	3,300	4,100
Опытная 5	1,333	1,408	1,774	1,617
Разница между О (5) и				
1 (к), %	4,600	7,000	3,200	4,400

Таким образом, ферментный препарат Акстра Про повышает прирост массы цыплят-бройлеров в 35-суточном возрасте на 6,5% ($p\le0,05$) в дозе 100 мг/кг по сравнению с контролем. При этом затраты корма в опытной группе снижаются на 4,4%. Положительное действие экзогенной протеазы наблюдается в ранний период онтогенеза, когда прирост увеличивается в 10-суточном возрасте на 5,4%, в 21-суточном возрасте — на 6,8% по сравнению с контролем. Высокий показатель конверсии корма отмечается с 11 до 21-суточного возраста и составляет в опытной 4 группе 6,4%, в опытной 5 — 7,0%. Следовательно, наиболее оптимальной дозой ферментного препарата Акстра Про следует считать 100 мг/ кг корма.

3.2 Действие экзогенной протеазы на зоотехнические показатели цыплятбройлеров на фоне пшенично-горохового рациона

В качестве источника протеина для кормления бройлеров используют шрот, жмыхи, рыбную или мясокостную муку, белковые концентраты, значительно повышающие стоимость рационов. Использование альтернативных белковых ингредиентов, например, гороха, люпина, рапса и др., для снижения стоимости корма является общепринятой практикой для многих птицеводческих предприятий. Данный прием, значительно удешевляя стоимость рациона, зачастую приводит к падению продуктивности и снижению производственных показателей, так как альтернативные источники белка имеют высокое содержание трудногидролизуемых субстратов (лектина, легумина и др.) и антипитальных факторов (ингибиторов трипсина, эруковой кислоты, глюкозинолатов и др.). Преодоление перечисленных негативных особенностей альтернативного белкового сырья, в частности, гороха, через использование протеолитических ферментов, открывает широкие перспективы для повышения эффективности производства. В наших опытах мы ставили задачу изучить действие экзогенной протеазы на фоне добавки в рацион гороха в разных количествах (5 и 10% от массы корма). Данные опытов представлены в табл.3.3.

Применение гороха в стартовом рационе в концентрации 5 и 10% существенно не повлияло на живую массу бройлеров в 10 суток. Мы не обнаружили статистически достоверной разницы между контрольными группами 1 (к), 2 (к), 3 (к) (р≥0,05). Живая масса в 21 день статистически не различалась между контрольными группами 1 (к) (без гороха) и 2 (к) (5 % гороха), 3 (к) (10% гороха). При включении в рацион гороха, мы не обнаружили статистически достоверной разницы в живой массе в 35-сутоном возрасте в контрольных группах, хотя в группе 3(к), получавшей 10% добавки гороха, живая масса была на 3% ниже, чем в контрольной группе 1, р≥0,05.

Таблица 3.3 - Результаты опыта на цыплятах-бройлерах по определению эффективности протеазы на пшенично-гороховом рационе

Сохранность за опыт,% Живая масса в суточном возрасте, г Живая масса в 271,9± 265,6± 288,8± 295,8± 279,8± 280 в 10-суточном возрасте, г Живая масса в 39,5± 810,9± 882,3± 899,4± 860,9± 8 в 21-суточном возрасте, г Живая масса в 35-суточном возрасте, г Живая масса в 35-суточном возрасте, г Курочки 1872,5 1839,7 1969,7 1990,0 1940,8 19 в 15,61 29,82 124,0 2143,2 2071,9 20 живая масса, г ± ± ± ± ± ± ± ± ± ± ± ± ± ± ± ± ± ±				руппы	Γ			Показатели
За опыт,% Живая масса 43,7± 43,7± 43,6± 43,6± 43,3± 44 43,6± 62,70 64,5 64,08 66,0± 64,08 66,0± 64,08 66,0± 64,08 66,0± 64,08 66,0± 64,08 66,0± 64,08 66,0±	10%горох+ 100 мг/кг Акстра	Опытная 9 ОР+ 10%горох+	Опытная 8 ОР+ 10%горох+ 50 мг/кг Акстра	Опытная 7 OP+ 5%горох+ 100 мг/кг Акстра Про	Опытная 6 ЭР+ 5%горох+ 50 мг/кг Акстра Про	Контрольная 3 ОР+ 10%горох	Контрольная 2 ОР+5% горох	
В суточном возрасте, г Живая масса 271,9± 265,6± 288,8± 295,8± 279,8± 28 10-суточном 4,56 4,08 3,59² 3,84² 2,31³ 3, 803расте, г Живая масса 839,5± 810,9± 882,3± 899,4± 860,9± 86 12-суточном возрасте, г Живая масса В 21-суточном возрасте, г Живая масса В 35-суточном возрасте, г Петушки 2183,1 2130,8 2291,2 2338,3 2268,6 25 21,13 28,75 27,69 17,07 24,87 1 15,61 29,82 12,94 15,22 11,42 1 15,61 29,82 124,0 2143,2 2071,9 26 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	0,00	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
В 10-суточном возрасте, г Живая масса В 39,5± В 10,9± В 82,3± В 99,4± В 60,9± В 21-суточном возрасте, г Живая масса В 35-суточном возрасте, г Петушки 2183,1 2130,8 2291,2 2338,3 2268,6 25,13 28,75 27,69 17,07 24,87 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	3,8 ± 0,32		,	· ·	· ·			в суточном
Живая масса в 21-суточном возрасте, г 839,5± 810,9± 882,3± 899,4± 860,9± 87 Живая масса в 35-суточном возрасте, г 2183,1 2130,8 2291,2 2338,3 2268,6 23 Нетушки 2183,1 2130,8 2291,2 2338,3 2268,6 23 Курочки 1872,5 1839,7 1969,7 1990,0 1940,8 19 Курочки 1872,5 1839,7 1969,7 1990,0 1940,8 19 Средняя 2009,2 1967,8 2124,0 2143,2 2071,9 20 живая масса, г ± ± ± ± ± ± ± ± ± 35,18 33,06 34,54* 37,34* 36,73 39		289,1 3,10		·	· ·			в 10-суточном
В 35-суточном возрасте, г Петушки 2183,1 2130,8 2291,2 2338,3 2268,6 25	74,2± 9,63 ³			· ·				в 21-суточном
Петушки 2183,1 2130,8 2291,2 2338,3 2268,6 2338,3 ±								в 35-суточном
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	300,3 5,00	±	±	±	±	±	±	•
Средняя живая масса, г 2009,2 1967,8 2124,0 2143,2 2071,9 20 ** ± ± ± ± ± ± ± ± ± ± ± ± ± ± ± 36,73 39 39	959,9 5,55	±	±	±	±	±	1872,5 ±	Курочки
Charge 2707 56 16 54 07 50 44 50 00 57 06 5	096,0 9,52*	±	2071,9 ±	±	±	1967,8 ±	±	_
ный прирост живой массы, г	8,63	58,6	57,96	59,98	59,44	54,97	56,16	живой массы, г
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	221	1.20	1.275	1 201	1045	1.202	1,200	корма на 1 кг прироста, кг
11-21 сутки 1,517 1,544 1,451 1,489 1,480 1	,321 ,472 ,757	1,47	1,480	1,489	1,451	1,544	1,517	11-21 сутки

		1-35 сутки	1,709	1,72	1,624	1,627	1,647	1,626
--	--	------------	-------	------	-------	-------	-------	-------

Примечание - *различия между опытными группами и соответствующим контролем 2 или 3 достоверны при $p \le 0.05$

Если сравнивать по среднесуточному приросту массы, то значительная разница отмечается между 1(к) и 3(к), соответственно 56,68 и 54,97 г/сутки. Это свидетельствует о негативном влиянии добавки гороха (10%) на прирост живой массы цыплят-бройлеров. Данные таблицы 3.3 показывают, что введение в рацион бройлеров экзогенной протеазы способствует приросту живой массы птицы в 10-суточном возрасте. Цыплята опытной 6 и опытной 7 групп опережают по приросту контрольную 2 группу на 6,2% и 8,8%. Цыплята-бройлеры опытной 8 и 9 группы имеют живую массу выше на 5,3% и 8,9% по сравнению с контрольной группой 3. Следовательно, наибольший эффект от использования экзогенной протеазы получен в группах, в корм которых на фоне добавки гороха вводилась экзогенная протеаза в количестве 100 мг/кг, что указывает на наличие ингибиторов трипсина в бобах гороха и положительной роли экзогенных протеаз в нейтрализации антипитательных факторов.

Цыплята-бройлеры опытных 6 и 7 группах превосходили контрольную 2 группу по живой массе в 21-суточном возрасте на 5,1% и 7,1%, бройлеры опытных 8 и 9 групп имели живую массу выше по сравнению с контрольной 3 на 6,2% и 7,8%.

В 35-суточном возрасте цыплята-бройлеры опытных групп опережали контрольных. Так, живая масса у цыплят-бройлеров опытной группы 6 превосходила контрольную 2 на 5,7%, а опытная 7 - контрольную 2 – на 6,7%. Аналогичным образом цыплята опытной 8 и опытной 9 имели живую массу выше контроля 3 на 5,3 и 6,5% соответственно. Это свидетельствует о том, то ферментный препарат независимо от дозы оказывает положительное влияние на прирост живой массы бройлеров, содержащихся на рационе с добавкой гороха (Приложение, таблицы 5.1-5.3). Наши данные согласуются с результатами анализа конверсии корма в контрольных и опытных группах (таблица 3.4).

Таблица 3.4 - Конверсия корма в разные возрастные периоды выращивания цыплят-бройлеров при добавлении к корму экзогенной протеазы

]	Периоды выр	ащивания, су	тки
Группы	1-10	11-21	22-35	1-35
Контрольная 2	1,398	1,517	1,861	1,709
Контрольная 3	1,424	1,544	1,858	1,72
Опытная 6	1,346	1,451	1,762	1,624
Разница между O(6) и 2(к), %	3,7	4,4	5,3	5,0
Опытная 7	1,281	1,489	1,762	1,627
Разница между О(7) и 2				
(ĸ), %	8,4	1,8	5,3	4,8
Опытная 8	1,375	1,48	1,777	1,647
Разница между О(8) и				
3(k), %	3,4	4,1	4,4	4,2
Опытная 9	1,321	1,472	1,757	1,626
Разница между О(9) и				
3(к), %	7,2	4,7	5,4	5,5

Результаты исследований показывают, что эффект от скармливания кормовой протеазы и гороха коррелировал с применяемой дозировкой и уровнем включения гороха в рацион.

Таблица 3.5 - Показатели конверсии корма в среднем за два опыта

	Периоды выращивания, сутки			
Группы	1-10	11-21	22-35	1-35
1	2	3	4	5
Контрольная 1	1,398	1,514	1,833	1,692
Контрольная 2	1,398	1,517	1,861	1,709
Контрольная 3	1,424	1,544	1,858	1,72
Опытная 4	1,355	1,417	1,772	1,622

разница между О(4) и				
1(к), %	3,1	6,4	3,3	4,1
Опытная 5	1,333	1,408	1,774	1,617
разница между О(5) и				
1(ĸ), %	4,6	7,0	3,2	4,4
Опытная 6	1,346	1,451	1,762	1,624
разница между О(6) и				
2(κ), %	3,7	4,4	5,3	5,0
Опытная 7	1,281	1,489	1,762	1,627
разница между О(7) и				
2(ĸ), %	8,4	1,8	5,3	4,8
Опытная 8	1,375	1,48	1,777	1,647
разница между О(8) и				
3(k), %	3,4	4,1	4,4	4,2
Опытная 9	1,321	1,472	1,757	1,626
разница между О(9) и				
3(k), %	7,2	4,7	5,4	5,5

Из данной таблицы видно, что добавление в рацион 5% гороха в возрасте 1-10 суток и 11-21 суток не повлияло на показатели конверсии корма в сравнении с контрольной группой 1, тогда как содержание на рационе с добавкой 10% гороха снизило конверсию корма примерно на 1,8 % в обоих периодах выращивания соответственно. Интересно, то, что в период с 22 по 35 сутки мы обнаружили практически одинаковые показатели конверсии в контрольных группах, получавших 5 и 10% гороха – 1,861 и 1,858 – контрольная группа 2 и контрольная группа 3 соответственно, что на 1,5 % выше по сравнению с контрольной группой 1 - 1,833. Конверсия корма за весь период выращивания 1-35 суток в группе 2(к) с 5% гороха и в группе 3(к) с 10% добавкой гороха была на 1% и 1,7% выше, по сравнению с контрольной группой 1.

Ввод кормовой протеазы на стандартных рационах без гороха улучшает на 3,1 и 4,6 % конверсию корма в возрасте 1-10 дней (таблица 3.5) при 50 и 100 мг/кг кормовой протеазы. В возрасте 11-21 и 22-35 суток также было обнаружено

снижении конверсии корма по сравнению с контрольной группой 1, однако различия между группами, получавшими разные дозы кормовой протеазы, не наблюдалось. Значительное улучшение было зафиксировано только в стартовом периоде 1-10 суток при дозировке 100 мг/кг.

При добавлении в рацион 5% гороха и кормовой протеазы в дозе 50 и 100 мг/кг бройлеры имели лучшие показатели конверсии в сравнении с контрольной группой 2 на 3,7 и 8,4 % в группах 6(о) и 7(о) соответственно, при этом дозировка 100 мг/кг в группе 6(о) оказала более значительное улучшение конверсии корма в стартовый период. Однако в период с 11 по 21 сутки применение кормовой протезы в дозировке 50 мг/кг имело более значительный эффект на кормоконверсию, чем при 100 мг/кг, улучшая конверсию на 4,4% в группе 6(о), против 1,8 % в группе 7(о) по сравнению с контрольной группой 2. При исследовании конверсии корма с 22 по 35 сутки разницы в улучшении конверсии корма между группами 8(о) и 9(о) зафиксировано не было, однако ввод кормовой протеазы в целом оказал благоприятное влияния, поскольку в данном случае происходило снижение конверсии корма на 5,3 %, как при 50, так и при 100 мг/кг кормовой протезы.

Анализируя в целом весь период выращивания с 1 по 35 сутки, можно отметить, что разница между улучшением продуктивности при вводе 50 и 100 мг/кг была незначительна и составила 4,1 и 4,4 % в группах 6(о) и 7(о) соответственно, по сравнению с контрольной группой 2.

Сочетание кормления цыплят-бройлеров с содержанием гороха 10% и вводом кормовой протеазы, показало улучшение продуктивности в стартовой период 1-10 суток - на 3,4 и 7,2 % в группах 8(о) и 9(о) при вводе 50 и 100 мг/кг протеазы соответственно, по сравнению с контрольной группой 3. По нашим данным, мы обнаружили положительное влияние на конверсию корма при вводе кормовой протеазы в периоды выращивания 11-21 и 22-35 суток, однако значительной разницы в стартовый период 1-10 суток в показателях конверсии корма при вводе разных

дозировок протеазы выявлено не было. За общий период откорма 1-35 дней – в группах 8(0) и 9(0) конверсия корма была на 4,2 и 5,5 % соответственно ниже, чем в контрольных группах 3 и 1.

Анализируя показатели живой массы и конверсии корма, можно сделать заключение, что дозировку кормовой протеазы необходимо адаптировать к разным фазам кормления и возрасту бройлеров, а также учитывать наличие в рационе трудногидролизуемых компонентов при использовании гороха. В стартовый период - 1-10 суток, независимо от ввода гороха 5 и 10%, либо без него, применение кормовой протеазы в дозировке 100 мг/кг на рационах без гороха, оказывает наибольший статистически достоверный положительный эффект на живую массу и на конверсию корма. Применение протеазы (50 мг/кг) в фазе роста 11-21-суток на рационах без гороха, оказывает наилучшее влияние на продуктивность и показатели живой массы, тогда как дозировка 100 мг/кг была достоверно более эффективна в период 22-35 суток.

3.3 Активность пищеварительных ферментов в химусе 12-перстной кишки при введение кормовой протеазы на фоне пшенично-соевых и пшенично-гороховых рационов

Академик И.П. Павлов рекомендовал использовать экзогенные ферменты в случае их недостатка в организме вследствие болезни или гипотрофии функции пищеварительных желез [122]. Поэтому сопоставить важно активность пищеварительных ферментов в дуоденальном содержимом животного до применения ферментного препарата с активностью экзогенного фермента. Классическим примером ферментного препарата, применяемого в медицине, является панкреатин, Мы который поджелудочных свиней. ГОТОВЯТ ИЗ желез сопоставили протеолитическую активность панкреатина с препаратом Акстра Про, результаты представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 - Активность ферментов в препаратах Акстра Про и панкреатин (n=5)

Препарат	Амилаза, U/L	Липаза, U/L	Протеазы,
			мг/г.мин
Акстра Про	36012±1265,3	688±102,9	897±47,5
Панкреатин	35893±5070,1	139820±5450,4	505±14,8

Данные свидетельствуют о том, что активность общих протеаз в препарате Акстра Про выше на 77,6% по сравнению с панкреатином, по активности амилазы - практически эквивалентна, а по липазе значительно уступает ему.

Несмотря на широкое распространение использования кормовых ферментов, ответ птицы на их ввод в рационы бывает различным, поэтому получение устойчивых результатов при использовании ферментов все еще требует ответа на целый ряд вопросов [258]. Однако результаты влияния ферментных препаратов

указывают не только на различия по их эффективности, но также и о возможности улучшения их использования. Ограничения ответа на ферменты связаны с тремя интегральными компонентами системы, а именно самими ферментами, их субстратами и организмом птицы. Задачей настоящей работы было определение активности дуоденальных ферментов цыплят-бройлеров при содержании их на разных по белковым ингредиентам рационах.

На первом этапе выполнены исследования при использовании ферментного препарата в рационе, сбалансированного по питательным веществам в соответствие с физиологическими потребностями организма цыплят-бройлеров в финишный период выращивания (таблица 3.7).

Таблица 3.7 - Результаты опыта по изучению влияния ферментного препарата Акстра Про на активность пищеварительных ферментов дуоденального химуса у цыплятбройлеров

Показатель	Группы		
активности	Контрольная 1	Опытная 4	Опытная 5
ферментов	OP	$1 (\kappa) +$	1(ĸ) +
		ферментный	ферментный
		препарат Акстра	препарат Акстра
		Про 50 мг/кг	Про 100мг/кг
1.Амилазы,	445±51,1	$343\pm36,2$	312±52,1
мг/(мл.мин)			
2.Протеиназ,	33±3,6	30±3,2	18±3,0*
мг(мл.мин)			
3. Трипсина, ед/л	714±90,3	512±81,8	720±91,8
4.Липазы, ед/л	325±58,3	457±62,5	446±70,5

Примечание - * различия между опытом и контролем достоверны, р≤0,05

Результаты экспериментов при добавлении препарата Акстра Про в количестве 50 мг/кг показывают, что существенных изменений в активности пищеварительных ферментов дуоденального химуса у бройлеров не отмечается. Увеличение

дозы препарата до 100 мг/кг вызывает снижение амилолитической активности в содержимом 12-перстной кишки на 29,9%, протеаз – на 45,4% (р≤0,05), активность липазы, напротив, имеет тенденцию к увеличению активности, но это обусловлено, повидимому, снижением конкурентного действия протеаз. Следовательно, применение ферментного препарата протеолитического действия при содержании птицы на сбалансированном рационе, не оказывает стимулирующего влияния на дуоденальную активность ферментов.

Для изучения механизма влияния экзогенной протеазы на пищеварение у птиц мы выполнили эксперимент на курах с хронической фистулой панкреатического протока. Суть хирургической операции состояла в пересадке панкреатического протока в изолированный отрезок 12-перстной кишки по методу Ц.Ж.Батоева, С.Ц. Батоевой [13]. Данные указывают на существенное снижение активности протеаз в первые 30-60 минут после кормления в период сложно-рефлекторной регуляции панкреатической секреции. В этот период регуляция поджелудочной железы обеспечивается сложно-рефлекторно и потребленный птицей корм находится в зобе или желудке, а панкреатический сок усиленно отделяется под влиянием импульсов, приходящих по парасимпатическим волокнам блуждающего нерва (n. vagus) от пищевого центра продолговатого мозга. Следовательно, действие экзогенной протеазы сбалансированном снижает выработку собственных на рационе протеолитических ферментов в «запальном» соке. В период постпрандиальный (120-180 минут опыта), отмечается нейрохимическая фаза когда регуляции панкреатической секреции, уровень протеаз в соке поджелудочной железы в опытный период существенно не отличается от контрольного уровня (рисунок 2).

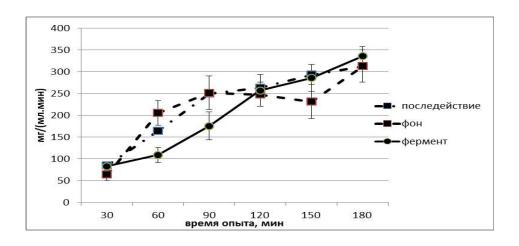


Рисунок 2 - Динамика протеолитических ферментов поджелудочной железы курнесушек при добавлении в корм протеазы

Таким образом, использование экзогенной протеазы на пшенично-соевом рационе кур-несушек не дает положительного ответа со стороны секреторной функции поджелудочной железы, что характеризуется снижением протеолитической активности секрета в первые 60 минут после приема корма с дальнейшим увеличением на 120 – 180 минутах опыта в период нейрохимической фазы регуляции панкреатической секреции до уровня контроля.

Метаболизм в организме животных регулируется за счет пищеварительных ферментов и гормонов, которые поступают в кровь, поэтому был проведен анализ активности ферментов в плазме крови. Результаты показывают, что существенных изменений в плазме крови при введении в рацион экзогенной протеазы не происходит, за исключением активности щелочной фосфатазы. При использовании в рационе препарата Акстра Про (100мг/кг корма) активность фермента уменьшается на 47,8% по сравнению с контролем, что, по-видимому, связано с функцией печени и нормализацией уровня фермента в крови.

Следовательно, механизм положительного влияния препарата протеолитического действия на продуктивность и конверсию корма у птицы может быть связан с действием протеазы на усвоение питательных веществ, здоровье кишечника и состояние микрофлоры.

Известно, что экзогенные ферменты способны связывать ингибиторы трипсина и тем самым улучшать процесс пищеварения в кишечнике. Поэтому мы решили выполнить эксперимент, заменив часть пшеницы, соевого шрота на добавку гороха (5-10%) и изучить влияние ферментного препарата Акстра Про на фоне трудногидролизуемых компонентов, содержащихся в горохе (таблица 3.8).

Таблица 3.8 - Активность пищеварительных ферментов дуоденального химуса цыплят-бройлеров при добавлении к комбикорму, содержащему 5-10% гороха, ферментного препарата Акстра Про

Показатели	Группы						
активности ферментов	Контрольная 2 (ОР, содержа- щий 5% гороха)	Контрольная 3 (ОР, со- держащий 10% гороха)	Опытная 6 ОР (5% гороха) + Акстра Про 50 мг/кг	Опытная 7 ОР (5% гороха) + Акстра Про 100 мг/кг	Опытная 8 ОР(10% гороха)+ Акстра Про 50 мг/кг	Опытная 9 ОР(10% гороха)+ Акстра Про 100 мг/кг	
Амилаза, мг/(мл.мин)	555±48,8	477±41,3	557±65,7	528±40,0	454±38,1	417±40,3	
Проте- азы,мг/(мл.мин)	38±3,3	37±3,3	50±4,1*	52±3,2*	50±3,8*	46±2,2*	
Трипсин, ед/л	837±70,2	626±61,6	940±146,1	1417±68,8*	1339±88,8*	1336±90,2*	

Показатели	Группы						
ферментов	Контрольная 2 (ОР, содержа- щий 5% гороха)	Контрольная 3 (ОР, со- держащий 10% гороха)	Опытная 6 ОР (5% гороха) + Акстра Про 50 мг/кг	Опытная 7 ОР (5% гороха) + Акстра Про 100 мг/кг	Опытная 8 ОР(10% гороха)+ Акстра Про 50 мг/кг	Опытная 9 ОР(10% ороха)+ Акстра Про 100 мг/кг	
T /		-	1202 : 240 4	·		Ĺ	
Липаза, ед/л	676±89,7	715±92,3	1283±248,4	318±59,4	405±69,4	927±93,5	

Примечание - *достоверные различия показателей с соответствующим контролем, р≤0,05

Анализ активности дуоденальных ферментов у цыплят-бройлеров на контрольных рационах показывает, что добавка гороха взамен соевого жмыха (таблицы 3.7, 3.8) изменяет существенным образом активность липазы: при добавлении 5% гороха липолитическая активность возрастает на 108,0%, а при добавлении 10% - на 120,0% по сравнению с контрольной группой 1 (р≤0,05). Поскольку переваримость жира в организме бройлеров в контрольных группах 2 и 3 несколько ниже, чем в контрольной 1, можно предположить, что добавление в рацион гороха снижает усвоение жиров, несмотря на усиление гидролиза в кишечнике. Наблюдается тенденция увеличения активности дуоденальных протеаз: в контрольной группе 2 - на 15,1%, в контрольной группе 3 − на 12,1% по сравнению с контрольной группой 1 (р≥0,05), что указывает на наличие в кишечнике антипитательных факторов.

Результаты таблицы 3.8 показывают, что при добавлении ферментного препарата Акстра Про на фоне содержания в рационе гороха протеолитическая активность дуоденального химуса существенно увеличивается. Так, на фоне 5% добавки гороха активность протеаз возрастает на 31,6% (50мг/кг) (р≤0,05), а при увеличении дозы препарата до 100 мг/кг − на 36,8% (р≤0,05). Аналогичные результаты были получены при определении трипсина дуоденального химуса с использованием в качестве суб-

страта ВАРNА (р-нитроанилид Na-бензоил-D,L-аргинина (Sigma, США) кинетическим методом на полуавтоматическом биохимическом анализаторе Sinnowa BS3000P (КНР). Данные показывают, что активность трипсина при использовании на фоне 5% гороха в комбикорме препарата Акстра Про в количестве 100 мг/кг корма возрастает на 69,3% по сравнению с контролем. На фоне увеличения гороха до 10% в составе комбикорма прирост протеазы соответственно составляет 35,1% (р≤0,05) и 24,3% (р≤0,05) при использовании казеинолитического метода, а при определении активности трипсина с субстратом ВАРNА показатели увеличиваются соответственно на 113,9 и 113,4%. Следовательно, применение ферментного препарата протеолитического действия при наличии в комбикорме трудногидролизуемых компонентов, антипитательных веществ оказывает положительное влияние на активность протеаз дуоденального химуса, тем самым улучшая процессы гидролиза белковых компонентов корма.

Добавка гороха оказывает влияние на активность липазы дуоденального содержимого, которая увеличивается более чем в 2 раза по сравнению с показателями при использовании в рационе бройлеров корма, не содержащего добавки гороха. При добавлении ферментного препарата Акстра Про в дозе 50 мг/кг активность липазы увеличивается на 89,8% (р≤0,05) по сравнению с контрольной группой, а при увеличении дозы препарата, наоборот, наблюдается снижение активности липазы на 53,0% (р≤0,05). Что касается активности липазы на фоне 10% добавки гороха, то результаты противоречивы: при дозе препарата Акстра Про 50 мг/кг наблюдается уменьшение липолитической активности на 43,4% (р≤0,05), а при добавлении ферментного препарата в количестве 100 мг/кг достоверной разницы не наблюдается.

Таким образом, наиболее существенное увеличение активности пищеварительных ферментов на фоне добавки гороха (5-10%) происходит в протеолитической активности дуоденального содержимого цыплят-бройлеров при

добавлении ферментного препарата Акстра про в дозе 50 и 100 мг/кг корма.

Если проследить линейную ежедневную динамику в каждой из контрольных групп (рисунок 3), то видно, что имеются некоторые отличия.

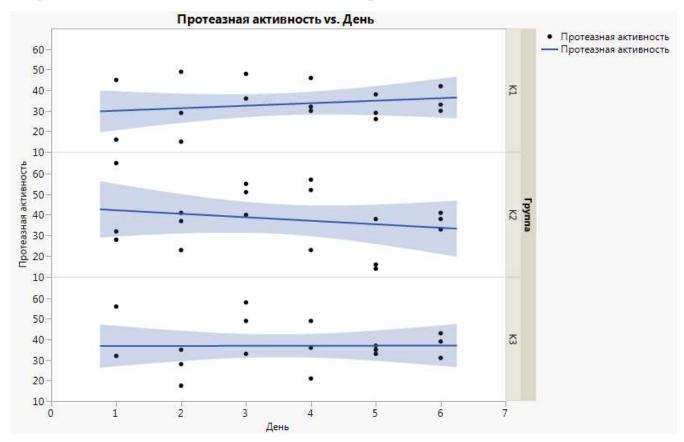


Рисунок 3 – Динамика протеазной активности в контрольных группах по дням опыта

В контрольной группе 1 с основным пшенично-соевым рационом наблюдается увеличение протеазной активности с 1 по 6 день, тогда как в группе с вводом 5% гороха отмечается последовательная тенденция к уменьшению протеазной активности в химусе. Интересно, что в группе с 10% вводом гороха 3(к) мы не наблюдали значительного изменения линейной динамики.

Установлено, что наши данные о снижении активности протеаз в химусе 12 перстной кишки при вводе 5% гороха, совпадают с результатами исследования Тесаривской Т.Б. (2011)[89], изучавшей повременную/дневную динамику активности пищеварительных ферментов кур-несушек. Добавка к комбикорму (5% от массы) горо-

ха достоверно снижает активность протеазы на всех стадиях регуляторного процесса и приводит к долговременной адаптация к указанной добавке в течение шести дней эксперимента. Наши данные согласуются с результатами исследования Войчечь Рада [280], который указывает, что высокие дозировки протеазы ингибируют эндогенную активность в химусе тощей кишки у цыплят-бройлеров.

Следовательно, применение кормовой протеазы не оказывает стимулирующего эффекта на протеолитическую активность при кормлении бройлеров стандартным пшенично-соевым рационом. Применение ферментного препарата протеолитического действия при наличии в комбикорме трудногидролизуемых компонентов и антипитательных веществ, содержащихся в горохе, оказывает положительное влияние на активность протеаз дуоденального химуса, тем самым улучшая процессы гидролиза белковых компонентов корма.

3.4 Переваримость питательных веществ и биохимические показатели крови при выращивании бройлеров на пшенично-соевом и пшенично-гороховом рационах с добавлением экзогенной протеазы

Следующая часть эксперимента была посвящена изучению переваримости корма бройлерами при добавлении гороха и кормовой протеазы в рацион.

Таблица 3.9 - Основные показатели переваримости и использования питательных веществ корма цыплятами-бройлерами в возрасте 29-35 суток

Показатель	Группа								
	1(ĸ)	2(к)	3(к)	4 (o)	5(o)	6(o)	7(o)	8(o)	9(o)
Переваримость протеина, %	90,1	87,5	85,5	90,6	90,9	90,0	89,0	89,5	88,7
Использование азота, %	46,1	44,0	43,0	46,6	47,0	45,0	46,0	44,9	45,5
Доступность, %: лизина	88,2	87,1	87,0	89,3	90,1	88,7	90,4	88,0	89,5
метионина	89,5	89,0	88,0	90,4	90,6	89,9	90,8	89,0	89,9
Переваримость жира, %	75,0	74,2	74,1	75,8	75,9	74,6	75,0	74,6	74,9
Использование, %: кальция	39,8	39,2	39,9	39,7	39,9	39,3	39,9	39,0	39,6
фосфора	48,6	47,0	47,0	49,2	49,9	47,0	47,8	47,0	47,0

Как видно из таблицы 3.9, включение гороха в рацион цыплят-бройлеров, вместе с уменьшением содержания аминокислот, снижало переваримость протеина, жира,

использование азота, лизина, метионина. Ввод кормовой протеазы при дозировке 50 мг/кг и 100 мг/кг значительно увеличивал переваримость, как и при включении гороха в рацион, так и без него. Примечательно, то что добавка 100 мг/кг протеазы в группе 9(о), получавших рацион с 10% вводом гороха, увеличила переваримость лизина на 2,5%, метионина на 1,9%, жира — 0,8%, в сравнении с контрольной группой 3, что полностью согласуется с полученными показателями выращивания, описанных в таблицах 3.1 и 3.3. Важно отметить, что лучшее усвоение азота наблюдалось в группах, получавших кормовую протеазу (таблица 3.9), что способствует не только повышению эффективности использовании корма, но и также снижению выбросов аммиака вместе с пометом. Влияние кормовой протеазы на переваримость жира согласуется с предыдущими данными Kalmendal R., Tauson R. [141] и Fru-Nji F., Kluenter A.-M., Fischer M. Et al. [149], которые обнаружили достоверное увеличение переваримости жира с 89 до 91% и 80,3 и 84%, соответственно.

Хотя достоверной разницы в переваримости кальция и фосфора в группах получавших протеазу и без нее не было обнаружено, за исключением групп 4(о) и 5(о), получавших стандартный пшенично-соевый рацион, и с добавлением 10% гороха с вводом 100 мг/кг протеазы, где усвояемость фосфора улучшилась с 48,6 до 49,9%, в 4(о) - с 47,0 до 47,8 в 7(о). Ввод гороха, в свою очередь, как в 5%, так и 10% без применения протеазы значительно уменьшал переваримость кальция и фосфора. По всей видимости, наличие антипитательных факторов в горохе также снижает эффективность усвоения минеральных веществ.

В наших исследованиях мы не обнаружили достоверных изменений в биохимических показателях крови, которые остались в пределах физиологической нормы (таблица 3.10).

Таблица 3.10 - Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров 35-суточного возраста

Группы	Общий	Щелочна	Холестер	Триглице	Кальций	Фосфор,
	белок,	Я	ин,	риды,	,	ммоль/л
	Γ/Π	фосфата	ммоль/л	ммоль/л	ммоль/л	
		за, ед/л				
Контрольная 1	40,7±2,04	497±58,2	$0,5 \pm 0,04$	0,11±	$3,1\pm0,22$	2,3±0,24
				0,017		
Контрольная 2	$39,7\pm 2,31$	521±59,7	$0,5\pm0,05$	0,10±	3,2±0,23	2,3±0,22
				0,017		
Контрольная 3	39,9±2,82	517±67,	$0,6\pm0,05$	0,11±	3,1±0,32	2,3±0,21
		9		0,018		
Опытная 4	41,1±3,51	576±58,1	0,05±	0,10±	3,0±0,22	2,1±0,23
			0,060	0,016		
Опытная 5	40,9±3,12	489±57,3	0,05±	0,11±	2,9±0,25	$2,1\pm0,22$
			0,050	0,017		
Опытная 6	38,9±2,95	62±68,9	0,06±	0,11±	3,1±0,22	2,1±0,18
			0,070	0,017		
Опытная 7	39,1±3,56	602±	0,05±	0,10±	2,9±0,27	2,1±0,19
		62,3	0,070	0,015		
Опытная8	40,2±3,83	633±	0,06±	0,10±	3,1±0,25	2,0±0,19
		67,8	0,070	0,017		
Опытная 9	41,1±3,98	599±	0,06±	0,10±	3,2±0,23	2,1±0,18
		58,1	0,05	0,016		

3.5 Расчет экономической эффективности при использовании Акстра Про при выращивании бройлеров

Ежегодные колебания цен и возрастающая стоимость на зерновое и белковое сырье негативно сказывается на прибыльности птицеводства [162]. Данный факт, в частности, еще более усугубляется трудностями с запасом зерна в периоды повышенного спроса. Оптимизация рациона или снижение стоимости комбикорма без ухудшения продуктивности и сохранности сегодня ставится как первоочередная задача на многих птицефабриках. Расходы на корма исторически занимают 60-70% в структуре себестоимости [65], при этом кормовая программа разрабатывается исходя из общепринятого отраслевого стандарта в странах СНГ, где используются традиционные кормовые ингредиенты: соевый, подсолнечный шрот/жмых для обеспечения белком и кукуруза/пшеница для обеспечения обменной энергией. При этом существует значительное число альтернативного белкового и зернового сырья способного по питательности заменить стандартные ингредиенты как полностью, так и частично.

В период сезонного повышения цен на мировых и местных рынках кормовых компонентов птицеводам приходится учиться оценивать экономическую эффективность кормовых программ и разрабатывать рационы, отвечающие нормативам по питательности с наименьшей стоимостью. Многие альтернативные корма, потенциально рентабельные и полезные для рационов птицы, производятся широким числом индустрий: мукомольной, хлебопекарной, пивоваренной, дистилляцией, переработке фруктов и овощей, масложировой, переработке молока, яиц и продуктов птицеводства [66,112]. Побочные продукты из этих отраслей могут регулярно использоваться в готовых кормах для обеспечения необходимой питательной ценности корма, но со сниженной ценной. Многие из побочных продуктов могут легко заменить часть обменной энергии или белка корма, а нормативы ввода данных компонентов будут за-

висеть от стоимости, питательного состава, усвояемости, качества белка, аминокислотного профиля, вкусовых качеств, наличия антипитательных факторов, сроков хранение и применяемой группе птицы: бройлеры, несушка, ремонтное стадо.

Стоимость является одним из наиболее сложных факторов, рассматриваемых при использовании альтернативных кормов. Часто производителями свинины оценивается только содержание питательных веществ, тогда как подобная оценка может быть чрезвычайно сложной, первопричина в том, что большинство побочных продуктов нельзя сравнивать между собой напрямую из-за высокой вариабельности питательного состава. В результате зачастую относительные «грубо» усредненные значения используется для сравнения. Тем не менее, стоит обратить внимание, что конечная стоимость любой оптимизации рациона должна также учитывать и другие факторы: транспортировку, технологические условия кормопроизводства, обработки и хранения. Это особенно важно, когда оцениваются продукты с высоким содержанием влаги, такие как сыворотка, послеспиртовая барда, жом. Значение альтернативных кормов должно в первую очередь основываться на их фактическом вкладе питательных веществ в рацион, усвояемости и стоимость. Исторически сложилось, что первоначально рационы были наименее сбалансированными по уровню белка потому, что белок являлся самым дорогим ингредиентом. Однако в современных экономических условиях обменная энергия стала, как правило, дороже на единицу, чем белок. Таким образом, рационы и кормовые программы должны быть пересмотрены в свете экономического приоритета.

В нашем эксперименте оптимизация и удешевление рационов откорма при применении гороха без добавления препарата протеолитического действия приводила к снижению продуктивности. Антипитательные факторы гороха, высокое содержание клетчатки, некрахмалистых полисахаридов, аллергенов, возможная высокая вариабельность питательной ценности понижала переваримость питательных веществ рациона. Напротив, применение кормовой протеазы достоверно улучшало жи-

вую массу бройлеров, что согласуется с активностью дуоденальных протеолитических ферментов.

Производственная проверка с целью определения экономической эффективности действия препарата Акстра Про была проведена на площадке №3 КХК АО «Краснодонское» на цыплятах-бройлерах кросса Росс 308. Для проведения производственной проверки в суточном возрасте было сформировано 3 птичника: 1-численностью 31700 голов, 2 — численностью 32300 голов, 3 — численностью 31900 гол. Первый птичник служил контролем (базовый вариант) и получал полнорационный комбикорм в соответствии с рекомендациями кросса Росс 308. Второй птичник получал базовый рацион вместе с добавлением фермента Акстра Про 301 ТРТ в дозировке 50 г/т комбикорма, 3 — птичник — 100 г/корма. Результаты производственной проверки представлены в табл 3.11 и в Приложении 4. Из материалов таблицы следует, что сохранность поголовья бройлеров была около 95% в опытных группах. Падеж птицы был зафиксирован во всех птичниках, в начале выращивания, на 1 - 4 день посадки.

Живая масса 36-дневных цыплят в опытной группе 1 была на 2% выше, чем в контрольной группе. При этом затраты корма на 1 кг прироста живой массы были на 2,6% меньше в опытной группе 1 и на 5,75% меньше во втором опытном птичнике относительно контрольного птичника. Себестоимость 1 кг живой массы оказалась также меньше в опытных птичниках соответственно на 2,6% и 4,1% относительно базового птичника.

Экономический эффект определяют как разность между результатами деятельности хозяйствующего субъекта (доходами или экономией от внедрения мероприятия) и себестоимостью, т.е. всеми затратами понесенными на изменение деятельности. Стоимость реализации 1 кг бройлера одинакова и составила 102 рубля. Несмотря на то, что в птичниках находилось различное количество голов птицы, мы

рассчитали стоимость выхода 1 кг мяса с каждого птичника, таким образом, возможно рассчитать экономический эффект от реализации 1кг мяса птицы.

Таблица 3.11 - Результаты производственной проверки эффективности использования добавки Акстра Про 301 ТРТ в комбикормах для цыплят-бройлеров

Показатели	Ед.	Птичники				
	изм.	Контрольный	Опыт 1	Опыт 2		
Принято на выращивание	гол.	31700	32300	31900		
Живая масса суточных цыплят	Γ	40,1	39,2	39,6		
Срок выращивания	суток	42	42	42		
Валовая масса цыплят	КГ	1271,17	1266,16	1263,24		
Масса в 36 дней	Γ	1920	2040	2120		
Масса при убое 42 дней	Γ	2497	2550	2600		
Валовая живая масса на 42-й день	КГ	74484,76	78164,39	78875,94		
Валовой прирост живой массы	КГ	73213,59	76898,23	77612,7		
Среднесуточный прирост	Γ	58,5	59,78	60,96		
Сохранность	%	94,1	94,9	95,1		
Конечная численность поголовья	гол.	29830	30653	30337		
Затраты на корма:						
- на 1 кг прироста живой массы	ΚΓ	1,91	1,86	1,8		
- на птичник	руб.	2449726,75	2476122,85	2444800,1		
- на 1 кг прироста живой массы	-//-	33,46	32,2	31,42		
Себестоимость на производство 1 кг живой массы	-//-	48,46	47,2	46,45		
Средний убойный выход	%	74	74	74		
Средняя масса тушки	КГ	1,86	1,89	1,92		
Всего масса мяса с птичника	ΚΓ	55483,8	57934,17	58247,04		
Производственные затраты на	тыс.	3 547,93	3629,60	3605,1099		
прирост живой массы, в т.ч.: - Зарплата персонала с отчислениями в фонды	руб. -//-	319,31	319,31	319,31		
- Стоимость кормов (с препаратом для опытных птичников)	-//-	2 449,73	2476,12	2438,591		
- Прочие прямые затраты	-//-	300,00	355,27	368,32		
- Затраты на убой	-//-	382,00	382	382		
- Накладные расходы	-//-	96,89	96,89	96,89		
Стоимость выхода 1 кг мяса	руб.	63,95	62,65	61,89		
Стоимость реализации 1 кг тушки	-//-	102	102	102		
Экономический эффект от реализации 1 кг мяса	-//-		39,35	40,11		

Так, в опытном птичнике 1 экономический эффект от реализации 1 кг мяса составил на 1 рубль 29 копеек (3,4%) больше, чем в контрольном птичнике, во втором опытном птичнике экономический эффект - на 2 рубля 05 копеек (5,4%) больше, чем в контрольном.

Таким образом, использование ферментного препарата Акстра Про эффективно с экономической точки зрения. Экономический эффект при добавлении кормовой протеазы на фоне 5% гороха в рационе цыплят-бройлеров в дозе 50 мг/кг составляет на 1 кг мяса 1,29 руб., при дозе препарата 100 мг/кг – 2,05 руб.

4 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ферментные препараты нашли широкое распространение в птицеводстве. Несмотря на большое количество публикаций о влиянии экзогенных ферментов на продуктивность сельскохозяйственной птицы (Егоров И.А., 2018; Ленкова Т.Н., 2018) и др.) [40-43,50], механизм их действия на пищеварительную систему цыплят-бройлеров до конца не изучен. В настоящей работе впервые представлены материалы о влиянии ферментного препарата протеолитического действия на продуктивность цыплят-бройлеров кросса «Соbb 500», активность дуоденальных ферментов, переваримость питательных веществ и показатели крови при использовании в рационе соевого жмыха или гороха.

Из литературы известно, что активность панкреатических ферментов незначительно изменяется после перорального введения пищеварительных ферментов вследствие различия в физико-химической структуре между эндогенными ферментами И экзогенного происхождения бактериальными ПТИЦЫ или ингибирование растительными гидролазами, может вызывать что или перепроизводство панкреатических ферментов [204]. Очевидно, что ТИП используемых рационов, кормового сырья, возраст птицы, методики и многие другие факторы могут оказывать влияние на результат исследований.

В задачу наших исследований входило изучение физиологического механизма взаимодействия вводимого фермента протеолитического действия с активностью пищеварительных ферментов в кишечнике, а также их взаимосвязь с продуктивностью. По нашим данным ввод в рацион 5 - 10% гороха не повлиял на активность протеаз в химусе 12-перстной кишки. Что отчасти согласуется с данными Vojtěch Rada et al. (2016), не получивших достоверных различий на рационах с использованием 4% рапсового шрота в качестве трудногидролизуемого сырья [199]. Наши экспериментальные данные согласуются с результатами исследования

Тесаривской Т.Б., (2011), которая указывает, что добавка 5% гороха подавляет протеолитическую активность, уменьшая её в 1 мл секрета поджелудочной железы на 36,2%, а в объеме сока за опыт — на 43,6% [89]. Результаты исследования подтверждают точку зрения Бутенко М.Н., (2013), обнаружившей сниженную активность протеаз при добавке 5% гороха по сравнению с рапсом и соей. Это свидетельствует о наличии ингибиторов трипсина и др. антипитательных веществ в горохе, которые оказывают негативное влияние на внешнесекреторную деятельность поджелудочной железы кур [21]. К аналогичным результатам пришли исследователи, изучавшие влияние амилосубтилина, пектофоетидина и целловеридина на секреторную функцию уток (Бердников, П.П. 1990). Установлено, что, несмотря на снижение выработки собственных ферментов под влиянием ферментных препаратов ферментативная активность химуса и переваримость питательных веществ в данном случае возрастает [10].

В свою очередь мы обнаружили, что ввод кормовой протезы в дозировке 100 мг/кг к стандартному рациону на основе пшеницы и сои достоверно снижал протеазную активность на 56% до 18,44 мг/(мл.мин) против 33,11 в контроле 1 (р<0,05), что согласуется с данными Маћаgna М., Nir, I., Larbier М., Nitsan Z. (1995) которые обнаружили, что активность протеазы в кишечнике снижалась при кормлении цыплят с экзогенной амилазой и протеазой. Так, при применении дозировки протеазно-амилазного фермента 1000 мг/кг корма наблюдали снижение активности химотрипсина в кишечники на 14 сутки бройлеров на 38,5 %, тогда как не было обнаружено разницы при дозировке 250 мг/кг корма на активность химотрипсина в кишечнике [163]. Однако в опытах Маћаgna М., Nir, I., Larbier М., Nitsan Z. (1995) ввод начальной дозировки фермента в 250 мг/кг на 6,25% менял активность трипсина по сравнению с контролем, тогда как дозировка в 1000 мг/кг не приводила к такому эффекту на 14 сутки птицы. В наших опытах ввод начальной дозировки 50 мг/кг кормовой протеазы к стандартному пшенично-соевому рациону

не изменял протеазную активности.

Можно заключить, исходя из полученных нами данных, что ввод кормовой протеазы Акстра Про на стандартных рационах не оказал стимулирующего действия на активность протеолитических ферментов в химусе 12-перстной кишки, что отчасти согласуется с данными Vojtěch Rada et al. (2016) [199] на рационах с использованием рапса. Наши данные свидетельствуют о том, что дозировка Акстра Про 100 мг/кг приводила к снижению активности протеаз в кишечнике. Данные согласуется с опытами Yan F. и др. (2017), которые исследовали активность протеаз в кишечнике при вводе разных дозировок протеаз в 21- и 42-суточном возрасте бройлеров. Оказалась, что ввод протеазы приводит к уменьшению выработки собственных эндогенных протеаз по сравнению с контролем при изучении возрастной динамики, при использовании максимальной дозировки 160 мг/кг кормовой протеазы наблюдали снижение активности трипсина на 35% и 66% в 21- и 42-суточном возрасте соответственно. Интересно, что динамика ингибирования эндогенных протеаз при использовании кормовых препаратов протеолитического действия не прослеживалась в более ранних исследованиях Юаня с сотрудниками, когда ввод ферментного комплекса, содержащего протеазу, амилазу и ксиланазу не приводил к изменению активности протеазы, в частности, трипсина в химусе 12перстной кишки при вводе 750 мг/кг препарата, что соответствовало уровню контроля, тогда как меньшие дозировки в 180 и 360 мг/кг корма достоверно увеличивали активность трипсина в химусе. Очевидно, ДЛЯ чистоты фермент, эксперимента необходимо использовать имеющий только ОДНУ декларируемую моноактивность.

Установлено, что в опытных группах на цыплятах-бройлерах, получавших пшенично-соевый рацион с вводом гороха 5%, наблюдалось увеличение протеазной активности на 32,6 и 38,3 % по сравнению с контролем. В опытных группах с вводом 10% гороха показатель был выше на 34,7 и 26,0 %, чем в контроле. Наши результаты

оказались противоположны данным Vojtěch Rada et al. (2016) [199], которые применяли кормовую протеазу с 8% вводом рапсового шрота, что приводило к снижению протеазной активности на 17,8% по сравнению с контролем без протеазы. В наших опытах ввод кормовой протеазы в дозировке 50 мг/кг приводил к увеличению протеазной активности в химусе 12-перстной кишки с 5% и 10% вводом гороха, достоверного различия с дозировкой 100 мг/кг обнаружено не было. Очевидно, применение высоких дозировок кормовой протеазы (100 мг/кг) не оправдано, поскольку на рационах с высоким содержанием гороха 10% применение меньшей дозировки в 50 мг/кг уже приводит к положительному эффекту. Это подтверждает положение о том, что секреторный ответ пищеварительных желез на введение экзогенного фермента зависит от уровня исходной активности пищеварительных ферментов (Вертипрахов, 2004; Фоменко Е.Г., 2008) [30].

По нашим данным ввод 5% гороха статистически достоверно увеличивал амилазную активность в химусе 12- перстной кишки на 24,8% по сравнению с контролем без гороха (р<0,05). Значительной разницы в опытных группах с добавкой 5 и 10% гороха обнаружено не было. Наши данные по амилазной активности согласуются с результатами Тесаривской Т.Б. (2011), где добавление в рацион 1% гороха вызывает увеличение амилазной активности, однако ввод уже 5% гороха в её эксперименте приводит к снижению амилазной активности по сравнению с фоном на 63,8% [89]. Полученные нами результаты по активности амилазы в химусе кишечника отчасти согласуются с экспериментом — Ren L.Q. et al. (2012). Так, при полной замене соевого шрота в рационе на альтернативные источники, такие как арахисовый, хлопковый, рапсовый шрота и кукурузный глютен в дозировке 3-6 % каждого компонента, активность амилазы была достоверно выше в группе, получавшей альтернативные источники, чем в группе, получавшей соевый шрот и аналогичные компоненты только меньшего ввода 3-4% соответственно. Ren L.Q. et al. (2012) отмечают, что обна-

ружили более низкие значения рН в группе с соевым шротом, что может объяснить меньшую амилазную активность в данной группе [182].

Важно отметить, что ферментый препарат Акстра Про, применяемый нами в опытах, обладает практически эквивалентной препарату панкреатина амилазной активностью – 36012 ед/л. По нашим данным ввод кормовой протеазы к стандартному рациону на основе пшеницы и соевого шрота приводит к достоверному снижению амилазной активности на 30 % в химусе 12-перстной кишки при дозировке 100 мг/кг. При дозировке 50 мг/кг достоверного изменения амилазной активности в опытной группе по сравнению с контролем не установлено. Наши дынные согласуются с дан-Jiang Z., Zhou Y., Lu F., Han Z., Wang T. (2008), которые обнаружили, что ными активность панкреатической амилазы уменьшалась в ткани поджелудочной железы с 9 до 33% с увеличением уровня экзогенной амилазы у бройлеров на кукурузносоевых рационах (от 250 до 2250 мг / кг), что может указывать на отрицательный ответ со стороны секреторной функции панкреатической железы [205]. Важно отме-Jiang Z., Zhou Y., Lu F., Han Z., Wang T. (2008) обнаружили уменьшение тить, что протеазной активности на высоких дозах кормовой эндогенной амилазы (2250 мг/кг) на 16,4% против контроля без ввода амилазы, что также согласуется с нашими данными по снижение протеазной активности при вводе Акстра Про к стандартному пшенично-соевому рациону в дозировке 100 мг/кг. В эксперименте Mahagna M., Nir, I., Larbier M., Nitsan Z. (1995) ввод как минимальной (250 мг/кг), так и в максимальной тестируемой дозировке (1000 мг/кг) приводил к снижению амилазной активности на 34,4 и 36,5 % в кишечном содержимом 14- суточных бройлеров соответственно. Возможно, тестируемый в экспериментах Mahagna M., Nir, I., Larbier M., Nitsan Z. (1995) фермент обладал более высокой амилолитической активностью, что приводило к ингибированию активности в химусе уже на минимальной дозировке, тогда как в наших опытах только дозировка 100 мг/кг приводила к похожему эффекту.

Липазная активность у цыплят-бройлеров, получавших рацион с 5 и 10% гороха, была достоверно выше (на 208 и 220%), чем в контроле. Данное различие, очевидно, связано с большим содержанием сырого жира в контрольных рационах с 5 и 10% (таблица 3.8).

Согласно нашим данным, липазная активность в препарате Акстра Про оказалась в 10 раз меньше, чем в препарате панкреатин. Ввод кормовой протеазы не оказал достоверного влияния на липолитическую активность в химусе 12-перстной кишки на стандартных пшенично-соевых рационах, что отчасти согласуется с данными Jiang Z., Zhou Y., Lu F., Han Z., Wang T. (2008), где ввод ферментного препарата амилазы не изменял липазную активность в кишечном содержимом.

Применение кормовой протезы Акстра Про в дозировке 50 и 100 мг/кг способствовало противоположной динамике липазной активности на рационах с 5 и 10% вводом гороха. Так, в опытной группе, содержащей 5% гороха, добавка 50 мг/кг Акстра Про приводила к увеличению липазной активности до 1283,1 ед/л, что на 189,7% выше, по сравнению с контролем. Тогда как, применение 100 мг/кг приводило к ингибирующему эффекту, снижая активность липазы на 213% по сравнению с контролем. Похожий физиологический механизм описан в экспериментах Jiang Z., Zhou Y., Lu F., Han Z., Wang T. [205], когда кукурузно-соевый рацион с вводом протеазы и НКП фермента скармливали бройлерам до 42 суток: применение высоких дозировок ферментов приводит к снижению активности липазы. При минимальной дозировке фермента результат оказывается выше, чем в контроле на 26%. Возможно, в экспериментах Jiang Z., Zhou Y., Lu F., Han Z., Wang T. (2008) протеолитическая активность фермента была значительно ниже, чем в нашем опыте, в связи с этим не было обнаружено ингибирующей динамики на высокой дозировке.

На сегодняшний день кормовые протеазы используются через монокомпонентные препараты либо мультиферментные коктейли. Один из основополагающих положительных эффектов кормовых протеаз является улучшение

переваримости протеина и аминокислот корма. Так, в работах Cowieson A.J., Roos F.F. (2016) отмечается общее улучшение доступности аминокислот на 3,7% на основе 25 независимых экспериментов на разных рационах [129]. Что частично согласуется с нашими данными по улучшению переваримости лизина на 2,5% и метионина – на 1,9% при применении дозировки в 100 мг/кг корма. Хотя по данным Angel C.R. и др. (2010) на кукурузно-соевом рационе было получено улучшение переваримости лизина на 6% при применении 100 мг кормовой протеазы на кг корма, тогда как улучшение переваримости метионина наблюдали только при 4-х кратном увеличении дозировки до 400 мг/кг (на 7% соответственно) [114]. В опытах Vojtěch Rada et al. (2016) на кукурузно-пшенично-соевых рационах с вводом 4% рапсового шрота, не было получено значительного улучшение переваримости лизина и метионина у бройлеров при применении дозировки 200 мг/кг корма такой же протеазы [199], что в опытах Angel C.R. и др. (2010). Стоит отметить, что улучшение доступности метионина при добавлении протеазы было все же обнаружено в рационе с вводом рапсового шрота 8% и кормовой протезы 200 мг/кг на 4,5%. Очевидно, что структура рациона ввод трудногидролизуемых белков, содержащих антипитательные вещества, влияют на эффективность протеазы, на примере улучшение усвоения аминокислот. По нашим данным, минимальное значение усвояемости лизина и метионина наблюдали при добавлении к рациону 10% гороха без добавки протеазы (87 и 88% соответственно), тогда как при вводе в рацион 5% гороха усвояемость аминокислот была незначительно выше (87,1 и 89 % соответственно). При этом доступность лизина снизилась до 87,1 при 5 % гороха и 87,0 при 10% против 88,2 % в контрольной группе.

Влияние кормовой протеазы на использование азота была наименее значительно на основе рационов пшеницы и сои: по нашим данным— 46,1% в контрольной группе, против 46,6% и 47,0% при дозировке 50 и 100 мг/кг кормовой протеазы — 1,1% и 1,9 % соответственно, что частично согласуется с данными

Marsman G.J.P., Gruppen H., Van Der Poel A.F.B., Kwakkel R.P., Verstegen M.W.A., (1997), получивших улучшение коэффициента использования азота на 1,8% при введении протеазы на рационе в основе которой была соя [165]. В свою очередь

Ghazi S., Rooke J.A., Galbraith H., Bedford M.R. (2002) обнаружили улучшение использование азота бройлерами на 6%, получавших рацион на основе соевого шрота и добавлением кормовой протеазы [152]. Данные Маhagna M., Nir, I., Larbier M., Nitsan Z. (1995) свидетельствуют об улучшении использования азота при включении амилазно-протеазного фермента на 4,3 % [163]. В наших экспериментах были получены схожие данные, в частности, использование азота улучшалась на 6,8% на рационах с использование 5% гороха и дозировки 100 мг/кг – на 3,0%.

Переваримость сырого протеина уменьшается при введении в рацион гороха, в наших опытах на 3,0% и 5,4% в рационах с 5 и 10% вводом гороха соответственно, что согласуется с данными Castell, А. G (1996) о меньшей переваримости протеина гороха по сравнению с соевым шротом [124]. Введение кормовой протеазы в целом улучшает переваримость сырого протеина корма. В группах без гороха повышение переваримости не является достоверным. Тогда как при вводе кормовой протеазы к гороха-содержащим рационам улучшение было более значительно: при вводе 5% гороха и дозировок 50 и 100 мг/кг кормовой протеазы переваримость возрастает на 2,9% и 1,7%. В свою очередь добавление 50 и 100 мг/кг кормовой протеазы в рационы с 10% вводом гороха переваримость улучшается на 4,7% и 3,7%. Наши данные согласуются с опытами Angel C.R. et al. (2010), которые получили улучшение переваримости протеина на 6% на низко-протеиновых рационах вне зависимости от дозировки кормовой протеазы [114]. По результатам их эксперимента переваримость сырого протеина в низко-протеиновом рационе оказалась статистически равной стандартному рациону.

В наших опытах мы не получили значительных различий в переваримости жира при вводе Акстра Про и гороха в противоположность к опытам Mahagna M.,

Nir, I., Larbier M., Nitsan Z. (1995), где обнаружили 4,8% улучшения при вводе 1000 мг/кг корма ферментного препарата. Также не было обнаружено значительной разницы в усвоении кальция и фосфора.

Применение 5% гороха в наших экспериментах не оказывало значительного негативного влияния на живую массу бройлеров в 10,21,25 суток, тогда как уже применение 10% гороха достоверно снижало живую массу на 35 сутки на 3%. Наши данные согласуются с другими учеными [124], которые не получили значительного падения прироста живой массы бройлеров при включении в рацион 5% гороха и 5% соевого шрота, как источника белка по сравнению со стандартным кукурузно-соевым рационом.

Повышенная переваримость белковых компонентов рациона с помощью кормовой протеазы в научной литературе упоминается в корреляции с улучшением продуктивности, в частности, среднесуточного прироста и конверсии корма. В наших экспериментах ввод кормовой протеазы благоприятно показал себя на ранних этапах онтогенеза на 10 сутки на бройлерах. На рационах без добавления гороха в опытной группе при введении 100 мг/кг кормовой протеазы живая массы цыплят была достоверно выше на 5,4% чем в контроле, в опытной группе при введении 50 $M\Gamma/K\Gamma - 3.8\%$. Однако мы не обнаружили значительной разницы между дозировками 50 и 100 мг/кг кормовой протеазы. Такой же эффект двух дозировок кормовой протеазы на живую массу был зафиксирован на 21 сутки в опытных группах, где живая массы была на 5,7% и 6,8% (дозировки соответственно 50 и 100 мг/кг кормовой протеазы), на 35 сутки – 4,6% и 6,5% соответственно, при этом достоверной разницы между группами опытными группами с дозировками 50 и 100 мг/кг не было. В экспериментах Yan F. И др. (2017) с кормовой протеазой на стандартном кукурузно-соевом рационе был получен схожий ответ – показатель среднесуточного прироста (ССП) на 21 сутки достоверно увеличивался на 6,3% только при вводе 160 мг/кг препарата. Тогда как за 42 сутки дозировка в 80 и 160 мг/кг увеличивала ССП на 3% [204]. Возможно, ввод протеазы, в экспериментах Yan F. потребовал более долговременной адаптации на меньших дозировках для получения статистически значимого ответа, тогда как в наших опытах мы получили достоверно значимый эффект уже с дозировкой протеазы 50 мг/кг и на более молодой птице (10 суток).

Результаты исследования показали, что достоверной разницы между дозировками 50 и 100 мг/кг Акстра Про по изменению живой массы цыплят-бройлеров обнаружено не было. Интересно, что наши результаты эксперимента оказались схожи с результатами Angel C.R., Saylor W., Vieira S.L., Ward N. (2010), которые получили улучшение прироста живой массы на 6,4% цыплят бройлеров на 22 сутки при добавлении в рацион кормовой протеазы в дозировке 200 мг/кг по сравнению с контролем, однако не было зафиксировано положительно эффекта по живой массе при увеличении дозировки протеазы до 400 и 800 мг/кг. Очевидно, что при увеличении дозировки в экспериментах Angel C.R. et al. (2010) наблюдается «эффект-плато», когда увеличение дозировки не повышает эффективность от препарата, что совпадает с нашими данными при сравнении дозировок 50 и 100 мг/кг на стандартных, так и на горох содержащих рационах.

По нашим данным 5% включение гороха в рацион почти не отразилось на показателях конверсии корма на 35 сутки. Тогда как в контрольной группе при вводе 10% гороха конверсия на 35 сутки составила 1,724, что на 1,8% меньше. В научной литературе на бройлерах были получены близкие к нашим данным значения при сочетании 50% гороха и 50% соевого шрота в рационе, конверсия на 17 день была на 3 % хуже, чем в группе, получавшей соевый шрот, как источник белка [199].

Ввод протезы на стандартных пшенично - соевых рационах приводил к улучшению конверсии от 4,1 до 4,4%, с содержанием гороха 5% - 5 и 4,8 %, с содержанием гороха 10% - 4,2 и 5,5 % в зависимости от дозировки препарата 50 и 100 мг/кг соответственно. Полученные результаты согласовываются с данными

Simbaya, J. и др. [192], получившими улучшение конверсии корма с 1,52 до 1,42, что составляет 6,57% на бройлерах при кормлении пшенично-соевым рационом, однако при добавлении протеазы к рациону на основе пшеницы и рапса, улучшение конверсии корма получено не было [192]. В экспериментах Freitas D.M., Vieira S.L., Angel C.R. et al. (2011) ввод моно-компонентой протеазы на бройлерах улучшал конверсию корма с 1,75 до 1,72, что составляет 1,7 % [148]. По данным Angel, C.R., Saylor, W., Vieira, S.L., Ward, N. (2010) улучшение конверсии составило 3,5% на 22 сутки у бройлеров при применении дозировки 200 мг/кг корма [114]. По нашим данным на гороха-содержащих рационах с 5 и 10% вводом наибольший вклад в улучшении конверсии приходился на первые 10 суток жизни бройлеров при применении 100 мг/кг (8,4% и 7,2 % соответственно), что не согласуется с данными Маћаgna М., Nir I., Larbier М. and Nitsan Z. (1995), которые не обнаружили влияния кормовой протеазы на эффективность использования корма в данный период [163].

Касаясь улучшения конверсии корма в научной литературе наблюдается большая вариабельность данных. Наряду с описанными выше эффектами улучшения конверсии корма, наблюдается и отсутствие какого-либо эффекта использования кормовых протеаз на конверсию корма, в частности, в опытах Yan F., Mahagna M., Nir, I., Larbier M., Nitsan Z. (1995), Simbaya J., Slominski B.A., Guenter W., Morgan A., Campbell L.D. [163,194]. Очевидно, данный факт связан не только разницей в контрольных рецептах и используемых разных кормовых коммерческих протеаз. Автор считает, что до сих не выяснен полный физиологический механизм действия кормовых протеаз на бройлерах.

Академик И.П.Павлов считал, что использовать ферментные препараты необходимо в качестве заместительной терапии при нарушении ферментновыделительной функции пищеварительными железами. Однако в условиях современного бройлерного птицеводства с коротким циклом выращивания и борьбой за снижение себестоимости, использование кормовых протеаз может принести

определенные дивиденды при научно-обоснованном внедрении в рецептуру. Полученные нами данные об активности пищеварительных ферментов и показателей продуктивности при использовании кормовой протеазы и гороха свидетельствуют о физиологическом механизме адаптации пищеварительной системы бройлера. Так, мы зафиксировали достоверное ингибирование протеазной активности в химусе 12-перстной кишки на дозировке 100 мг/кг Акстра Про при кормлении бройлеров стандартным рационом. Однако показатели живой массы и конверсии корма в опытной группе по сравнению с контролем были достоверно лучше на 6,5% по живой массе и 4,6 % по конверсии корма. Наши данные совпадают с данными

Xu X., Wang H.L., Pan L. et al. (2017), Yan F., Dibner J.J., Knight C. D., Vazquez-Anon M. (2017), которые также обнаружили падение активности эндогенных протеаз, в частности, трипсина на максимальной дозировке кормовой протеазы, однако показатели среднесуточного прироста были достоверно выше на 3% по сравнению с контрольной группой [203,204].

Эндогенные протеазы, в частности, трипсин секретируется поджелудочной железой. Протеазная активность регулируется тремя различными механизмами: синтезом зимогена, активацией зимогена и инактивацией ингибиторами протеаз. Кроме того, синтез трипсиногена регулируется на трех уровнях: транскрипция, перевод и пост-перевод [197]. Регулирует ли кормовая, экзогенная протеаза прямо или косвенно выработку эндогенных протеаз на транскрипционном, трансляционном или секреторном уровне остается неясным из-за сложности разграничения между экзогенными и эндогенными протеазами в кишечнике. В научной литературе встречаются данные о том, что активность амилазы в поджелудочной железе уменьшалась на рационах с низким содержанием крахмала [204]. Было обнаружено, что активность трипсина и его экспрессия мРНК увеличились у крыс, получавших рацион, с содержанием 500 г на кг казеина. Следовательно, снижение активности протеазы в наших опытах может быть вызвано расщеплением белка в кишечнике

кормовой экзогенной протеазой, что может привести к снижению диетического стимула в нервной системе желудочно-кишечного канала и подавлению экспрессии, трипсина. Rothman S.S. (2002) показал, ЧТО большая частности, пищеварительных ферментов, выделяемых поджелудочной железой, всасываются в кровь и используются в течении энтеро-панкреатической циркуляции, которая похожа на энтерогепатическую циркуляцию [182]. Если это так, то присутствие в рационе кормовой протеазы повышает уровень циркулирующих протеаз и, соответственно, повышает накопление протеаз в поджелудочной железе. Если это так, TO растущее участие кормовых протеаз энтеро-панкреатическое кровообращение может негативно влиять на выработку поджелудочной железы мРНК трипсина и химотрипсина.

Поджелудочная железа отвечает за синтез и секрецию пищеварительных ферментов. Если скорость синтеза равна секреции, или если экспрессия мРНК трипсина уменьшается при смягчении нервного стимула ИЛИ вмешательства энтеро-панкреатического циркуляция или оба, секреция трипсина будет уменьшаться, что и было обнаружено в наших опытах при дозировке 100 мг/кг. На основе данных научной литературы и наших опытов, по-видимому, имеет место долговременная адаптация на бройлерах, вследствие чего прекращение применение кормовой приводит к падению протеазы продуктивности, особенно используемых долгое время продуктивных животных и птице (свиньи и курынесушки).

На основе полученных данных мы считаем, что при применении дозировки 50 мг/кг кормовой протеазы Акстра Про на бройлерах улучшаются показатели продуктивности: живая масса и конверсия корма, переваримость питательных веществ, активность протеазы в химусе 12-перстной кишки. Повышенная дозировка в 100 мг/кг будет более обоснована на рационах с высоким вводом гороха (более 10 % от массы корма).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты выполненных исследований на цыплятах-бройлерах позволяют сделать нам следующие выводы:

- 1. Ферментный препарат Акстра Про в дозе 100 мг/кг на пшенично-соевом рационе повышает прирост массы в 10-суточном возрасте на 5,4% (р $\leq 0,05$), в 21-суточном возрасте на 6,8% (р $\leq 0,05$), в 35-суточном возрасте цыплят-бройлеров на 6,5% (р $\leq 0,05$) по сравнению с контролем. При этом затраты корма в опытной группе за период выращивания снижаются на 4,4%.
- 2. Ферментный препарат Акстра Про на фоне добавки гороха (5% от массы корма) повышает прирост массы цыплят-бройлеров в 10-суточном возрасте на 6,2% и 8,7% (дозировка соответственно 50 и 100 мг/кг); в 21-суточном возрасте на 5,1% и 7,1% (при дозировке препарата соответственно 50 и 100 мг/кг); в 35-суточном возрасте на 5,7% и 6,7% (соответственно) по сравнению с контрольной группой. Различия между опытными и контрольной группами являются достоверными (р≤0,05), наиболее существенные различия отмечаются в начальный период онтогенеза (1-10 суток). Конверсия корма улучшается в опытных группах на 5,0-4,8% за период выращивания по сравнению с контрольной группой.
- 3. Действие протеазы на фоне 10% гороховой добавки направлено на повышение продуктивности бройлеров: в 10-суточном возрасте прирост массы выше на 5,3% и 8,8% (доза препарата 50 и 100 мг/кг соответственно); в 21-суточном возрасте на 6,2% и 7,8% (доза препарата 50 и 100 мг/кг соответственно); в 35-суточном возрасте на 5,3% и 6,5% (доза препарата 50 и 100 мг/кг соответственно) по сравнению с контрольной группой. Наиболее высокие показатели отмечаются в группах, получавших препарат в дозе 100 мг/кг корма. Конверсия корма в данной группе улучшается на 5,5% по сравнению с контрольной.

- 4. При использовании кормовой протеазы на фоне пшенично-соевого рациона цыплят-бройлеров активность дуоденальных ферментов не изменяется. Существенное увеличение активности пищеварительных ферментов происходит при добавлении ферментного препарата Акстра Про на фоне 5% добавки гороха: на 31,6% (доза препарата 50 мг/кг) (р≤0,05), на 36,8% (р≤0,05) при увеличении дозы препарата до 100 мг/кг.
- 5. Установлена более низкая переваримость сырого протеина при содержании бройлеров на пшенично-гороховом рационе, которая на 2,6% (5% гороха), на 4,6% (10% гороха) ниже по сравнению с кормом, содержащем в своем составе соевый жмых. Введение кормовой протеазы повышает эффективность переваривания протеина в случаях содержания бройлеров на пшенично-гороховом рационе на 2,5%, 1,5%, 4,0% и 3,2%, при содержании 5% гороха в первых двух рационах, 10% гороха в последующих. Препарат Акстра Про вводился соответственно в дозах: 50; 100; 50; 100 мг/кг.
- 6. При использовании кормовой протеазы биохимические показатели крови цыплят-бройлеров существенно не изменялись и находились в пределах физиологической нормы.
- 7. Использование ферментного препарата Акстра Про эффективно с экономической точки зрения. Экономический эффект при добавлении кормовой протеазы на фоне 5% гороха в рационе цыплят-бройлеров в дозе 50 мг/кг составляет на 1 кг мяса 1,29 руб., при дозе препарата 100 мг/кг 2,05 руб.

Предложения производству

- 1. Рекомендуем для использования на пшенично-соевых рационах бройлеров ферментный препарат Акстра Про в дозировке 100 мг/кг (г/т) с суточного до 21-суточного возраста выращивания, далее с 22 суток до конца выращивания 50 мг/кг.
- 2. При добавлении 5 и 10 % гороха для удешевления стоимости корма на пшенично-соевых рационах бройлеров рекомендуется использовать 100 мг/кг (г/т) корма с суточного возраста цыплят-бройлеров до конца выращивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Архипов, А.В. Липидное питание, продуктивность птицы и качество продуктов птицеводства. М.: Агробизнес, 2007
- 2. Батоев, Ц.Ж. Внешнесекреторная функция поджелудочной железы сельскохозяйственных птиц: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Ц.Ж. Батоев. Оренбург, 1974.– 30 с.
- 3. Батоев, Ц.Ж. Методика наложения фистул для изучения секреции поджелудочной железы и желчевыделения птиц / Ц.Ж Батоев, С.Ц. Батоева // Физиологический журнал СССР.- 1970. Т. 56, №12.- С. 1967-1968.
- 4. Батоев, Ц.Ж. Определение активности липазы панкреатического сока по гидролизу подсолнечного масла / Ц.Ж. Батоев, Г.Ц. Цыбекмитова // Болезни с.-х. животных в Забайкалье и на Дальнем Востоке и меры борьбы с ними.-Благовещенск, 1985.- С. 70–73.
- 5. Батоев, Ц.Ж. Пищеварительная функция поджелудочной железы у кур, уток и гусей / Ц.Ж. Батоев.- Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1993.- 121 с.
- 6. Батоев, Ц.Ж. Секреторно ферментативная функция поджелудочной железы кур, свиней и собак / Ц.Ж. Батоев // Ветеринария: тр. Бурят. с.-х. ин-та. -1992.- С. 7-11.
- 7. Батоев, Ц.Ж. Физиология пищеварения птиц / Ц.Ж. Батоев.- Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2001.- 214 с.
- 8. Батоев, Ц.Ж. Фотометрическое определение активности протеолитических ферментов в поджелудочной железе, соке по уменьшению концентрации казеина / Ц.Ж. Батоев // Сб. науч. тр. Бурят. СХИ.- 1971.- № 25.- С. 122–126.
- 9. Батоев, Ц.Ж. Экзокринная функция поджелудочной железы млекопитающих и сельскохозяйственной птицы в связи с типом питания / Ц.Ж. Батоев // Сельскохозяйственная биология. 2002.- №4.- С. 78-81.

- 10. Бердников, П.П. Секреторная функция пищеварительных желез и усвоение питательных веществ корма у уток: дис. ... д-ра биол. наук / П.П. Бердников.- Благовещенск, 1990.- 401 с.
- 11. Березов, Т.Т. Биохимия: Учебное пособие / Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. М.: Медицина, 1998. 528 с.
- 12. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. / Биологическая химия./ Под. ред.акад. С.С. Дебова. М.: Медицина, 1990. С. 528.
- 13. Биологические активные и кормовые добавки в птицеводстве [Электронный ресурс]: метод. рекомендации // Кормление птиц и с/х животных.-Сергиев Посад, 2009.- Режим доступа: http://bio174.ucoz.com/publ/opredelenija_belka_vkorme/1-1-0-2/
- 14. Бобков, С.В. Перспектива использования гороха для производства изолятов запасных белков /С.В. Бобков, О.В. Уварова // Земледелие. -2012. -№8.- С.25-28.
- 15. Бутенко, М.Н. Влияние комплексной белковой добавки в дозе 5% на внешнесекреторную функцию поджелудочной железы кур / М.Н. Бутенко // Материалы науч. сес. ЕГФ ЗабГГПУ им. Н.Г. Чернышевского. Чита, 2011.
- 16. Бутенко, М.Н. Влияние комплексной белковой добавки в дозе 10% от массы корма на секреторную функцию поджелудочной железы кур / М.Н. Бутенко // Материалы науч. сес. ЕГФ ЗабГГПУ им. Н.Г. Чернышевского. Чита, 2012.
- 17. Бутенко, М.Н. Влияние комплексной белковой добавки в дозе 15% от массы корма на секреторную функцию поджелудочной железы кур / М.Н. Бутенко // Проблемы трансферта современных технологий в экономику Забайкалья и железнодорожный транспорт: сб. тр. Междунар. науч.-практ. интернет-конф., посвящ. 55-летию ЗабИЖТ.- Чита, 2011.
- 18. Бутенко, М.Н. Влияние комплексной белковой добавки на секреторную функцию поджелудочной железы кур / М.Н. Бутенко // Молодёжь Забайкалья:

- молодость, наука, прогресс!: материалы XIV междунар. молодёж. науч.-практ. конф.-Иркутск, 2011.- Ч. III.- С. 118-120.
- 19. Бутенко, М.Н. Способ количественного определения содержания пищевых белков, жиров, углеводов / М.Н. Бутенко // Аграр. вестн. Урала. 2013. №5.
- 20. Валуева Т.А. Белки-ингибиторы протеолитических ферментов у растений / Т.А. Валуева, В.В. Молосов // Прикладная биохимия и микробиология. 1995. Т. 31. № 6. С. 579-589.
- 21. Вертипрахов, В.Г. Секреторная функция поджелудочной железы кур при введении в рацион ферментного препарата на фоне белковой добавки / В.Г. Вертипрахов, М.Н. Бутенко// Сиб. вестн. с.-х. науки. Новосибирск. 2012.- №5.- С. 53-59.
- 22. Вертипрахов, В.Г. Адаптация панкреатической секреции к уровню белка в рационе кур / В.Г. Вертипрахов, Е.С. Цуканова, М.И. Сердцев / Вестн. КрасГАУ. Красноярск, 2008.- №2.- С. 187-189.
- 23. Вертипрахов, В.Г. Адаптация панкреатической секреции кур и цыплятбройлеров к уровню протеина в рационе / В.Г. Вертипрахов, Е.Г. Фоменко, Е.С. Цуканова // Проблемы биол. науки и образования в пед. вузах: материалы V Всерос. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2008. – С. 101-103.
- 24. Вертипрахов, В.Г. Влияние добавки гороха на секреторную функцию поджелудочной железы кур / В.Г. Вертипрахов, Т.Б. Тесаривская // Вестн. КрасГАУ.-2011.- Вып. 4.- С. 111-115.
- 25. Вертипрахов, В.Г. Влияние комплексной белковой добавки на секреторную функцию поджелудочной железы кур и перевариваемость протеина корма / В.Г. Вертипрахов, М.Н. Бутенко, Е.Г. Фоменко // Приволж. вестн. Ижевск. 2011.- №1.- С. 7-10.
- 26. Вертипрахов, В.Г. Влияние различных по питательности кормов на секреторную функцию поджелудочной железы кур / В.Г. Вертипрахов, Е.Г. Фоменко

- // Сиб. вестн. с.-х. науки.- 2008.- №12 (192).- С. 114 116.
- 27. Вертипрахов, В.Г. Влияние различных по питательности кормосмесей на экзокринную функцию поджелудочной железы цыплят-бройлеров / В.Г. Вертипрахов // Клинико-химические исследования, профилактика и лечение незаразных болезней животных. Омск, 1988. С. 42-47.
- 28. Вертипрахов, В.Г. Влияние семян рапса с разным содержанием эруковой кислоты на секреторную функцию поджелудочной железы кур / В.Г. Вертипрахов, Е.С. Цуканова // Вестн. КрасГАУ. Красноярск. 2009. Вып. 8. С. 110-113.
- 29. Вертипрахов, В.Г. Особенности секреторной функции поджелудочной железы цыплят—бройлеров и возможности коррекции пищеварения животных ферментным препаратами на цеолитовой основе: дис. ... д-ра биол. наук / В.Г. Вертипрахов.- Новосибирск, 2004.- 302 с.
- 30. Вертипрахов, В.Г. Применение ферментных препаратов на цеолитовой основе для коррекции пищеварения у животных / В.Г. Вертипрахов. Чита: Чит. обл. тип., 2004. 104 с.
- 31. Вертипрахов, В.Г. Сравнительный анализ действия на секреторную функцию поджелудочной железы кур добавки семян рапса / В.Г. Вертипрахов, Е.С.Цуканова // Боловсрол судлал. 2009. №6. С. 136-143.
- 32. Вертипрахов, В.Г. Физиологические основы использования белковых балансирующих добавок в рационах животных / В.Г. Вертипрахов. ЗабГГПУ им. Н.Г. Чернышевского. Чита, 2012.- 90 с.
- 33. Вертипрахов, В.Г. Экзокринная функция поджелудочной железы цыплятбройлеров: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.Г. Вертипрахов.- Алма-Ата, 1989.- 20 с.
- 34. Вертипрахов, В.Г., Грозина А.А., Долгорукова А.М.. Активность ферментов поджелудочной железы у цыплят-бройлеров на разных этапах пищеварения /В.Г. Вертипрахов, А.А. Грозина, А.М. Долгорукова

//Сельскохозяйственная биология. – 2016. - 51, № 4. -С. 509-515.

- 35. Вертипрахов, В.Г., Особенности ферментовыделительной функции поджелудочной железы птиц по сравнению с млекопитающими животными /В.Г. Вертипрахов,Е.Г. Фоменко, М.Н. Бутенко // Ученые записки ЗабГУ. Серия: Биологические науки. 2016. №1.
- 36. Вертипрахов, В.Г. Секреторная функция поджелудочной железы кур при использовании в рационе добавки масло семян рапса (1% от массы корма)В.Г. Вертипрахов, Е.С. Цуканова // Ученые записки ЗабГУ. Серия: Биологические науки. 2009. №1.
- 37. Влияние комплексной белковой добавки на организм животных / В.Г. Вертипрахов [и др.] // Учён. зап. ЗабГГПУ им. Н.Г. Чернышевского.- Чита. 2012.- №1(42).- С. 108-114.
- 38. Георгиевский, В.И. Физиология сельскохозяйственных животных / В.И. Георгиевский. Москва: Агропромиздат, 1990.
- 39. Доморощенкова, М.Л. Разработка технологии получения модифицированных белков из соевого шрота с использованием биотехнологических методов: автореф. дис. ... канд. техн. наук / М.Л. Доморощенкова. Санкт-Петербург, 1991. 25 с.
- 40. Егоров, И.А. Нетрадиционные корма и добавки в комбикормах бройлерах и яичных кур-несушек: автореф. дис. . . . д-ра биол. наук / И.А. Егоров. Сергиев Посад, 1992. 45 с.
- 41. Егоров, И.А. Возрастные изменения биохимических показателей крови у мясных цыплят (gallus gallusl.)/И.А. Егоров, А.А. Грозина, В.Г. Вертипрахов и др. // С.-х. биол., 2018. -№4.- С. 820-830.
- 42. Егоров И. А., Белый люпин и другие зернобобовые культуры в кормлении птицы / И.А. Егоров, Е.Н. Андрианова, А.С. Цыгуткин, А.Л. Штеле // Достижения науки и техники АПК. -2010. -№9.- С. 53-56.

- 43. Егоров И. А., Развитие новых направлений в области селекции, кормления и технологии бройлерного птицеводства /И.А. Егоров, В.С. Буяров // Вестник ОрелГАУ. 2011.
- 44. Железнов Л.М. Внутриорганная трехмерная гистотопография поджелудочной железы Текст. / Л.М. Железнов // Морфология. 2000. С. 46.
 - 45. Животноводство / Д.В. Степанов [и др.].- Москва: Колос, 2006.
- 46. Кашукоев М.В. Содержание, сбор белка и жира с семян сои и гороха / М.В. Кашукоев, Х.А. Гажев // Зерновое хозяйство. 2006. № 7. С. 24-26.
- 47. Комов В.П. Биохимия / В.П. Комов, В.Н. Шведова. М.: Дрофа, 2004.-453 c.
- 48. Кондыков И. В. О приоритетах в селекции гороха // Вестник ОрелГАУ. 2011. №5.
- 49. Кондыков И.В., Бобков С.В., Уварова О.В., Толкачева М.А., Кондыкова Н.Н. Современные Европейские сорта гороха урожайность и содержание белка // Зерновое хозяйство России. 2010. № 5 (11). С.17-20.
- 50. Корма и ферменты Текст. / Т.М. Околекова, Н.В. Кулаков и др. Сергиев Посад, 2001. -112 с.
- 51. Корринг Т. Пищевая регуляция экзокринной панкреатической секреции и секреции желчи у свиней Текст. / Т. Корринг // Физиолог, журн. СССР. -1995. № 11. С.70-81. T.Corring. Unite d Feologe et de Physiologie du susteme Digestif Zonyen Jasas. France.
- 52. Косолапов, В.М. Проблемы и перспективы производства и использования зернофуража в России / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов // Аграр. вестн. Юга-Востока. 2009. №3. С. 50-54.
- 53. Кочиш И.И. Растениеводство / И.И. Кочиш, М.Г. Петраш, С.Б. Смирнов. М.: КолосС, 2004. -255 с.
 - 54. Крячкова Л.И. Себестоимость продукции в сельском хозяйстве и пути ее

- снижения. Курск: Изд-во КГСА, 2001. 54 е.
- 55. Кузнецова А.А. Формирование себестоимости продукции. М.: Налоговый вестн.,2003. 207 с.
- 56. Кулинцев, В.В. Оптимизация аминокислотного питания молодняка сельскохозяйственных животных: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / В.В. Кулинцев.-Москва, 2011.- 38 с.
- 57. Левахин Г.И. Эффективность применения мультиэнзимного препарата в рационах кур-несушек Текст. / Г.И. Левахин, С.А. Мирошников, Е.Н. Малюшин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2002. № 2. С. 71-75.
- 58. Лукомцо В.М., Горковенко Л.Г. Соя в кормопроизводстве. // На-учнопроизв. изд. Краснодар, 2010.- С. 34- 39.
- 59. Лысов, В.Ф. Основы физиологии и этологии животных: учебник / В.Ф. Лысов, В.И. Максимов.- Москва: Колос, 2004.- 248 с.
- 60. Марченков, Ф. Шроты и жмыхи в рационе сельскохозяйственных животных и птиц [Электронный ресурс] / Ф. Марченков; БИОХЕМ ЛТД.- Режим доступа: http://biochem.net.ru/publ.php.
- 61. Мартыненко С. Продолжительность скармливания бройлерам ферментного препарата Текст. / С. Мартыненко, С. Мирошников // Птицеводство.-1999.- № 2. С. 24-25.
- 62. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. Молекулярно-генетические методы определения микрофлоры кишечника; под общ. ред. В.И. Фисинина. Сергиев Посад. ВНИТИП. 2013. 52 с.
- 63. Методическое руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы [Текст] / Федеральное гос. бюджетное научное учреждение "Всероссийский науч.-исследовательский и технологический ин-т птицеводства" (ФГБНУ ВНИТИП); [разраб.: И. А. Егоров и др.]. Сергиев Посад, Московская обл.: ВНИТИП, 2015. -

- 199 с. : табл.; 26 см.; ISBN 978-5-980-20-166-1 : 250 экз.
- 64. Методика определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий // Ветеринарное законодательство под редакцией В.М. Авилова. М.: Росзооветснабпром, 2000.- Т.1. С. 293–326.
- 65. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. Рекомендации/ Разраб.: Имангулов Ш.А., Егоров И.А., Околелова Т.М. и др. Сергиев Посад. 2000. 33с.
- 66. Мещеряков, А.Г. Сравнительная оценка питательности зерна гороха и нута в условиях засухи / А.Г. Мещеряков, В.А. Шахов, В.Л. Королёв, В.А. Доценко // Известия ОГАУ.- 2014. -№5 (49).- С.63-67.
- 67. Микулец Ю.И. Экономические проблемы функционирования рынка масличных шротов и жмыхов / Ю.И. Микулец, Н.Ю. Трухина // Кормопроизводство. 2006. № 3. С. 28-32.
- 68. Мирошникова Е.П. Прямое и остаточное действие ферментного премикса на трансформацию корма и баланс энергии в организме курочек, а также на рост и развитие цыплят Текст.: автореф. дис.канд. с.-х. наук / Е.П. Мирошникова. Оренбург, 1997. 15 с.
- 69. Мустафин, А.С. Горох в комбикормах для кур несушек: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.С. Мустафин. Сергиев Посад, 2008.- 21 с.
- 70. Об утверждении методических рекомендаций по бухгалтерскому учёту затрат на производство и калькулированию себестоимости продукции (работ, услуг) в сельскохозяйственных организациях [Электронный ресурс]: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 6 июня 2003 г. № 792
- 71. Об утверждении плана счётов бухгалтерского учёта финансово-хозяйственной деятельности предприятий и организаций агропромышленного комплекса и методических рекомендаций по его применению [Электронный ресурс]: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 июня 2001 г.

№ 654

- 72. Олейник, В.М. Активность пищеварительных ферментов у нутрий в зависимости от состава рациона / В.М. Олейник, Б. Барабаш // С.-х. биология. Сер. биол. 2000. С. 105-107.
- 73. Переваривание корма [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://farmer1.ru/jivotnovodstvo/text/perevarivanie-korma/
- 74. Переваримость питательных веществ [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://fermhelp.ru/perevarimost-i-pitatelnost-kormov/
- 75. Пищеварительная функция поджелудочной железы и типа питания животных / Ц.Ж. Батоев [и др.] // Сельскохозяйственная биология.- год.- 2002.- № 4.- С. 78-81.
- 76. Платонов, М.М. Определение содержания белка и азота по Къельдалю: современный подход [Электронный ресурс] / М.М. Платонов // Школа Грибоводства.-Электрон. журн.- 2005.- №4.- Режим доступа: http://www.ecoinstrument.com.ua/index.php?option=com/
- 77. Плесовских, Н. Ю. Использование ферментных препаратов в пшенично-ячменных кормосмесях при выращивании цыплят-бройлеров: дис. ... канд. с.-х. наук / Н. Ю. Плесовских. Омск, 1999.
- 78. Пономарева, С.В. Влияние погодных условий на урожай и качество сортов гороха/ С.В. Пономарева, В.В. Селехов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. -2017. №1 (56).- С.23-28.
- 79. Протеины, жиры, углеводы и витамины в рационе питания сельскохозяйственных животных [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.coolreferat.com/
- 80. Протосубтилин [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.ua.all.biz/preparat-kompleksnyj-fermentnyj-protosubtilin-g3h-g114807/
 - 81. Рацион балансируем по протеину / Е.Н. Головко [и др.] //

- Животноводство России.- 2006.- №2.- С. 57-58.
- 82. Рядчиков, В.Г. Идеальный белок в рационах свиней и птицы / В.Г. Рядчиков, М. Омаров, С. Полежаев // Животноводство России.- 2010.- №2.- С. 49-51.
- 83. Рядчиков, Д.Г. Кормопроизводство: состояние и проблемы [Электронный ресурс] / Д.Г. Рядчиков, Е.Н. Головко, А.С. Мустафин.- Режим доступа: http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=562474/
- 84. Саблин, О.А. Ферментные препараты в гастроэнтерологии / О.А Саблин., Бутенко Е.В. // II Consilium-Medicum. Гастроэнтерология. Том 6. № 1. Санкт-Петербург. 2004. –С. 11-17.
- 85. Самсоненко, И. А. Секреторная функция поджелудочной железы у мускусных уток: автореф. дис. ... канд. биол. наук / И.А. Самсоненко. Благовещенск, 2010. 22 с.
- 86. Соевый жмых, соевый шрот [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.newchemistry.m/prmtletter.php?n_id=2992.
- 87. Соя в кормопроизводстве: науч.-производ. изд. / В. Ф. Баранов [и др.]; ред.: В. М. Лукомец, Л. Г. Горковенко // Российская академия сельскохозяйственных наук, Северо-Кавказский научно-исследовательский институт животноводства, Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта. Краснодар, 2010. Шифр 598568.– 365 с.
- 88. Способ определения количества белка [Электронный ресурс].- Режим доступа: www.findpatent.ru/
- 89. Тесаривская, Т.Б. Секреторная функция поджелудочной железы кур при добавке к комбикорму сои и гороха: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т.Б. Тесаривская.- Благовещенск, 2011.- 22 с.
- 90. Фёдорова, А.О. Секреторная функция поджелудочной железы, переваримость рациона и энергия роста цыплят в зависимости от вариантов применения гипохлорита и куликовского цеолита: автореф. дис. ... канд. биол. наук /

- А.О. Фёдорова.- Благовещенск, 2010.- 22 с.
- 91. Ферментный препарат протосубтилин [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://almaty.satu.kz/p425272-fermentnyj-preparat-protosubtilin.html/
- 92. Физиологическая адаптация [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://gos.ucoz.ru/news/2008-06-15-82
- 93. Фисинин В.И. Птицеводство России стратегия инновационного развития / В.И. Фисинин M. 2009. 148c.
- 94. Фисинин В.И., Вертипрахов В.Г., Грозина А.А. Новые подходы к оценке функции пищеварения у кур //Российская сельскохозяйственная наука, 2018. №1. С.49-53.
- 95. Фисинин В.И., Вертипрахов В.Г., Титов В.Ю., Грозина А.А. Динамика активности пищеварительных ферментов и содержания депонированного оксида азота в плазме крови петушков после кормления. Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова, 2018.- 104, №8, С.976-983. DOI:0/7868/S0869813918070080
- 96. Фисинин В.И. и др. Современные представления о микрофлоре кишечника птицы при различных рационах питания: молекулярно-генетические подходы.// Сергиев Посад, 2017 ISBN 990-77-40-6-3-978-6
- 97. Фисинин, В.И. и др. Активность пищеварительных ферментов в дуоденальном химусе и плазме крови у исходных линий и гибридов мясных кур при использовании биологически активных добавок в рационе //Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52, № 6. С. 1226-1233. doi: 10.15389/agrobiology.2017.6.1226rus
- 98. Фисинин, В.И. Внешнесекреторная функция поджелудочной железы кур (gallus gallusl.) в зависимости от ингредиентов рациона / В.И. Фисинин, В.Г. Вертипрахов, А.А. Грозина // С.-х. биол., 2018. №4. С. 374-381.

- 99. Фисинин, В.И. Руководство по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова, Т.М. Околелова и др. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2014
- 100. Фисинин, В.И. Наставление по использованию нетрадиционных кормов в рационах птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова, Б.Л. Розанов
- 101. Фисинин, В.И. Рекомендации по кормлению сельскохозяйственной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров и др. Сергиев Посад: ВНИТИП, 1999.
- 102. Фицев, А.И. Зернобобовые в комбикормах для цыплят- бройлеров/ А.И. Фицев, И.В. Малиевская// Комбикорма и балансирующие добавки в кормлении животных: Науч.тр. ВИЖа. Дубровицы, 1999. С. 151-153.
- 103. Фицев, А. Комбикорма с горохом/ А. Фицев, О. Круковская, И. Малиевская// Комбикормовая промышленность. 1995.- № 1. С. 21 -22.
- 104. Фоменко, Е.Г. Влияние ферментного препарата панкреаветина на экзокринную функцию поджелудочной железы кур: автореф. дис. ... канд. биолог. наук / Е.Г. Фоменко.- Новосибирск, 2008.- 20 с.
- 105. Хакбердиев, А.М. Адаптация поджелудочной железы кур к концентрации протеина в рационе / А.М. Хакбердиев, П.П. Бердников // Иссл. по морфологии и физиологии животных: Сборн. научн. трудов. -Благовещенск, ДальГАУ.- 1997.- С.29-31.
- 106. Хисамов, А. К. Анализ экономической эффективности использования кормов различной стоимости // Никоновские чтения. 2009. -№14.- С. 23-29.
- 107. Цуканова, Е.С. Ингибиторы пищеварительных ферментов в бобовых культурах. Молодая наука Забайкалья 2008: аспирантский сборник / Е.С. Цуканова // Забайкал. гос. гум.-пед. ун-т. Чита. 2008. Ч. 1 -С. 46-50.
- 108. Черешня, Л. С. Методика определения экономической эффективности научно-технического прогресса в птицеводстве Текст. / Л.С. Черешня // Достижения науки и техники АПК, 2003 г., № 3. С. 44 46.

- 109. Чирков, Е. П. Факторы повышения экономической эффективности Текст. / Е.П.Чирков // АПК: экономика и управление, 2001 г. № 2. С. 30-35.
- 110. Шишкин, В.В. Влияние скармливания минерально-витаминной кормовой добавки на изменение живой массы и обмен веществ молодняка крупного рогатого скота: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук.- Благовещенск, 2011.- 23 с.
- 111. Шмаков, П. Рапсовый жмых и соевый шрот в кормлении бройлеров / П. Шмаков, Е. Фалалеева, Н. Мальцева, И Лошкомойников // Птицеводство. 2007. N_{\odot} 8. С.14-15.
- 112. Шмаков, П.Ф. Протеиновые ресурсы и их рациональное использование при кормлении сельскохозяйственных животных и птицы: Монография / П. Шмаков, А.П. Булатов, Н.А. Мальцева, И.А. Лошкомойников [и др.]. Омск: «Вариант-Омск», 2008. 488 с.
- 113. Батоев Ц.Ж. Экзокринная функция поджелудочной железы млекопитающих и сельскохозяйственной птицы в связи с типом питания / Ц.Ж. Батоев, П.П. Бердников, С.Г. Смолин, В.Г. Вертипрахов и др. // Сельскохозяйственная биология. 2002.-№4.- С.78-81.
- 114. Angel, C.R., Effects of a mono-component protease on performance and protein utilization in 7- to 22 day-old broilerchickens / C.R. Angel, W. Saylor, S.L.Vieira, N. Ward // Poult. Sci.- 2010.- 90. P. 2281–2286.
- 115. Angel, R., Phytic Acid Chemistry: Influence on Phytin-Phosphorus Availability and Phytase Efficacy/ R. Angel, N. M. Tamim, T. J. Applegate, A. S. Dhandu, L. E. Ellestad // The Journal of Applied Poultry Research 2002.- 11. P. 471–480.
- 116. Baker, K. M., Nutritional value of soybean meal produced from conventional, high-protein, or low-oligosaccharide varieties of soybeans and fed to broiler chicks/ K. M. Baker, P. L. Utterback, C. M. Parsons, H. H. Stein// Poult. Sci.- 2011.- 90. P. 390–395.
- 117. Barekatain, M. R., Evaluation of high dietary inclusion of distillers dried grains with solubles and supplementation of protease and xylanase in the diets of broiler

- chickens under necrotic enteritis challenge/ M. R. Barekatain, C. Antipatis, N. Rodgers, S. W. Walkden-Brown, P. A. Iji, M. Choct// Poult Sci. 2013. 92. P.1579–1594.
- 118. Bedford, M.R., Enzymes In Farm Animal Nutrition, 2nd edition/ M.R. Bedford, G.G.Partridge// Cabi International, Oxfordshire 2010.UK P. 1–313.
- 119. Bhat, M.K., Enzymology and other characteristics of cellulases and xylanases/M.K. Bhat, G. P. Hazlewood// Enzymes in Farm Animal Nutrition 2001. P.11–60.
- 120. Bohn, L, Phytate: impact on environment and human nutrition. A challenge for molecular breeding/ L. Bohn, A.S. Meyer, S.K. Rasmussen// J Zhejiang Univ Sci B.-2008. 9. P. 91-165.
- 121. Borda-Molina, D., Effects of protease and phytase supplements on small intestinal microbiota and amino acid digestibility in broiler chickens/ D. Borda-Molina, T. Zuber, W. Siegert, A. Camarinha-Silva, D. Feuerstein, M. Rodehutscor// Poult. Sci. 2019. –98. P. 2906-2918.
- 122. Blaabjerg, K., Effect of heat-treatment, phytase, xylanase and soaking time on inositol phosphate degradation in vitro in wheat, soybean meal and rapeseed cake/ K. Blaabjerg, N.-G. Carlsson, J. Hansen-Møller, H.D. Poulsen// Animal Feed Science and Technology 2010. -162. P.123–134.
- 123. Carlson, D., Phytate degradation in soaked and fermented liquid feed effect of diet, time of soaking, heat treatment, phytase activity, pH and temperature/ D. Carlson H.D. Poulsen// Animal Feed Science and Technology 2003. -103. P.141–154.
- 124. Castell, A.G., Nutritive value of peas for nonruminant diets/ A.G. Castell, W. Guenter, F.A. Igbasan// Animal Feed Science and Technology -1996. 60. P.209-227.
- 125. Clarke, E. Effects of variability in trypsin inhibitor content of soya bean meals on true and apparent ileal digestibility of amino acids and pancreas size in broiler chicks/ E. Clarke, J. Wiseman// Animal Feed Science and Technology 2005. 121. P.125-138.
 - 126. Coca-Sinova, A.De., Influence of source of soybean meal and lysine content

- of the diet on performance and total tract apparent retention of nutrients in broilers from 1 to 36 days of age/ A.De. Coca-Sinova, E. Jiménez-Moreno, J.M. González-Alvarado, M. Frikha, R. Lázaro, G.G. Mateos// Poult. Sci. 2010. 89. P.1440–1450.
- 127. Corring, T. The adaptation of digestive to the diet: Its phisiological significante / T. Corring // Reprod: Nurt. Develop. 1980. 20. P. 1217-1235.
- 128. Cobb500 Broiler Performance and Nutrition Supplement http://www.cobb-vantress.com/products/cobb-500
- 129. Cowieson, A.J., Toward optimal value creation through the application of exogenous mono-component protease in the diets of non-ruminants/ A.J. Cowieson, F.F. Roos// Animal Feed Science and Technology 2016. 22. P.331–340.
- 130. Cowieson, A.J., Supplementation of diets containing pea meal with exogenous enzymes: effects on weight gain, feed conversion, nutrient digestibility and gross morphology of the gastrointestinal tract of growing broiler chicks/ A.J. Cowieson, T. Adamovic, M.R. Bedford// British Poultry Science 2003. 44. P.427–437.
- 131. Cowieson, A.J., Carbohydrases, protease, and phytase have an additive beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chicks/ A.J.Cowieson, Adeola O.// Poult. Sci. 2005. 84. P.1860–1867.
- 132. Crévieu, I., Effect of particle size of pea (Pisum sativum L.) flours on the digestion of their proteins in the digestive tract of broilers/ I. Crévieu, B. Carré, A.M. Chagneau, J. Guéguen, J.P. Melcion// Journal of the Science of Food and Agriculture 1997. 75. P.217-226.
- 133. Dotas, V., Effect of dietary field pea (Pisum sativum L.) supplementation on growth performance, and carcass and meat quality of broiler chickens/ V. Dotas, V.A. Bampidis, E. Sinapis, A. Hatzipanagiotou, K. Papanikolaou// Livestock Science 2014.-164. P.135-143.
- 134. García-Rebollar, P., Influence of the origin of the beans on the chemical composition and nutritive value of commercial soybean meals/ P. García-Rebollar, L. Cámara, R.P. Lázaro, C. Dapoza, R. Pérez-Maldonado, G.G. Mateos// Animal Feed Science

- and Technology 2016. 221. P.245-261.
- 135. Gautier, A.E., Effects of a high level of phytase on broiler performance, bone ash, phosphorus utilization, and phytate dephosphorylation to inositol/ A.E. Gautier, C. L.Walk, R.N. Dilger// Poult. Sci. 2018. 97. P.211–218.
- 136. Gilbert, E.R., Developmental Regulation of Nutrient Transporter and Enzyme mRNA Abundance in the Small Intestine of Broilers/ E.R. Gilbert, H. Li, D.A. Emmerson, K.E. Webb., E.A. Wong// Poult. Sci. 2007. 86. P.1739–1753.
- 137. Hejdysz, M., Influence of graded inclusion of raw and extruded pea (Pisum sativum L.) meal on the performance and nutrient digestibility of broiler chickens/ M. Hejdysz, S.A. Kaczmarek, M. Adamski, A. Rutkowski// Animal Feed Science and Technology 2017. 230. P.114-125.
- 138. Humer, E., Phytate in pig and poultry nutrition/ E. Humer, C. Schwarz, K. Schedle// J Anim Physiol Anim Nutr. 2015. 1999. P.605-625.
- 139. Johns, D.C., Influence of trypsin inhibitors in four varieties of peas (Pisum sativum) on the growth of chickens/ D.C. Johns// New Zealand Journal of Agricultural Research -1987. 30. -169-175.
- 140. Jose, I.R., Effect of enzyme addition, autoclave treatment and fermenting on the nutritive value of field beans (Vicia faba L.)/ I.R. Jose, R. Castanon, R. Marquardt// Animal Feed Science and Technology 1989. 26. P. 71-79.
- 141. Kalmendal, R., Effects of a xylanase and protease, individually and in combination, and an ionophore coccidiostat on performance, nutrient utilization, and intestinal morphology In broiler chickens fed a wheat-soybean meal-based diet/ R. Kalmendal, R. Tauson// Poult. Sci. 2012. 91. P.1387–1393.
- 142. Kim, E.J., Comparison of amino acid digestibility coefficients for soybean meal, canola meal, fish meal, and meat and bone meal among 3 different bioassays/ E.J. Kim, P.L. Utterback, C.M. Parsons// Poult. Sci. 2012. 91. P.1350–1355.
 - 143. Kim, E.J., Interactive effects of age, sex, and strain on apparent ileal amino

- acid digestibility of soybean meal and an animal by-product blend in broilers/ E.J. Kim, A. Corzo// Poult. Sci. 2012. 91. P.908–917.
- 144. Koivunen, E., Use of semi-leafless peas (Pisum sativum L) with enzyme addition in diets for broilers/ E. Koivunen, E. Talvio, E.Valkonen, T. Tupasela, P. Tuunainen, J. Valaja// Agricultural and Food Science 2016. 25. P.90–98.
- 145. Igbasan, F.A., The influence of micronization, dehulling, and enzyme supplementation on the nutritional value of peas for laying hens/ F.A. Igbasan, W. Guenter// Poult Sci. 1997. -76. P.331-337.
- 146. Igbasan, F.A., The evaluation and enhancement of the nutritive value of yellow-, green- and brown-seeded pea cultivars for unpelleted diets given to broiler chickens/ F.A. Igbasan, W. Guenter// Animal Feed Science and Technology 1996. 63. P. 9-24.
- 147. Frikha, M., Correlation between ileal digestibility of amino acids and chemical composition of soybean meals in broilers at 21 days of age/ M. Frikha, M.P. Serrano, D.G. Valencia, P.G. Rebollar, J. Fickler, G.G. Mateos// Animal Feed Science and Technology 2012. 178. P.103-114.
- 148. Freitas, D.M., Performance and nutrient utilization of broilers fed diets supplemented with a novel mono-component protease/ D.M. Freitas, S.L. Vieira, C.R. Angel, A. Favero, A. Maiorka// J. Appl. Poult. Res. 2011. 20. P.322–334.
- 149. Fru-Nji, F., A feed serine protease improves broiler performance and increases protein and energy digestibility/ F. Fru-Nji, A.-M. Kluenter, M. Fischer, K. Pontoppidan// Poult. Sci. 2011. 48. P.239–246.
- 150. Gabriel, I. Origins of variation in pea (Pisum sativum L.) protein digestibility in poultry/ I. Gabriel, M. Lessire, H. Juin, J. Burstin, G. Duc, L. Quillien, J.N. Thibault, P. Ganier, N. Mézière, M. Leconte, J.M. Hallouis, F. Cassecuelle, P. Marget, B. Sève// 16th European Symposium on Poultry Nutrition. 2007. Strasbourg, France
 - 151. Grosjean, F., Feeding value of three categories of pea (Pisum sativum L.) for

- poultry/ F. Grosjean, B. Barrier-Guillot, D. Bastianelli, F. Rudeaux, A. Bourdillon, C. Peyronnet// Animal Science 1999. 69. P.591-599.
- 152. Ghazi, S., The potential for the improvement of the nutritive value of soyabean meal by different proteases in broiler chicks and broiler cockerels/ S. Ghazi, J.A. Rooke, H. Galbraith, M.R. Bedford// British Poulty Science 2002. 43. P.70–77.
- 153. Latterme, P., Varietal distribution of the trypsin inhibitoractivity in peas (Pisum sativum L.)/ P. Latterme, T. Monmart, A. Thewis// Animal Feed Science and Technology 1991. -37. P.309-315.
- 154. Laudadio, V., Growth performance and carcass and meat quality of broiler chickens fed diets containing micronized-dehulled peas (Pisum sativum cv. Spirale) as a substitute of soybean meal/ V. Laudadio, V. Tufarelli// Poult. Sci. 2010. 89. P.1537-1543.
- 155. Le Heurou-Luron I., Molecular aspects of enzyme synthesis in the exocrine pancreas with emphasis on development and nutritional regulation/ I. Le Heurou-Luron, E. Lhoste, C. Wickerplanquarl, N. Dakka, R. Toullec, T. Corring, P. Guilloteau, A. Puigserver// Proceeding of the Nutrition Society 1993. 52. 301 313.
- 156. Lemme, A., Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers/A.Lemme, V. Ravindran, W.L. Bryden// Worlds Poult. Sci. J. 2004. 60. P.423–437.
- 157. Liua, S.Y., Protease supplementation of sorghum-based broiler diets enhances amino acid digestibility coefficients in four small intestinal sites and accelerates their rates of digestion/ S.Y. Liua, P.H. Selle, S.G. Court, A.J. Cowieson// Animal Feed Science and Technology 2013. 183. P.175–183.
- 158. Liu, N., Effects of dietary protein levels and multienzyme supplementation on growth performance and markers of gut health of broilers fed a miscellaneous meal based diet/ N. Liu, J.Q. Wang, K.T. Gu, Q.Q. Deng, J.P. Wang// Animal Feed Science and Technology 2017. 234. P.110-117.
 - 159. Longstaff, M. The inhibitory effects of hull polysaccharides and tannins of

field beans (Vicia faba L.) on the digestion of amino acids, starch and lipid and on digestive enzyme activities in young chicks/ M. Longstaff, J.M. Mcnab// British Journal of Nutrition - 1991. – 65. – P.199-216.

- 160. Lopez, G., Assessment of the Nitrogen Correction Factor in Evaluating Metabolizable Energy of Corn and Soybean Meal in Diets for Broilers/ G. Lopez, S. Leeson// Poult. Sci. 2008. 87. P.298–306.
- 161. Lu, P., Heat-induced protein oxidation of soybean meal impairs growth performance and antioxidant status of broilers/ P. Lu, W.Y. Xue, X.L. Zhang, D.W. Wu, L.R. Ding, C. Wen, Y.M. Zhou// Poult. Sci. 2019. 98. P.276–286.
- 162. Maenz, D.D. Phytase activity in the small intestinal brush border membrane of the chicken/ D.D. Maenz, H.L. Classen// Poult. Sci. 1998. 77. P.557-563.
- 163. Mahagna, M., Effect of age and exogenous amylase and protease on development of the digestive tract, pancreatic enzymes activities and digestibility of on protein digestibility and chyme characteristic in broilers/ M. Mahagna, I. Nir, M. Larbier, Z. Nitsan// British Poultry Science. 1995. 43. P.424–431.
- 164. Maharjan P., Non-cellulosic polysaccharide content in feed ingredients and ileal and total tract non-cellulosic polysaccharide digestibility in 21- and 42-day-old broilers fed diets with and without added composite enzymes/ P. Maharjan, M. Mayorga, K. Hilton, J. Weil, A. Beitia, J. Caldas, J. England, C. Coon// Poult. Sci. 2019. 98. P.4048-4057.
- 165. Marsman, G.J.P., The effect of thermal processing and enzymes treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities and chyme characteristics in broiler chicks/ G.J.P. Marsman, H. Gruppen, A.F.B. Van Der Poel, R.P. Kwakkel, M.W.A. Verstegen// Poult. Sci. -1997. 76. P.864–872.
- 166. Mammo, M. Apparent and standardized ileal nutrient digestibility of broiler diets containing varying levels of raw full-fat soybean and microbial protease/ M. Mammo, R. Erdaw, A. Perez-Maldonado, A. Iji. Paul// Journal of Animal Science and Technology –

- 2017. 59. P.23.
- 167. Meng, X, Nutritive values of corn, soybean meal, canola meal, and peas for broiler chickens as affected by a multicarbohydrase preparation of cell wall degrading enzymes/ X. Meng, B.A. Slominski// Poult. Sci. 2005. 84. -1242-1251.
- 168. Mikulski, D., Phytic acid concentration in selected raw materials and analysis of its hydrolysis rate with the use of microbial phytases during the mashing process/ D. Mikulski, G. Kłosowski// J. Inst. Brew. -2015. 121. P.213– 218.
- 169. Morgan, N. K., Contribution of intestinal- and cereal-derived phytase activity on phytate degradation in young broilers/ N.K. Morgan, C.L. Walk, M.R. Bedford, E. J. Burton// Poult. Sci. 1994. 7. P.1577–1583.
- 170. Nir, I., Comparative growth and development of the digestive organs and of some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching/ I. Nir, Z. Nitsan, M. Mahagna// British Poultry Science -1993. -34. P.523 532.
- 171. Odetallah, N.H., Keratinase in starter diets improves growth of broiler chicks/ N.H. Odetallah, J.J. Wang, J.D. Garlich, J.C. Shih// Poult. Sci. – 2003. – 82. – P.664–670.
- 172. Odetallah, N.H., Versazyme supplementation of broiler diets improves market growth performance/ N.H. Odetallah, J.J. Wang, J.D. Garlich// Poult. Sci. 2005. 84. P.858–864.
- 173. Olukosi, O.A., Effects of exogenous proteases without or with carbohydrases on nutrient digestibility and disappearance of non-Starch polysaccharides In broiler chickens/ O.A. Olukosi, L.A. Beeson, K. Englyst, L.F. Romero// Poult. Sci. 2015. 94. P.2662–2669.
- 174. Packialakshmi, B., Isolation and characterization of chicken bile matrix metalloproteinase/ B. Packialakshmi, R. Liyanage, K.S. Rasaputra, O. Lay Jackson Jr., N.C. Rath// Poult. Sci. 2014. 93. P.1495–1502.
- 175. Panagiotis, S., Combining alternative processing methods for European soybeans to be used in broiler diets/ Panagiotis Sakkas, Eric Royer, Sheralyn Smith,

- Idieberagnoise Oikeh, Ilias Kyriazakis// Animal Feed Science and Technology 2019. 253. P.45-55.
- 176. Park, J.H., Effects of a protease and essential oils on growth performance, blood cell profiles, nutrient retention, ileal microbiota, excreta gas emission, and breast meat quality in broiler chicks/ J.H. Park, I.H. Kim// Poult. Sci. 2018. 97. P.2854–2860.
- 177. Pedersen, M.B., Comparison of four feed proteases for improvement of nutritive value of poultry feather meal/ M.B. Pedersen, S. Yu, P. Plumstead, S. Dalsgaard// Journal of Animal Science 2012. 90. P.350–352.
- 178. Ravindran, V., The science, practice, and metabolic realities: Feed Enzymes / V. Ravindran// J. Appl. Poultry Res. 2013. 22. P.628-636.
- 179. Ravindran, V., Nutrient analysis, metabolizable energy, and digestible amino acids of soybean meals of different origins for broilers/ V. Ravindran, M.R. Abdollahi, S.M. Bootwalla// Poult. Sci. 2014. 93. P.2567–2577
- 180. Recoules, E., Exploring the in vivo digestion of plant proteins in broiler chickens/ E. Recoules, H. Sabboh-Jourdan, A. Narcy, M. Lessire, G. Harichaux, V. Labas, M.J. Duclos, S. Réhault-Godbert// Poult. Sci. 2017. 96. P.1735-1747.
- 181. Ren, Z., Effects of dietary methionine plus cysteine levels on growth performance and intestinal antibody production in broilers during Eimeria challenge/ Z. Ren, E. Bütz, R. Whelan, V. Naranjo, M.K. Arendt, M.D. Ramuta, X. Yang, D.T. Crenshaw, M.E. Cook// Poult. Sci. 2020. 99. P.374-384.
- 182. Ren, L.Q., Effects of dietary protein source on the digestive enzyme activities and electrolyte composition in the small intestinal fluid of chickens/ L.Q. Ren, F. Zhao, H.Z. Tan, T.J. Zhao, J.Z. Zhang, H.F. Zhang// Poult. Sci. 2012. 91. P.1641-1646.
- 183. Romero, L. F., Contribution of protein, starch, and fat to the apparent ileal digestible energy of corn- and wheat-based broiler diets in response to exogenous xylanase and amylase without or with protease/ L.F. Romero, J.S. Sands, S.E. Indrakumar, P.W.

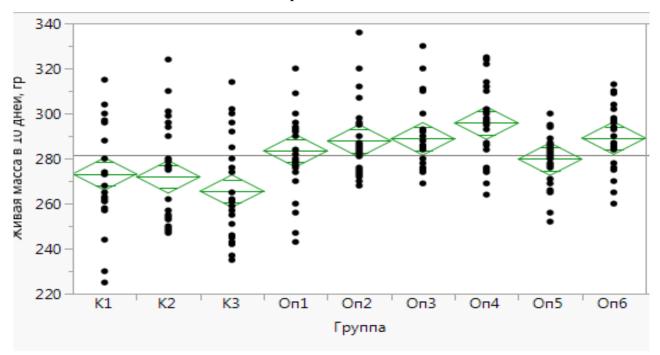
- Plumstead, S. Dalsgaard, V. Ravindran// Poult. Sci. 2014. 93. P. 2501–2513.
- 184. Rowen D. Frandson, W. Lee Wilke, Anna Dee Fails/ Anatomy and Physiology of Farm Animals 7th edition, 2009 528p.
- 185. Rochell, S.J., Effects of diet type and ingredient composition on rate of passage and apparent ileal amino acid digestibility in broiler chicks/ S.J. Rochell, T.J. Applegate, E.J. Kim, W.A. Dozier// Poult. Sci. 2012. 91. P.1647–1653.
- 186. Röhe, I., Effect of feeding soybean meal and differently processed peas on the gut mucosal immune system of broilers/ I. Röhe, T.W. Göbel, B.F. Goodarzi, J. Zentek// Poult. Sci. 2017. 96. P.2064-2073
- 187. Röhe, I., Effect of feeding soybean meal and differently processed peas on intestinal morphology and functional glucose transport in the small intestine of broilers/ I. Röhe, F.G. Boroojeni, J. Zentek// Poult. Sci. 2017. 96. P.4075-4084.
- 188. Selle, P.H., Implications of sorghum in broiler chicken nutrition/ P.H. Selle, D.J. Cadogan, X. Li, W.L. Bryden// Animal Feed Science and Technology 2010. 156. 4. P.57-74.
- 189. Serrano, M.P., Influence of feed form and source of soybean meal of the diet on growth performance of broilers from 1 to 42 days of age/ M.P. Serrano, D.G. Valencia, J. Méndez, G.G. Mateos// Poult. Sci. 2012. 91. P.2838–2844.
- 190. Shabani, A., Inclusion of fish waste silage in broiler diets affects gut microflora, cecal short-chain fatty acids, digestive enzyme activity, nutrient digestibility, and excreta gas emission/ A. Shabani, V. Jazi, A. Ashayerizadeh, R. Barekatain// Poult. Sci. 2019. 98. P.4909-4918.
- 191. Sriperm, N., The distribution of crude protein and amino acid content in maize grain and soybean meal/ N. Sriperm, G.M. Pesti, P.B. Tillman// 2010. 159. P.131-137.
- 192. Simbaya, J., The effects of protease and carbohydrase supplementation on the nutritive value of canola meal for poultry: in vitro and in vivo studies/ J. Simbaya, B.A. Slominski, W. Guenter, A. Morgan, L.D. Campbell// Animal Feed Science and Technology

- 1996. 61. P.219-234.
- 193. Sonia, Y. Liu. Strategies to enhance the performance of pigs and poultry on sorghum-based diets/ Y.Liu. Sonia, P.H. Selle, A.J Cowieson // Animal Feed Science and Technology 2013. 181. P.1-14.
- 194. Stefanello, C., Energy and nutrient utilisation of broilers fed soybean meal from two different Brazilian production areas with an exogenous protease/ C. Stefanello, S.L. Vieira, H.V. Rios, C.T. Simões, J.O.B. Sorbara// Animal Feed Science and Technology 2016. 221. P.267-273.
- 195. Stephanie, Witten, Precaecal digestibility of crude protein and amino acids of a field bean (Vicia faba L.) and a field pea (Pisum sativum L.) variety for broilers/ Witten Stephanie, Grashorn Michael A., Aulrich Karen// Animal Feed Science and Technology 2018. 243. P. 35-40.
- 196. Su, J. Z., Associative effects of ensiling mixtures of sweet sorghum and alfalfa on nutritive value, fermentation and methane characteristics/ J.Z. Su, Chaudhry Abdul Shakoor, Osman Amerjan, Qing Shi Chang, Raymond Edwards Grant, James Dewhurst Richard, Cheng Long // Animal Feed Science and Technology 2015. 206. P.29-38.
- 197. (6th) Sturkie's Avian Physiology edited by Colin G. Scanes, 2015 Elsevier
 - 198. Toghyani, M., Performance, nutrient utilization, and energy partitioning in broiler chickens offered high canola meal diets supplemented with multicomponent carbohydrase and mono-component protease/ M. Toghyani, S.B. Wu, R.A. Pérez-Maldonado, P.A. Iji, R.A. Swick// Poult. Sci. 2017. 96. P.3960–3972.
 - 199. Vojtěch, Rada, The effect of exogenous protease in broiler diets on the apparent ileal digestibility of amino acids and on protease activity in jejunum/ Rada Vojtěch, Lichovníkova Martina, Foltyn Marian, Šafařík Ivo// Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis 2016. 64. P.183.
 - 200. Walk, C.L., Evaluation of novel protease enzymes on growth performance and apparent ileal digestibility of amino acids in poultry: enzyme screening/ C.L. Walk, V.

- Pirgozliev, K. Juntunen, M. Paloheimo, D.R. Ledoux// Poult. Sci. 2018. 97. P.2123–2138.
- 201. Wang, H., Effects of dietary supplementation of keratinase on growth performance, nitrogen retention and intestinal morphology of broiler chickens fed diets with soybean and cottonseed meals/ H. Wang, Y. Guo, J.C.H. Shih// Animal Feed Science and Technology 2008. 140. P.376–384.
- 202. Wang, X., Effect of raw material source, processing systems, and processing temperatures on amino acid digestibility of meat and bone meals/ X. Wang, C.M. Parsons// Poult. Sci. 1998. 77. P.834–841.
- 203. Xu, X., Effects of coated proteases on the performance, nutrient retention, gut morphology and carcass traits of broilers fed corn or sorghum based diets supplemented with soybean meal/ X. Xu, H.L. Wang, L. Pan, X.K. Ma, Q.Y. Tian, Y.T. Xu, S.F. Long, Z.H. Zhang, X.S. Piao// Animal Feed Science and Technology 2017. 223. P.119-127.
- 204. Yan, F., Effect of carbohydrase and protease on growth performance and gut health of young broilers fed diets containing rye, wheat, and feather meal/ F. Yan, J.J. Dibner, C.D. Knight, M. Vazquez-Anon// Poult. Sci. 2017. 96. P.817–828.
- 205. Jiang Z., Effects of Different Levels of Supplementary Alpha-amylase on Digestive Enzyme Activities and Pancreatic Amylase mRNA Expression of Young Broilers/Z. Jiang, Y. Zhou, F. Lu, Z. Han, T. Wang// Asian-Austral. J. Anim. Sci. 2008. 21. P.97-102.

приложения

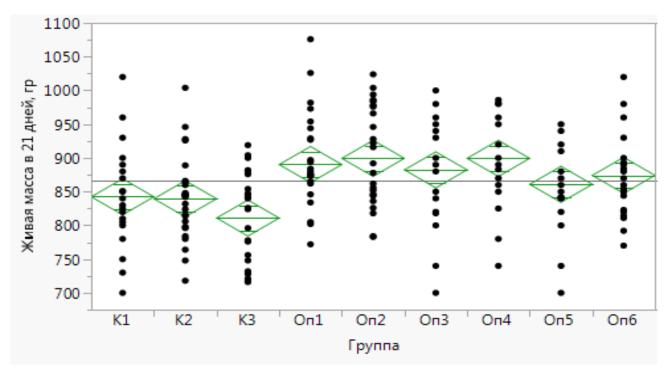
Приложение1



Груп			і достове	-	Среднее	Среднее от-	Ошибка
ПЫ	между	группа	ми по Ст	ъюден-	значение	клонение	средне-
		7	гу		Гр∖гол	+/-	го
							3,31576
Оп4	A				295,76	16,578802	03
							2,79661
Оп6	A	В			289,12	13,983085	7
							3,01677
Оп3	A	В			288,76	15,083877	53
							3,35145
Оп2	A	В			287,84	16,757287	74
							3,90430
Оп1		В			283,44	19,521527	53
							2,40574
Оп5		В	C		279,76	12,028716	31
							4,36946
К1			C	D	273,16	21,847349	98
							4,56045
К2			C	D	271,88	22,802266	32
							4,53654
К3				D	265,56	22,682739	79

ABCD – значения с разными индексами различаются статистически значимо (P<0.05)

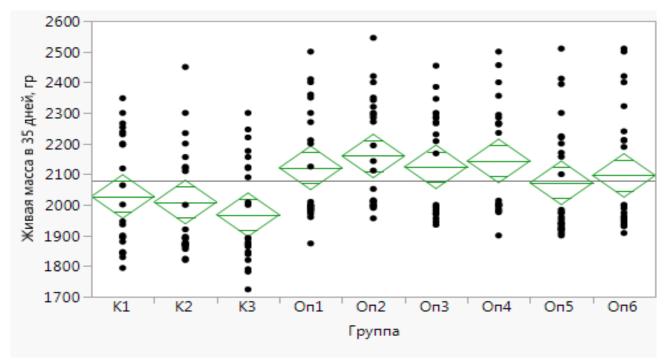
Приложение 2



Груп	-	-	достовер		Среднее	Среднее от-	Ошибка
ПЫ	между	группам	и по Сть	юден-	значение	клонение	средне-
	ту				Гр∖гол	+/-	ГО
							15,1936
Оп2	A				899,4	75,968195	39
							13,5991
Оп4	A				899,4	67,995711	42
							14,8293
Оп1	A	В			890,24	74,146971	94
							15,0393
Оп3	A	В			882,32	75,196808	62
							11,4474
Оп6	A	В	C		874,2	57,23708	16
							11,1999
Оп5		В	C		860,92	55,99994	88
							13,8817
К1			C	D	842,44	69,408861	72
					·		12,8939
К2			C	D	839,52	64,469709	42
					·		13,3627
К3	CD			D	810,92	66,813746	49

^{ABCD} – значения с разными индексами различаются статистически значимо (P<0.05)

Приложение 3



Груп	I	Критерий	і достове	рности	Среднее зна-	Среднее откло-	Ошибка
ПЫ	между	группам	и по Сть	юденту	чение	нение	среднего
					Гр∖гол	+/-	
							35,26750
Оп2	A				2159,52	176,33754	7
							37,34270
Оп4	A				2143,24	186,71352	5
							34,53951
Оп3	A	В			2124,04	172,69759	7
							36,24841
Оп1	A	В			2120,88	181,24208	7
Оп6	A	В	C		2096,04	197,59375	39,51875
							36,73299
Оп5	A	В	C		2071,92	183,66498	7
							36,08067
К1		В	C	D	2027,28	180,40337	4
							35,18369
К2			C	D	2009,16	175,91847	3
							33,06120
K3				D	1967,8	165,30603	6

 $^{
m ABCD}-$ значения с разными индексами различаются статистически значимо (P<0.05).

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «КРАСНОДОНСКИЙ КОМБИКОРМОВЫЙ ЗАВОД»

(OOO «KK3»)

УТВЕРЖДАЮ Генерапуный дироктор ООО «ККЗ»

Р. Андреев 2019 г.

AKT DAN

станция Качалино

О результатах производственной проверки эффективности применения кормовой протеазы Акстра Про 301 ТРТ при выращивании цыплят-бройлеров

Составлен комиссией:

Члены комиссии:

главный технолог К.С., Хомченко

зам.начальник планово-экономического отдела И.В. Козачук

главный бухгалтер В.А. Равчеевой,

бизнес-менеджер ЗАО «Даниско» М.Н. Сирухина,

аспирант К.В. Борисенко

Комиссия составила настоящий акт о том, что в апреле-мае 2019 на площадке №3 АО «Птицефабрика Краснодонская» была проведена производственная проверка на цыплятах-бройлерах кросса Росс 308.

Для проведения производственной проверки в суточном возрасте было сформировано 3 птичника: 1-численностью 31700 голов, 2 — численностью 32300 голов, 3 — численностью 31900 гол.

Первый птичник служил контролем (базовый вариант) и получал полнорационный комбикорм в соответствии с рекомендациями кросса Росс 308. Второй птичник получал базовый рацион вместе с добавлением фермента Акстра Про 301 ТРТ в дозировке 50 гр/т комбикорма, третий птичник — базовый рацион с добавлением Акстра Про 301 ТРТ в дозировке 100 гр/т комбикорма, схема представлена в Таблице 1.

Таблице 1. Схема производственной проверки

Группа	Характеристики кормления		
1-Базовый вариант	ОР, сбалансированный по питательности		
2 - Опыт 1	OP + Акстра Про 301 ТРТ – 50 г/т		
3 - Опыт 2	OP + Акстра Про 301 ТРТ – 100 г/т		

Результаты производственной проверки приведены в таблице 2.

Таблица 2. Производственно-экономические показатели

		Птичники		
Показатели	Базовый	Опыт 1	Опыт 2	
Поголовье, гол	31700	32300	31900	
Вес суточного цыпленка, г	40,1	39,2	39,6	
Валовая масса цыплят, кг	1271,17	1266,16	1263,24	
Масса в 28 дней, г	1260	1350	1370	
Масса в 36 дней, г	1920	2040	2120	
Масса при забое 42 дн, г	2497	2550	2600	
Валовая живая масса на 42 дн., кг	74484,7609	78164,385	78875,94	
Валовой прирост, кг	73213,5909	76898,225	77612,7	
Среднесуточный прирост, г	58,50	59,78	60,96	
Сохранность, %	94,1	94,9	95,1	
Конечная численность поголовья, гол	29830	30653	30337	
Затраты на корма,				
На 1 гол, кг корма	4,7	4,67	4,62	
1 кг прироста живой массы, кг	1,91	1,86	1,80	
Итого затраты корма на птичник, рублей	2449726,75	2476122,85	2444800,05	
Итого затраты корма на 1 кг прироста живой массы, рублей	33,46	32,2	31,42	
Затраты корма на 1 голову, рублей	82,21	80,85	80,52	
Себестоимость на производство 1 кг живой массы, рублей	48,46	47,2	46,45	
Себестоимость на 1 гол. бройлера, рублей	119,06	118,51	118,93	
Экономический эффект на 1000 гол, рублей		551,61	130,79	
Средний убойный выход, %	74	74	74	

Средняя масса тушки, кг	1,85	1,89	1,92
Стоимость реализации 1 кг тушки, рублей	102	102	102
Стоимость реализации 1 тушки, рублей	188,47	192,47	196,25
Экономический эффект на 1000 гол, рублей		4000,44	7774,44

Как видно из таблицы 2, себестоимость на производство 1 кг живой массы снизилась на 1 рубль 26 копеек в опыте 1, и 1 рубль 66 копеек в опыте 2, в связи со снижением затрат корма на 1 кг прироста живой массы , (так как прочие затраты, заложенные в структуре себестоимости оставались неизменными).

Расчет экономической эффективности проводился по следующей формуле на 1000 голов птицы:

$$\Theta = (C_6 - C_H) * 1000 + (P_H - P_6) * 1000$$
, где

Э- экономическая эффективность:

С₆ и С_в – себестоимость 1 головы цыпленка-бройлера (базовая и новая, рублей)

P₆ и P_н - стоимость реализации 1 тушки цыпленка-бройлера (базовая и новая, рублей).

Э опыта 1 = (119,06-118,51)*1000+(192,47-188,47)*1000=551,61+4000,44=

4552,04 рублей на 1000 голов бройлеров.

Э опыта 2 = (119,06-118,93)*1000+(196,25-188,47)*1000=130,79+7774,44=7905,34 рублей на 1000 голов бройлеров.

Члены комиссии:

Гл. технолог ООО «ККЗ»

Хомченко К.С.

Главный бухгалтер ООО «ККЗ»

Равчеева В.А.

Зам. начальника планово-экономического

отдела ООО «ККЗ»

Козачук И.В.

Бизнес-менеджер ЗАО «Даниско»

Сирухина М.Н.

Аспирант

Борисенко К.В.