

Гогина Надежда Николаевна

**СОДЕРЖАНИЕ Т-2 и НТ-2 МИКОТОКСИНОВ В КОРМАХ
И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПЕРЕВАРИМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ
У МЯСНЫХ КУР**

06.02.08 – кормопроизводство, кормление
сельскохозяйственных животных и технология кормов

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Работа выполнена в отделе физиологии и биохимии Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук (ФНЦ «ВНИТИП» РАН)

Научный руководитель: **Вертипрахов Владимир Георгиевич,**
доктор биологических наук

Официальные оппоненты: **Лаптев Георгий Юрьевич,** доктор биологических наук, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», заведующий кафедрой биотехнологии кормов (на базе ООО «Биотроф»)
Николаев Сергей Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», заведующий кафедрой «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»

Защита диссертации состоится «04» июня 2020 г. в 17 часов на заседании диссертационного совета Д 006.006.01 при Федеральном государственном бюджетном научном учреждении Федеральном научном центре «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук (ФНЦ «ВНИТИП» РАН) по адресу: 141311, Московская область, г. Сергиев Посад, ул. Птицеградская, д.10; тел. +7 (496) 549-95-75, факс: 8(496)551-21-38, e-mail: dissovet@vnitip.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФНЦ «ВНИТИП» РАН - www.vnitip.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2020 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Ленкова Татьяна Николаевна

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Доктрина биобезопасности России предусматривает создание и развитие системы мониторинга химических и биологических рисков. Интенсификация птицеводства вызвали значительное увеличение производства и потребления отраслью зерна и комбикормов. Получение рентабельной и безопасной сельскохозяйственной продукции напрямую связано с качеством сырья, уровнем его контаминации «естественными» загрязнителями, в том числе микроскопическими грибами и продуктами их жизнедеятельности – микотоксинами. С одной стороны, корма плохого качества не позволяют раскрыть генетический потенциал продуктивности животных, с другой – влияют на безопасность продукции. Все это диктует необходимость совершенствования государственной и отраслевой системы контроля качества и безопасности сырья и производимой продукции в отношении микотоксинов (В.И. Фисинин и др., 2016; К.Х. Папуниди и др., 2017).

Многообразие микотоксинов, высокий уровень их токсичности, опасные формы её проявления, а также способность проникать, накапливаться и оказывать отрицательное действие в органах, тканях и биологических жидкостях животных и человека ставят эти соединения в первый ряд значимых рисков в контексте биобезопасности продукции сельского хозяйства (А.В. Иванов и др., 2006; О.А. Монастырский, 2016).

В силу климатических условий в Российской Федерации наиболее распространёнными являются трихотеценовые микотоксины, зеараленон, охратоксин, фумонизины (Г.П. Кононенко, 2002; Н.А. Безбородова, 2013; И.М. Донник и др., 2009).

Для промышленного птицеводства значительную угрозу представляет контаминация кормов Т-2 токсином, оказывающего отрицательное влияние на продуктивность птицы (Л.А. Гнездилова и др., 2018; Р.С. Овчинников и др., 2018; D.E. Diaz, 2005).

Оценка качества кормов по содержанию Т-2 и НТ-2 токсинов, как наиболее часто встречающихся в центральных областях РФ, а также изучение переваримости питательных веществ у мясных кур под воздействием этих микотоксинов, является актуальным направлением исследований.

Степень разработанности темы исследований. Разработке методик по обнаружению и мониторингу микотоксинов в кормах посвящены работы ряда отечественных научных коллективов таких, как ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», ВНИИВСГЭ, ФГБНУ ВИЗР, ФГБУ «ВГНКИ», ФГБУ «Ленинградская МВЛ», ООО «Биотроф» и др.

Труды ряда отечественных и зарубежных учёных посвящены влиянию Т-2 токсина на организм птицы (Н.А. Спесивцева, 1964; В.А. Труфанова, 1984; А.Н. Котик, 1999; А.Х. Саркисов, 2000; М.Я. Трemasов, 2012; С.В. Никонов, 2004; Э.И. Семёнов, 2018; M.S. Chi, 1977; C.J. Mirocha, 1986; D.E. Diaz, 2005; G. R. Murugesan, 2018 и др.).

Активно проводится поиск эффективных и технологически применимых средств профилактики микотоксикозов (В.В. Богомолов, 2006; Л.Р. Валиуллин,

2012; С.Ю. Гулюшин, 2016; С.Н. Коломиец, 2016; Е.Н. Андрианова, 2017; Э.И. Семенов, 2017; Н.Н. Мишина, 2018; V.G. Curtui, 2009; D.Diaz, 2009; H. Fujimoto, 2011; X.Qu, 2016; Jin-Tao Wei, 2019 и др.).

Однако данные по содержанию микотоксинов Т-2 и НТ-2 в кормах и кормовом сырье на территории Российской Федерации немногочисленны, а мониторинговые исследования (в основной массе) бессистемны и опираются на данные скрининговых методов, которые не отличаются точностью.

Достаточно много сведений получено о влиянии микотоксинов на продуктивность сельскохозяйственной птицы. Однако данных о влиянии Т-2 и НТ-2 токсинов на физиолого-биологические аспекты процессов пищеварения и переваримость питательных веществ у мясных кур недостаточно. Поэтому данная работа направлена на восполнение знаний в этой области.

Цель и задачи исследований. Целью исследований являлось изучение содержания Т-2 и НТ-2 токсинов в кормах и их влияния на переваримость питательных веществ корма у мясных кур.

Основные задачи исследований:

- адаптировать метод ВЖХ-МС/МС для определения микотоксинов и изучить содержание Т-2 и НТ-2 токсинов в кормах, химусе кишечника, ткани печени, помёте мясных кур;

- изучить влияние Т-2 и НТ-2 токсинов на активность ферментов пищеварительного тракта, биохимические и ферментативные показатели крови мясных кур;

- изучить переваримость питательных веществ комбикормов у мясных кур при содержании в используемых кормах разных концентраций Т-2 и НТ-2 токсинов, а также при добавлении в комбикорм комплексной кормовой добавки для инактивации микотоксинов;

- определить экономическую эффективность использования комплексной кормовой добавки для инактивации микотоксинов в комбикормах для мясных кур.

Научная новизна работы заключается в том, что получена уникальная информация о контаминации кормов Российской Федерации Т-2 и НТ-2 токсинами. Исследования выполнены с использованием наиболее объективного лабораторного метода на современном оборудовании (ВЖХ-МС/МС).

Получены новые знания об изменениях активности пищеварительных ферментов в кишечнике и в плазме крови у мясных кур при потреблении ими кормов с разными уровнями контаминации Т-2 и НТ-2 токсинами. Установлена связь между активностью трипсина и щелочной фосфатазы в крови мясных кур и присутствием в корме Т-2 и НТ-2 токсинов.

Определено влияние Т-2 и НТ-2 токсинов на переваримость мясными курами сухого вещества корма, протеина, жира.

Определена эффективность кормовой добавки Микофикс Плюс 5.0 для снижения влияния Т-2 и НТ-2 токсинов на продуктивность и переваримость питательных веществ у мясных кур.

Теоретическая и практическая значимость работы. Значение проведённых исследований по изучению содержания Т-2 и НТ-2 токсинов в кормах и их влиянию на переваримость питательных веществ у мясных кур для теории состоит в расширении и углублении знаний о контаминации кормов Российской Федерации микотоксинами. Получены знания об обмене веществ у мясных кур в присутствии Т-2 и НТ-2 токсинов в кормах; об их влиянии на активность ферментов пищеварительного тракта, биохимические и ферментативные показатели крови, гистологические изменения печени, двенадцатиперстной кишки и поджелудочной железы птицы, качестве мяса.

Изучена эффективность использования комплексной кормовой добавки Микофикс Плюс 5.0 для инактивации микотоксинов.

Методология и методы исследований. Исследования, представленные в диссертации, проводились в соответствии с методологией, принятой при изучении вопросов питания, обмена веществ и здоровья сельскохозяйственной птицы.

В ходе выполнения работы использовались общие методы научного познания: анализ, сравнение, обобщение. Применялись экспериментальные методы: хронический эксперимент на фистульной птице, зоотехнические, физиологические, биохимические, гистологические, экономические. Полученные экспериментальные данные обрабатывались методами вариационной статистики (Н.А. Плохинский, 1969) на персональном компьютере с использованием программного обеспечения Microsoft Excel.

Положения, выносимые на защиту:

- доля контаминированных Т-2 и НТ-2 токсинами проб кормов, поступивших из регионов Российской Федерации с 2015 по 2018 годы, составила 90% от общего числа исследованных проб;

- Т-2 и НТ-2 токсины оказывают отрицательное влияние на переваримость питательных веществ у мясных кур;

- комплексная кормовая добавка для инактивации микотоксинов Микофикс Плюс 5.0 способствует нормализации переваримости питательных веществ у мясных кур;

- экономически эффективно использовать комплексную кормовую добавку для инактивации микотоксинов Микофикс Плюс 5.0 для цыплят-бройлеров.

Степень достоверности и апробация результатов. Исследования выполнены на мясных курах и цыплятах-бройлерах с использованием современных методик сбора и обработки информации. Биохимические исследования выполнены на сертифицированном оборудовании в лаборатории биохимического анализа, физиологические исследования – в лаборатории физиологии отдела физиологии и биохимии ФНЦ «ВНИТИП» РАН, гистологические – в ФГБОУ ВО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени Д.К. Беляева».

Статистическая обработка полученных экспериментальных данных, их производственная проверка подтверждают обоснованность и достоверность основных выводов и предложений производству, сформулированных в диссертации.

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на: учёных советах ФНЦ «ВНИТИП» РАН (2017-2020), семинарах по повышению квалификации специалистов птицеводческих предприятий (Сергиев Посад, 2017-2020 гг.), XX Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии» (Новосибирск, 2017), XIV Европейском семинаре по фузариозам «14th European Fusarium Seminar» (Тулльн, Австрия, 2018), в рамках Круглого стола «Современные подходы в кормлении птицы. Биобезопасность» на выставке AgroFarm (Москва, 2019).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 10 научных работ, в том числе 6 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации основных результатов диссертации на соискание учёной степени кандидата наук.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 166 страницах компьютерного текста, состоит из разделов: введение, обзор литературы, материал и методика исследований, результаты исследований и их обсуждение, заключение, предложения производству, список использованной литературы (включает 251 источник, из них 89 иностранных авторов), 3 приложения. Работа иллюстрирована 38 таблицами, 12 рисунками.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Лабораторные исследования проводили в отделе физиологии и биохимии ФНЦ «ВНИТИП» РАН, опыты на птице - в виварии СГЦ «Загорское ЭПХ» в период 2017-2019 гг.

Изучение содержания Т-2 и НТ-2 токсинов в кормах, помете, дуоденальном химусе, ткани печени мясных кур. Образцы кормов поступали в лабораторию биохимического анализа из регионов РФ в 2015-2018 гг. Для количественного определения содержания микотоксинов в кормах использовали метод высокоэффективной хроматографии в тандеме с масс-спектрометрией (ВЖХ-МС/МС). Для этого применяли комплекс оборудования из жидкостного хроматографа Agilent Infinity LC Systems (Германия) и тройного квадрупольного масс-спектрометра AB SCIEX Triple Quad™ 5500, оснащенного TurboV источником ионизации электроспреем (ESI) и вакуумным насосом (США). Хроматографическое разделение микотоксинов проводилось с использованием колонки Gemini с обращеннофазовым сорбентом C18, с размером частиц не более 5,0 мкм, диаметром 4,6 мм, длиной 150 мм (США). Для интерпретации результатов применяли программы Analyst® Software 1.6.2. и MultiQuant Software 3.0.2.

Для каждого вида корма была определена доля образцов, контаминированных Т-2 и НТ-2 токсинами. По каждому виду корма были определены медиана и максимальное содержание микотоксинов. Метод был валидирован для определения микотоксинов в помете, дуоденальном химусе и ткани печени мясных кур.

Физиологические опыты. В условиях лаборатории физиологии было проведено два опыта на мясных курах с фистулой двенадцатиперстной кишки.

Научно-хозяйственный опыт и производственная проверка на цыплятах-бройлерах кросса «Росс 308» были проведены в 2018 году в виварии СГЦ «Загорское ЭПХ».

Опыт 1 проводили на 10 курах материнской линии Б-9 (порода плимутрок) селекции СГЦ «Смена» в возрасте 14-16 недель с фистулой в двенадцатиперстной кишке. Было сформировано 2 группы по принципу аналогов (табл.1). Продолжительность эксперимента составила 14 дней. Куры получали комбикорм вволю.

Таблица 1 - Схема первого опыта на фистульной птице

Группа	Кол-во голов	Особенности кормления
1 контрольная	5	Полнорационный комбикорм (ОР) с питательностью, соответствующей рекомендациям ВНИТИП (2014)
2 опытная	5	ОР, искусственно контаминированный Т-2 токсином ($1073,8 \pm 53,7$ мкг/кг).

Пробы дуоденального химуса собирали ежедневно через один час после утреннего кормления. Активность панкреатических ферментов определяли следующими методами: амилазу – по Смит-Рою в модификации метода для определения больших концентраций фермента (Ц.Ж. Батоев, 2001) и выражали в мг расщепленного крахмала 1 мл сока в течение 1 минуты (мг/мл/мин). Активность протеолитических ферментов устанавливали по количеству расщепленного казеина при фотометрическом контроле (Ц.Ж. Батоев, 2001), выражали в мг/мл/мин, липазу определяли на полуавтоматическом биохимическом анализаторе Sinnowa BS-3000P(КНР), используя набор для определения липазы фирмы «ДИАКОН-ВЕТ» (РФ).

Биохимические исследования крови выполняли на автоматическом биохимическом анализаторе Chem well 2900 (Т) (США) с использованием набора реагентов на панкреатическую амилазу и липазу Human (Германия). Активность трипсина определяли на полуавтоматическом биохимическом анализаторе Sinnowa BS-3000P(КНР) (В.Г. Вертипрахов, А.А. Грозина, 2018), щелочную фосфатазу - с помощью набора фирмы «ДИАКОН-ВЕТ» (РФ).

Опыт 2 проводили на цыплятах-бройлерах кросса «Росс 308» 35-50-суточного возраста, с фистулой двенадцатиперстной кишки. Было сформировано 3 группы по принципу аналогов (табл.2).

Таблица 2 - Схема второго опыта на фистульной птице

Группа	Кол-во голов	Особенности кормления
1 контрольная	3	Полнорационный комбикорм (ОР) с питательностью, соответствующей рекомендациям для кросса
2 опытная	3	ОР с 700 ± 80 мкг/кг Т-2 токсина
3 опытная	3	ОР с 700 ± 80 мкг/кг Т-2 токсина + Микофикс Плюс 5.0 в дозе 2 кг/т

Задачей опыта 2 было изучить изменение концентрации Т-2 и НТ-2 токсинов при прохождении корма в желудочно-кишечном канале цыплят-бройлеров, их влияние на ферментативные процессы в кишечнике и печени, а также на биохимические показатели крови. Изучение этих показателей проводили как на фоне применения кормовой добавки для инактивации микотоксинов в кормах для сельскохозяйственных животных Микофикс Плюс 5.0 (Mycofix® Plus 5.0) в рекомендованной дозировке (до 2,0 кг/т корма), так и без неё.

Кормление птицы осуществляли вволю. Через один час после утреннего кормления получали пробы дуоденального химуса для выполнения биохимических исследований. Продолжительность опыта составила 14 суток. Содержание микотоксинов в комбикорме, помете, активность пищеварительных ферментов определяли также как в первом опыте. У птицы после убоя брали образцы печени, поджелудочной железы и двенадцатиперстной кишки для гистологических исследований.

Опыт 3. Научно-хозяйственный опыт проводили на трёх группах цыплят-бройлеров кросса «Росс 308». В каждой группе было по 35 голов цыплят. Содержание птицы – клеточное, при рекомендуемых параметрах микроклимата (табл.3). Задачей опыта являлось определение влияния Т-2 и НТ-2 токсинов на переваримость питательных веществ у цыплят-бройлеров, ферментативные процессы в поджелудочной железе и печени, а также на биохимические показатели крови, изучение эффективности использования Микофикс Плюс 5.0 для инактивации микотоксинов. Продолжительность опыта – 36 суток. При выращивании цыплят использовали двухфазное кормление: с 5 по 21 день, с 22 по 37 день. Первые пять дней цыплят-бройлеров кормили престартерными комбикормами.

Таблица 3 - Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Кол-во голов	Особенности кормления
1 контрольная	35	Полнорационные комбикорма (ОР) с питательностью, соответствующей рекомендациям для кросса
2 опытная	35	ОР + Микофикс Плюс 5.0 в дозе 1 кг/т
3 опытная	35	ОР + Микофикс Плюс 5.0 в дозе 2 кг/т

В комбикорма включалась кукуруза, которая содержала Т-2 и НТ-2 токсины в дозе $239,12 \pm 11,96$ мкг/кг и $296,12 \pm 24,28$ мкг/кг, соответственно. В конце опыта из каждой группы было отобрано по три бройлера для проведения балансового опыта. Схема проведения балансового опыта соответствовала схеме научно-производственного. В собранном помёте определяли содержание микотоксинов.

В трёхнедельном возрасте и по окончании опыта пробы органов и тканей (кровь, поджелудочная железа и печень) от 9 голов цыплят-бройлеров из каждой группы после убоя были отобраны для исследования на активность панкреатических ферментов. Кровь была исследована на биохимические

показатели.

По окончании опыта из каждой группы было отобрано по 6 голов цыплят-бройлеров (по 3 головы курочек и петушков) со средними по группе показателями живой массы и упитанности для проведения анатомической разделки тушки.

С целью подтверждения результатов, полученных в опытах, была проведена **производственная проверка** использования кормовой добавки для инактивации микотоксинов в кормах для сельскохозяйственных животных Микофикс Плюс 5.0 (Mycofix® Plus 5.0). Производственную проверку проводили на цыплятах-бройлерах кросса «Росс 308» в условиях СГЦ «Загорское ЭПХ» (табл.4).

Таблица 4 - Схема производственной проверки

Вариант	Кол-во голов	Особенности кормления
Базовый	105	Полнорационный комбикорм (ОР) с питательностью, соответствующей рекомендациям для кросса*
Новый	105	ОР + Микофикс Плюс 5.0 в дозе 1,0 кг/т

*- контаминация комбикорма Т-2 и НТ-2 токсинами составляла 173 мкг/кг

В ходе экспериментов учитывали следующие показатели.

Зоотехнические:

- сохранность поголовья (путём ежедневного учёта павшей птицы с выявлением причин отхода), %;
- живую массу бройлеров в суточном, 21- и 36-37-суточном возрастах (путём индивидуального взвешивания всего поголовья), г;
- среднесуточный прирост живой массы по периодам выращивания, г;
- затраты кормов на 1 голову и 1 кг прироста живой массы (по окончании опыта);
- убойный выход мяса, %;
- масса внутренних органов, г;

Химические и физиолого-биохимические:

- содержание микотоксинов в кормах, дуоденальном химусе, помёте, ткани печени мясных кур, мкг/кг;
- активность амилазы (мг/мл/мин), липазы (ед/л), протеаз (мг/мл/мин) в дуоденальном химусе, помёте мясных кур;
- активность амилазы, липазы, протеаз в поджелудочной железе мясных кур, мг/г/мин;
- активность амилазы, липазы, протеаз в печени мясных кур, мг/г/мин;
- активность амилазы, липазы, протеаз в плазме крови мясных кур, ед/л;
- содержание трипсина (ед/л), щелочной фосфатазы (ед/л), общего белка (г/л), аминотрансфераз АЛТ, АСТ (ед/л), глюкозы (ммоль/л), мочевой кислоты (мкмоль/л) в плазме крови мясных кур;
- содержание общего азота в кормах, помёте, белка в мышцах (методом Кьельдаля), %;

- содержание аминокислот в кормах, мышцах (методом ионообменной хроматографии), %;
- содержание сырого жира в кормах, помёте, мышцах (в аппарате Сокслета), %;
- содержание сырой клетчатки в кормах, помёте (методом кислотнo-щелочной обработки), %;
- содержание кальция в кормах, помёте (атомно-абсорбционная спектрометрия), %;
- содержание фосфора в кормах, помёте (фотометрический метод), %;
- содержание сырой золы в кормах, помёте, мышцах (методом сухого озоления образца), %;
- содержание витаминов А, Е, В₂ в кормах, печени (методом высокоэффективной жидкостной хроматографии), мкг/кг;
- переваримость и использование питательных веществ корма в физиологических опытах (ВНИТИП, 2013);
- гистологические исследования печени, поджелудочной железы, двенадцатиперстной кишки цыплят-бройлеров.

Статистическая обработка данных, полученных в экспериментах на птице и изучению кормов, проведена методом вариационной статистики на персональном компьютере с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2010. Достоверными считали значения при $P \leq 0,05$.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Отработка метода высокоэффективной жидкостной хромато-масс-спектрометрии для определения Т-2 и НТ-2 токсинов в кормах

После проведённой оптимизации параметров анализа методом ВЖХ-МС/МС были выполнены исследования различных видов кормов, дуоденального химуса, ткани печени, помёта мясных кур. Для проведения валидационных исследований были отобраны образцы, не содержащие Т-2 и НТ-2 токсинов, или на уровне не более 0,2% от нижнего градуировочного уровня для каждого микотоксина. Образцы были высушены (11-13% влаги), размолоты и для каждой матрицы объединены в единый образец. На всех модельных матрицах были проведены эксперименты (каждый в пяти повторах) с добавлением стандартных растворов Т-2 и НТ-2 токсинов в четырех различных уровнях концентраций. Были установлены эффективность экстракции для восстановления аналитов (RE), эффект матрицы - усиление/подавление сигнала во время анализа (SSE), абсолютное восстановление аналита (RA). Результаты представлены в таблице 5.

Проведённые валидационные эксперименты показали, что для большинства исследованных матриц метод ВЖХ-МС/МС является перспективным методом обнаружения и количественного определения микотоксинов. При исследовании большинства матриц восстановление Т-2 и НТ-2 токсинов было более 85%. Эффективность методики была также подтверждена анализом аттестованных стандартных образцов для контроля качества анализа Biorpure GmbH (Австрия). Эти продукты представляют собой

естественно загрязненные зерновые (кукуруза, пшеница). Полученные данные по исследованию этих образцов соответствовали референтным значениям.

Таблица 5 - Характеристика эффективности метода ВЭЖХ - МС/МС (восстановления аналитов) для Т-2 и НТ-2 токсинов для различных матриц

Матрица	Т-2 токсин			НТ-2 токсин		
	RE,%	SSE,%	RA,%	RE,%	SSE,%	RA,%
Пшеница	68	97	66	102	44	45
Кукуруза	91	99	90	82	97	80
Ячмень	60	97	66	60	93	62
Соя	84	97	82	68	96	61
Горох	79	96	78	78	90	73
Жмых подсолн.	113	84	95	99	92	91
Шрот подсолн.	103	89	92	104	94	97
Жмых соевый	83	99	84	73	96	64
Шрот соевый	86	91	85	79	96	66
Сенаж	113	50	57	73	72	52
Силос кукурузный	43	76	33	51	79	40
Комбикорм для птиц	81	98	80	79	95	78
Ткань печени мясных кур	103	89	92	91	99	90
Химус	84	97	82	82	97	80
Помёт	79	66	52	102	78	80

В рутинном анализе каждая проба исследовалась в двух параллельных испытаниях, за результат принималось среднее значение. Затем производился перерасчёт полученной концентрации с учётом процента абсолютного восстановления аналита (RA, %).

3.2 Результаты исследования кормов на содержание Т-2 и НТ-2 токсинов

Основное количество образцов поступало из Московской, Ярославской, Владимирской и Белгородской областей. За период с июля 2015 года по декабрь 2018 года включительно было исследовано 2500 проб. Из них 45 % приходится на комбинированные корма: для сельскохозяйственной птицы - 542, для свиней - 537, для крупного рогатого скота - 60 проб. Из всех поступавших проб в лабораторию 44 % были пробы зерна: пшеницы - 395, кукурузы - 276, ячменя - 324, овса - 29 проб. Для анализов были поставлены образцы проб сочных и грубых кормов для крупного рогатого скота: силоса - 93, сенажа - 87, сена - 13 проб. В относительно небольших количествах поступали пробы шротов и жмыхов (140), гороха (17), ржи (6), тритикале (14), сои (21), глютена (12) и др.

Наиболее интенсивное заражение кормов (как по распространённости, так и по уровню контаминации) выявлено для Т-2 и НТ-2 токсинов. Более 90 % от общего числа поступивших проб зерна и комбинированных кормов содержали эти ксенобиотики. Однако пробы силоса (в основном кукурузного), сенажа и сена содержали Т-2 и НТ-2 токсины от 23 % (Т-2 токсин) до 86 % (НТ-2 токсин) к общей массе проб и в незначительных концентрациях.

Изучение содержания Т-2 и НТ-2 токсинов в кормах методом ВЭЖХ-

МС/МС давало возможность установить уровень контаминации кормов каждым из этих микотоксинов. Скрининговый метод иммуноферментного анализа позволял определять только Т-2 токсин, причём в анализе наблюдалась перекрёстная реактивность с НТ-2 токсином и результат искажался.

Систематизированные данные по содержанию Т-2 и НТ-2 токсинов в кормах Российской Федерации, исследованных с 2015 по 2018 годы, представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Содержание Т-2 и НТ-2 микотоксинов в кормах

Корм	Проб шт.	Токсин	Контаминированных проб, шт (% от общего).	Максимальная концентрация токсина, мкг/кг	Медиана содерж. токсина, мкг/кг	Проб, содержащих токсин выше ПДК, шт.
Пшеница	395	Т-2	295 (75%)	59,7	7,41	0
		НТ-2	340 (86%)	193,04	15,2	-
Кукуруза	276	Т-2	239 (87%)	6061,88	104,84	95(34%)
		НТ-2	239 (87%)	8072,05	109,13	-
Ячмень	324	Т-2	309 (96%)	268,7	12,84	13(4%)
		НТ-2	313 (97%)	702,67	24,15	
Соя	21	Т-2	6 (29%)	35,23	35,23	0
		НТ-2	8 (38%)	106,02	31,08	
Горох	17	Т-2	4 (24%)	0	0	0
		НТ-2	4 (24%)	0	0	
Жмых подсолн.	36	Т-2	12 (33%)	8,58	5,86	0
		НТ-2	14 (39%)	15,53	9,74	
Шрот подсолн.	93	Т-2	28 (30%)	9,38	6,03	0
		НТ-2	33 (35%)	31,8	9,55	
Жмых соевый	9	Т-2	6 (67%)	8,63	6,49	0
		НТ-2	7 (78%)	84,65	30,58	
Шрот соевый	60	Т-2	24 (37%)	6,50	5,0	0
		НТ-2	40 (62%)	47,64	16,5	
Сенаж	87	Т-2	36 (41%)	12,00	4,83	
		НТ-2	42 (48%)	80,06	13,44	
Силос	93	Т-2	54 (58%)	22,77	8,06	
		НТ-2	78 (84%)	1137,11	102,82	
Комби-корм для птицы	542	Т-2	505 (93%)	613,2	14,63	17(3%)
		НТ-2	510 (94%)	877,56	25,08	

Установлено, что НТ-2 токсин в кормах был обнаружен в более высоких количествах чаще, чем Т-2 токсин. Контаминация микотоксинами одного вида корма в отдельных образцах варьировала от следовых концентраций до запредельно высоких значений, поэтому среднее значение концентрации микотоксинов при статистической обработке данных было не корректно. Для обработки данных было принято значение медиан. Медиана содержания микотоксинов отображала типичную концентрацию микотоксина, наиболее часто встречающуюся в образцах данного вида корма. Только в трёх видах корма Т-2 токсин был обнаружен в превышающих ПДК концентрациях: в кукурузе, ячмене и комбикорме.

Среднее значение содержания Т-2 токсина в кукурузе превышало эту норму в три раза. Максимальные концентрации Т-2 токсина, обнаруженные в кукурузе, ячмене и комбикорме, превышали ПДК (предельно допустимая концентрация) в несколько раз. Концентрации НТ-2 токсина по всем рассматриваемым статистическим параметрам превышали концентрацию Т-2 токсина во всех исследованных кормах. Это даёт основание полагать, что «замаскированный» для многих аналитических методов НТ-2 токсин мог не учитываться при диагностике случаев заболеваний и снижения продуктивности у сельскохозяйственных животных. «Лидером» по содержанию высоких доз Т-2 и НТ-2 токсинов стали образцы кукурузы. Соответственно, комбинированные корма, содержащие в своем составе кукурузу, в той или иной степени были насыщены этими микотоксинами. Учитывая данную ситуацию, для изучения влияния Т-2 и НТ-2 токсинов на переваримость питательных веществ у мясных кур, включали в комбикорм кукурузу.

3.3 Результаты выращивания мясных кур с фистулой двенадцатиперстной кишки на комбикормах, искусственно-контаминированных Т-2 токсином

Корм был исследован на содержание микотоксинов, затем его половина была искусственно контаминирована Т-2 токсином. Внесение токсина в виде кристаллического белого порошка проводили поэтапно, постепенным замешиванием. Корма за весь период опыта (14 дней) исследовали три раза. В корме не обнаружено: диацетоксисцирпенола, ниваленола, 3-ацетил-ДОНа, 15-ацетил-ДОНа, фузаренона-Х, фумонизинов, афлатоксинов, метаболитов зеараленона. Результаты исследования кормов представлены в табл. 7.

Таблица 7 - Содержание микотоксинов в кормах, мкг/кг (опыт 1)

Показатель	Группы	
	контрольная	опытная
Т-2 токсин	5,8 ± 0,57	1073 ± 53,7
НТ-2 токсин	52,2 ± 0,91	57,4 ± 1,34
Дезоксиниваленол (ДОН)	26,2 ± 2,91	30,85
Охратоксин А	45,9 ± 2,14	47,0
Зеараленон	8,45 ± 0,01	8,59

Результаты опыта показали, что присутствие Т-2 токсина в дозе 1073 ± 53,7 мкг/кг (превышение ПДК в 10 раз) и НТ-2 токсина в корме оказывает влияние на процессы пищеварения и переваримость питательных веществ корма. Сохранность поголовья 10 мясных кур в период опыта (14 суток) была 100%. Средняя живая масса кур опытной группы, потреблявших контаминированный микотоксинами корм, существенно не отличалась от птицы контрольной группы.

Анализ результатов балансового опыта (табл. 8) свидетельствует о незначительном снижении переваримости питательных веществ корма курами: протеина на 1,9 %, клетчатки на 12,9 %.

Таблица 8 - Переваримость питательных веществ в организме мясных кур, %

Питательные вещества	Группа	
	контрольная	опытная
сухое вещество корма	72,2	71,3
протеин	86,7	85,1
жир	86,8	88,9
клетчатка	27,2	23,7

При нарушении белкового обмена увеличивалось выделение аминокислот с пометом на 9,8 % по сравнению с контрольной группой, что свидетельствует о снижении использования аминокислот.

Результаты исследований наличия микотоксинов в кормах и помете указывают на то, что в организме птицы с ними происходят существенные изменения (табл. 9).

Таблица 9 - Уровень микотоксинов в корме и помёте кур, мкг/кг

Показатель	Контрольная группа			Опытная группа		
	корм	помет	выход, %	корм	помет	выход, %
Т-2 токсин	5,75	не обн.	0	1073,77	2,18	~ 0,2
НТ-2 токсин	51,58	1,87	~1	56,4	12,01	~ 21

Из таблицы видно, что Т-2 токсин практически весь остается в организме, превращаясь в метаболиты в пищеварительном канале. Об этом свидетельствует и тот факт, что количество НТ-2 токсина значительно увеличивается в помете (в 5,5 раз) по сравнению с контролем, хотя в корме его количество существенно не отличается. В ткани печени кур микотоксинов не обнаружено.

Установлено, что Т-2 и НТ-2 токсины уменьшали активность пищеварительных ферментов в содержимом двенадцатиперстной кишки: амилазы - на 13,1 %, липазы - на 56,8 % ($P < 0,05$), протеаз - на 5,6 % по сравнению с контролем, уровень щелочной фосфатазы увеличивался на 64,1% (табл.10). В помете резко возрастала активность протеолитических ферментов (в 4,3 раза) и липазы - в 2,2 раза, активность амилазы снижалась на 47,5 % по сравнению с контролем. В плазме крови уменьшалась активность трипсина на 9,7 % и увеличивалась активность щелочной фосфатазы на 23,3 % по сравнению с контрольной группой.

Сравнительный анализ показывает, что наибольшее количество щелочной фосфатазы вырабатывается в печени, причем у кур опытной группы отмечается увеличение активности фермента на 51,5 % по сравнению с контрольной группой. В кишечнике активность щелочной фосфатазы снижается по сравнению с клетками печени в 4 раза. Активность амилазы и липазы в плазме крови имеет тенденцию к увеличению (соответственно на 6,6 и 2,2 %).

Таблица 10 - Активность пищеварительных ферментов в разных биологических средах кур при экспериментальном микотоксикозе

Показатели	Активность ферментов				
	амилазы, мг/мл/ мин	липазы, ед /л	протеазы, мг/мл/мин	щелочная фосфатаза, ед /л	трипсин, ед /л
1. Дуоденальный химус					
1.1. контроль	603 ± 30,2	722 ± 96,6	36 ± 0,7	4136 ± 358,6	-
1.2. опыт	524 ± 36,1	312 ± 39,5*	34 ± 0,9	6788 ± 839,0	-
1.3. % опыта к контролю	86,9	43,2	94,4	164,1	-
2. Помет					
2.1. контроль	40 ± 7,6	297 ± 5,5	2,2 ± 0,24	-	-
2.2. опыт	21 ± 3,9*	669 ± 1,9*	9,4 ± 0,08*	-	-
2.3. % опыта к контролю	52,5	225,2	427,3	-	-
3. Печень					
3.1. контроль	415 ± 51,5	1122 ± 52,7	-	16513 ± 1279,0	-
3.2. опыт	451 ± 23,1	1157 ± 40,6	-	25018 ± 3456,8*	-
3.3. % опыта к контролю	108,7	103,1	-	151,5	-
4. Плазма крови					
4.1. контроль	410 ± 45,0	90 ± 1,1	103 ± 3,1	1465 ± 84,6	80,4 ± 6,3
4.2. опыт	437 ± 23,6	92 ± 0,9	93 ± 1,8*	1806 ± 155,1*	72,6 ± 3,2
4.3. % опыта к контролю	106,6	102,2	90,3	123,3	90,3

Примечание: * - разница является достоверной величиной при $P < 0,05$

Следовательно, наиболее выраженными показателями, которые свидетельствуют об изменениях в пищеварительной системе, связанными с избыточным количеством Т-2 токсина, являются активность трипсина и щелочной фосфатазы в плазме крови, которые изменяются в противоположных направлениях: активность трипсина снижается на 9,7 %, а уровень щелочной фосфатазы увеличивается на 23,3 %.

3.4 Результаты выращивания цыплят-бройлеров с фистулой двенадцатиперстной кишки на комбикормах, искусственно-контаминированных Т-2 токсином с применением кормовой добавки для инактивации микотоксинов Микофикс Плюс 5.0 (Mycofix® Plus 5.0)

Исследования показали, что наличие микотоксинов в корме не оказывало влияния на среднюю живую массу бройлеров. Цыплята, потреблявшие корм с микотоксинами, отставали в росте на 3,8 %, а получавшие кормовую добавку с контаминированным кормом – на 2,7 % от птиц контрольной группы. Сохранность поголовья за период опыта (14 суток) составила 100%.

В корме не обнаружено: диацетоксисцирпенола, ниваленола, 3-

ацетилДОНа, 15-ацетилДОНа, фузаренон-Х, фумонизинов, афлатоксинов, метаболитов зеараленона, неосоланиола, Т-2 триола, стеригматоцистина. Контаминация микотоксинами кормов в контрольной группе была в пределах допустимых норм (табл.11).

Таблица 11 – Содержание микотоксинов в кормах, мкг/кг (опыт 2)

Показатель	Группа		
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная
Т-2 токсин	5,7 ± 0,85	745,5 ± 24,56	703,6 ± 21,13
НТ-2 токсин	10,8 ± 1,67	10,9 ± 2,25	11,1 ± 1,84

В исследованных образцах ткани печени цыплят-бройлеров всех групп Т-2 и НТ-2 токсинов обнаружено не было. При исследовании помёта и химуса удалось определить наличие Т-2 и НТ-2 токсинов в образцах опытных групп (табл.12).

Таблица 12 - Концентрация микотоксинов в помёте цыплят-бройлеров, мкг/кг

Группа	Т-2 токсин (мкг/кг)				НТ-2 токсин (мкг/кг)			
	корм	помёт (1)	корм	помёт (2)	корм	помёт (1)	корм	помёт (2)
1 контрольная	6,70	н.о.**	1,35	н.о.**	12,7	н.о.**	2,3	н.о.**
2 опытная	730	1,22	774	3,19	11,2	3,14	15,2	4,00
3 опытная	734	1,33	711	2,94	11,5	2,00	18,6	2,96

Примечание: * - в перерасчёте на воздушно-сухое вещество и восстановление, согласно валидации аналитического метода; - ** не обнаружено

Данные показывают, что Т-2 токсин в опытных группах выводится в среднем из организма на 0,3%. Метаболит щелочного гидролиза Т-2-токсина - НТ-2 токсин выделен во 2-й опытной группе с пометом на 27% относительно содержания в корме. В 3-й опытной группе НТ-2 токсин обнаружен только в 16 % относительно содержания в корме. Это свидетельствует о том, что комплексная добавка для инактивации микотоксинов не является сорбентом как таковым, так как не влияет на выход «чистого» токсина из организма. Очевидно, что влияние препарата направлено на преобразование молекулы Т-2 токсина в менее активные формы, не связанные с гидролизом.

Контаминация корма Т-2 токсином оказала влияние на активность пищеварительных ферментов у бройлеров. Во 2-й опытной группе наличие в корме Т-2 токсина в дозе 745,5 ± 24,56 мкг/кг способствовало повышению активности липазы - на 58,4 % ($P \leq 0,05$), протеаз - на 4,2 %, но снизило активность амилазы на 8,5 % в дуоденальном химусе. В 3-й опытной группе активность липазы также имела тенденцию к повышению на 26,5 %. Амилолитическая активность в данной группе увеличивалась по сравнению с контрольной на 57 % ($P \leq 0,05$), активность протеаз снизилась на 23,4 %.

Результаты выполненного эксперимента еще раз подтвердили крестообразное изменение активности трипсина и щелочной фосфатазы при

микотоксикозе у птиц. В плазме крови цыплят-бройлеров 2-й опытной группы активность щелочной фосфатазы увеличивалась относительно контроля на 39,9 %, а активность трипсина снизилась на 23,4 %. Аналогичная ситуация отмечалась в 3-й опытной группе, в которой токсин поступал в организм бройлеров на фоне препарата Микофикс Плюс 5.0. Активность щелочной фосфатазы в крови увеличивалась на 39,2 %, а активность трипсина снизилась на 18,3 % по сравнению с контролем.

Гистологические исследования органов цыплят-бройлеров показали, что потребление кормов с Т-2 и НТ-2 токсинами не оказало значительного влияния на структуру печени, двенадцатиперстной кишки и поджелудочной железы. Это можно объяснить коротким периодом опыта (14 суток) и возрастом птицы (35-50 суток), более устойчивым к влиянию токсинов. Однако отмечено наличие признаков белково-зернистой дистрофии и периваскулярных лимфоидных инфильтратах печени в опытных группах цыплят. Тенденция к снижению размеров ядра и, соответственно, более низкое ядерно-цитоплазматическое отношение, косвенно свидетельствует о снижении белковосинтетической функции гепатоцитов. Морфометрические показатели структур двенадцатиперстной кишки показали, что у бройлеров 2-й опытной группы отмечена тенденция к уменьшению размеров всех изучаемых структур, за исключением толщины подслизистой пластинки, размеры которой не имели достоверно значимых различий. В целом, толщина стенки двенадцатиперстной кишки бройлеров первой опытной группы была достоверно меньше в сравнении с контролем и второй опытной группой. Установлено увеличение объема панкреатитов преимущественно за счет увеличения цитоплазмы, что свидетельствует о повышенной секреторной функции железы. В 3-й опытной группе, где бройлеры в дополнение к контаминированному корму получали кормовую добавку Микофикс Плюс 5.0, установлено достоверно значимое уменьшение размеров островков Лангерганса, что может приводить к снижению секреторной деятельности поджелудочной железы.

3.5 Результаты выращивания цыплят-бройлеров на комбикормах, натурально-контаминированных Т-2 и НТ-2 токсинами, при введении кормовой добавки Микофикс Плюс 5.0 (Mycofix® Plus 5.0)

Содержание Т-2 и НТ-2 токсинов в оба периода выращивания птицы варьировало, в среднем за весь период опыта цыплята-бройлеры потребляли 173 мкг/кг Т-2 и НТ-2 токсинов в сумме. В первый период выращивания контаминация Т-2 и НТ-2 токсинами корма в среднем составляла $68,1 \pm 9,34$ мкг/кг, а во второй период – $277,2 \pm 87,61$ мкг/кг за счёт увеличения доли кукурузы на 10%. Концентрация других нормируемых микотоксинов (дезоксиниваленола, охратоксина А) была в пределах максимально допустимых уровней. В корме не обнаружено: ниваленола, 3-ацетил-ДОНа, 15-ацетил-ДОНа, фузаренона-Х, фумонизинов, афлатоксинов, метаболитов зеараленона, стеригматоцистина.

Сохранность поголовья во всех группах была высокой (табл.13).

Таблица 13 - Динамика живой массы цыплят – бройлеров

Показатель	Группа			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	
Сохранность поголовья, %	100	100	100	
Живая масса (г) в возрастах: <i>суточном</i>	46,0±0,3	45,9±0,3	45,9±0,3	
<i>21-суточном</i>	855,5±7,62	871,98±7,22	857,5±6,2	
% к контролю	100	101,9	100,2	
<i>37-суточном</i>	1961,7±28,61	2130,1±23,47	2040,6±28,03	
% к контролю	100	108,6	104,0	
В т.ч. курочки	1806,9±17,60	2036,8±64,30	1887,7±42,72	
% к контролю	100	112,7	104,5	
В т.ч. петушки	2105,1±48,42	2216,2±23,05	2181,8±99,50	
% к контролю	100	105,3	103,6	
Среднесуточный прирост живой массы, г.	53,21	57,9	55,41	
Затраты корма на 1кг прироста живой массы, кг	1,79	1,65	1,81	
Убойный выход потрошенной тушки, %	петушки	71,70	73,00	71,80
	курочки	72,20	73,20	73,20
	в среднем	71,95	73,10	72,50

В первые три недели выращивания у цыплят 2-й опытной группы, получавших кормовую добавку в дозе 1 кг на тонну корма, живая масса была на 1,9 % выше, чем в контрольной группе. Цыплята из 3-й опытной группы отставали в росте от сверстников из опытной группы 2 на 1,7 %. К концу периода выращивания живая масса бройлеров опытной группы 2 была выше, чем у сверстников из контрольной группы, на 8,8 %. Разница в живой массе курочек с контрольной группой составила 12,7 %, а петушков - 5,3 %. Цыплята опытной группы 3 отставали в росте от опытной группы 2 на 4,6 %, но выросли лучше, чем сверстники контрольной группы, на 4 %. При этом разница в живой массе курочек с контрольной группой составила 4,5 %, а петушков - 3,6 %. Соответственно изменениям живой массы птицы изменялся и показатель среднесуточного прироста. Так, в опытной группе 2, он был выше, чем в контрольной группе, на 8,8 % и, чем в опытной группе 3, на 4,7 %. При этом цыплята 2-й опытной группы по показателю среднесуточного прироста обгоняли бройлеров контрольной группы на 4,1 %.

Убойный выход потрошенной тушки был выше во 2-й опытной группе по сравнению с контролем на 1 %, с 3-й опытной группой на 0,6 %. Соответственно, и выход грудных мышц был выше на 3,05 % и 1,0 %.

В 3-й опытной группе потребление корма по отношению к контролю увеличилось на 0,7 %, а по отношению ко 2-й опытной группе на 1 %. Данный факт отразился на затратах корма на 1 кг прироста живой массы бройлеров. Они были меньше во 2-й опытной группе на 7,8 % по отношению к контролю,

и на 8,9 % по отношению к 3-й опытной группе. Полученные различия в продуктивности бройлеров зависели от переваримости и использования ими питательных веществ корма. Переваримость сухого вещества корма в опытных группах возросла на 1,64 и 1,19 %. Однако во 2-й опытной группе, получавшей добавку в дозе 1 кг/т, улучшение переваримости питательных веществ наблюдалось за счёт лучшей переваримости протеина, жира, использования кальция и фосфора. В 3-й опытной группе наблюдали улучшение переваримости клетчатки на 11,58 % по сравнению с контрольной группой.

Грудные и ножные мышцы цыплят-бройлеров были исследованы на содержание белка, жира и аминокислот. Содержание белка в грудных мышцах было выше во 2-й опытной группе, чем в контрольной и 3-й опытной группе, на 0,3 %. Однако соотношение незаменимых и заменимых аминокислот в опытных группах было одинаковым. В контрольной группе оно было незначительно выше. Но следует отметить, что содержание наиболее важных незаменимых аминокислот (лизин, гистидин, аргинин, треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин) в грудных мышцах цыплят-бройлеров 2-й опытной группы было выше, чем контрольной и 3-й опытной группе, за исключением метионина. Содержание жира в грудных мышцах было выше в контрольной группе бройлеров.

Накопление витаминов А и Е в печени цыплят-бройлеров 3-й опытной группы было меньше, чем в контрольной и 2-й опытной группе. Так, витамина А было меньше, чем в контрольной группе на 3,5 мкг/кг, а витамина Е – на 5,9 мкг/кг. Содержание белка в печени цыплят-бройлеров контрольной группы было меньше, чем в опытных группах, на 3,9 и 1,8 %, а жира - больше на 2,1 и 1,5% соответственно. Это свидетельствует о том, что микотоксины оказали влияние на белково-жировой обмен в организме бройлеров.

Контаминация корма Т-2 и НТ-2 токсинами и внесение в корм добавки Микофикс Плюс 5.0 оказали влияние на активность пищеварительных ферментов у цыплят-бройлеров. Полученные данные свидетельствуют о более низкой активности амилазы, липазы и протеаз в поджелудочной железе у бройлеров контрольной группы, получавшей контаминированный Т-2 и НТ-2 токсинами корм, на протяжении всего опыта. В печени, напротив, наблюдалось увеличение активности амилазы и липазы, но на 14,8 % снижение активности протеаз относительно активности ферментов в печени бройлеров 2-й опытной группы, получавших с кормом Микофикс Плюс 5.0 в дозе 1 кг/т. В плазме крови цыплят-бройлеров контрольной группы также наблюдали высокий уровень щелочной фосфатазы, как и у птицы, получавшей корм с микотоксинами, в двух первых опытах. Содержание трипсина, наоборот, снижалось на протяжении всего опыта.

Таким образом, результаты исследований показали, что применение кормовой добавки Микофикс Плюс 5.0 для инактивации микотоксинов в количестве 1 кг/т при контаминации корма 173 мкг/мг Т-2 и НТ-2 токсинами было рациональным и способствовало улучшению переваримости и использования питательных веществ корма бройлерами, а, следовательно, их продуктивности.

Использование максимальной дозировки Микофикс Плюс 5.0 (2 кг/т) не способствовало увеличению переваримости питательных веществ корма бройлерами относительно второй опытной группы. Продуктивность в этой группе также была ниже, чем у цыплят-бройлеров опытной группы 2, но выше, чем у птицы контрольной группы, потреблявших корм без Микофикс Плюс 5.0.

3.6 Производственная проверка

Производственная проверка показала, что в новом варианте средняя живая масса 37-суточных цыплят была выше на 7,6 %, убойный выход - на 1,6 %. Общая стоимость кормов в новом варианте была выше на 6,1%. Себестоимость произведённого 1 кг мяса цыплят - бройлеров, складывающаяся из зарплаты, стоимости кормов, прочих прямых затрат, накладных расходов и затрат на убой, в новом варианте снизилась на 4,66 руб.

В перерасчёте на 1000 голов бройлеров экономический эффект в новом варианте по сравнению с базовым вариантом составил 7116,68 руб. (в ценах 2018 года).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Более 90 % от общего числа образцов зерна и комбикормов (2500) содержат Т-2 и НТ-2 токсины; самыми заражёнными Т-2 и НТ-2 токсинами кормами являлись кукуруза, ячмень и комбикорма для птицы. Доля проб, содержащих НТ-2 токсин, была выше, чем доля с Т-2 токсином для каждого вида корма за исключением проб кукурузы – здесь они равны. Это означает, что если в корме присутствует Т-2 токсин, то там всегда находится его метаболит, продукт щелочного гидролиза НТ-2 токсина. Причём содержание метаболита, как правило, бывает выше.

2. Установлено содержание Т-2 и НТ-2 токсинов в корме, химусе кишечника, помёте мясных кур в динамике. Т-2 токсин в среднем выводится из организма на 0,3%, а метаболит щелочного гидролиза Т-2 токсина - НТ-2 токсин выделен с пометом в количестве 27 % относительно содержания в корме. В наших исследованиях Т-2 токсина и его метаболитов в печени обнаружить не удалось. При исследовании химуса токсины были обнаружены только в образцах от птиц, потреблявших высокие дозы Т-2 и НТ-2 токсинов в корме.

3. В опытах на мясных курах установлено, что уровень активности пищеварительных ферментов (протеазы, липазы, амилазы), биохимические и ферментативные показатели крови зависят от уровня контаминации корма Т-2 и НТ-2 токсинами.

4. Крестообразное изменение активности щелочной фосфатазы и трипсина в плазме крови (увеличение содержания щелочной фосфатазы и снижение активности трипсина) наблюдалось во всех экспериментах. Данная комбинация может являться характерным признаком присутствия в корме Т-2 токсина.

5. При использовании кормов, контаминированных Т-2 и НТ-2 токсинами в различных концентрациях, переваримость питательных веществ

рациона ухудшалась.

При контаминации корма Т-2 и НТ-2 токсином в дозе $1073 \pm 53,7$ мкг/кг переваримость протеина снижалась на 1,9 %, а клетчатки на 12,9 %, ухудшалась доступность аминокислот в среднем на 9,8 %.

Потребление цыплятами-бройлерами корма, контаминированного Т-2 и НТ-2 токсинами в дозе 173 мкг/кг, снижает переваримость питательных веществ корма: сухого вещества на 1,19 %, протеина на 0,82 %, клетчатки на 7,04 %. Использование азота уменьшается на 1,22 %, кальция на 5,12 %, фосфора на 0,67 % относительно переваримости и использования этих же элементов бройлерами, получавшими кормовую добавку Микофикс Плюс 5.0.

6. Экономическая эффективность применения кормовой добавки Микофикс Плюс 5.0 в дозе 1 кг/т при средней контаминации корма Т-2 и НТ-2 токсинами 173 мкг/кг, составляет 733,02 руб. В перерасчёте на 1000 голов бройлеров экономический эффект в новом варианте 1 по сравнению с базовым вариантом составляет 7116,68 руб. (в ценах 2018 года).

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В целях безопасности продукции и сохранности здоровья птицы необходимо выполнять исследования кормов на содержание Т-2 и НТ-2 токсинов. Особое внимание следует уделять образцам кукурузы, ячменя и комбинированным кормам для птицы.

2. В целях повышения продуктивности птицы и эффективности использования комбикормов применять кормовую добавку для инактивации микотоксинов в кормах для сельскохозяйственных животных Микофикс Плюс 5.0 (Mycofix[®] Plus 5.0) производства «Biomин GmbH» («Биомин ГмбХ», Австрия), в дозе 1 кг на тонну корма при содержании Т-2 и НТ-2 токсинов не более 173 мкг/кг.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Результаты проведенных исследований создают научную и практическую основу для дальнейшего изучения содержания микотоксинов в кормах Российской Федерации, а также влияния Т-2, НТ-2 и других микотоксинов на здоровье и продуктивность различных видов сельскохозяйственной птицы.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России

1. Вертипрахов, В.Г. Пищеварение и обмен веществ у мясных кур при экспериментальном микотоксикозе / В.Г. Вертипрахов, Н.Н. Гогина, А.А. Грозина, Л.В. Хасанова, Т.М. Ребракова // Ветеринария и кормление. - 2017. - № 6. - С.17-20.
2. Вертипрахов, В.Г. Изменение активности панкреатических ферментов и развитие воспаления у цыплят-бройлеров при экспериментальном микотоксикозе / В.Г. Вертипрахов, В.Ю. Титов, Н.Н. Гогина, А.А. Грозина // Ветеринария. - №10. - 2017. - С.60-63.

3. Вертипрахов, В.Г. Реакция пищеварительной системы мясных кур на трихотецены в кормах / В.Г. Вертипрахов, **Н.Н. Гогина**, В.Ю. Титов, А.А. Грозина // Птицеводство. – 2017.- №8. - С. 11-15.
4. **Гогина, Н.Н.** Активность пищеварительных ферментов при экспериментальном микотоксикозе / Н.Н. Гогина, В.Г. Вертипрахов // Птицеводство. - 2018. -№11-12. - С.26-28.
5. Шевяков, А.Н. Микотоксины в кормах: лабораторные методы обнаружения, обзор полученных результатов / А.Н. Шевяков, **Н.Н. Гогина**, Л.М. Круглова, А.А. Грозина // Птицеводство.- 2019.- №1 – С.11-15.
6. **Гогина, Н.Н.** О допустимых уровнях Т-2 токсина и его метаболитов в кормах (обзор) / Н.Н. Гогина // Птицеводство.- 2020.- №2.- С.21-25.

Публикации в научных сборниках и периодических научных изданиях

7. **Гогина, Н.Н.** Мониторинг содержания микотоксинов в кормах средней полосы Российской Федерации за 2015-2016 годы / Н.Н.Гогина, Л.М.Круглова, Ю.С.Кожаринова // В сборнике: Мировые и российские тренды развития птицеводства: реалии и вызовы будущего.Материалы XIX Международной конференции ВНАП. – 2018. – С.181-183.
8. **Gogina, N.N.** Monitoring of the content of mycotoxins in the feedstuffs of the central zone of the Russian Federation for 2015-2016 / N.N.Gogina, D.Suprunov, A.Sheviakov, L.Kruglova // 14th European Fusarium Seminar Abstract Book. – 2018. – P.94.
9. Вертипрахов, В.Г. Новые научные подходы в диагностике микотоксикозов у сельскохозяйственной птицы / В.Г. Вертипрахов, В.Ю. Титов, **Н.Н. Гогина**, А.А. Грозина // В сборнике: Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии. – 2017. – С.12-15.
10. **Гогина, Н.Н.** Мониторинг содержания микотоксинов в кормах средней полосы Российской Федерации за 2015-2016 годы / Н.Н.Гогина, Л.М.Круглова // В сборнике: Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии. – 2017. – С.342-344.