

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И
АГРОТЕХНОЛОГИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

На правах рукописи



Сизенцов Ярослав Алексеевич

**Перспектива применения кормовых добавок растительного и
микробного происхождения в кормлении цыплят-бройлеров**

4.2.4 Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и
производства продукции животноводства

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание учёной степени кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук,
профессор РАН
Дускаев Галимжан Калиханович

Оренбург 2025

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Обзор литературы	11
1.1. Общая характеристика жмыхов.....	11
1.1.1. Подсолнечный жмых	12
1.1.2. Конопляный жмых	14
1.1.3. Льняной жмых	16
1.1.4. Рапсовый жмых	20
1.1.5. Соевый жмых	22
1.1.6. Оливковой жмых.....	24
1.1.7. Рыжиковый жмых	25
1.1.8. Тыквенный жмых.....	26
1.2. Использование жмыхов в различных областях	27
1.2.1 Влияние подсолнечного жмыха	27
1.2.2. Влияние конопляного жмыха	31
1.2.3. Влияние рапсового жмыха	34
1.2.4. Влияние соевого жмыха	37
1.2.5. Влияние арахисового жмыха	37
1.2.6. Влияние оливкового жмыха	39
1.2.7. Влияние льняного и тыквенного жмыха	42
1.2.8. Влияние жмыха рыжика.....	43
1.3. Использование конопляного, подсолнечного и льняного жмыха в птицеводстве.....	45
1.3.1 Влияние подсолнечного жмыха	45
1.3.2. Влияние конопляного жмыха	47
1.3.3. Влияние льняного жмыха	48
2. Материалы и методы исследований	50
3 Результаты собственных исследований	56

3.1. Эффективность использования нетрадиционных жмыхов в качестве частичной замены соевого шрота в рационах цыплят-бройлеров.....	56
3.1.1 Корма и кормление цыплят-бройлеров	56
3.1.2. Рост и развитие цыплят-бройлеров.....	56
3.1.3 Переваримость и поедаемость питательных веществ комбикорма..	59
3.1.4 Морфологический состав крови цыплят-бройлеров.....	61
3.1.5 Биохимический состав крови цыплят-бройлеров.....	63
3.1.6. Результаты анатомической разделки цыплят-бройлеров	67
3.1.7 Концентрация химических элементов в мышечной ткани.....	69
3.1.8 Химический состав тканей цыплят-бройлеров.....	73
3.1.9 Результаты микробиологического исследования содержимого кишечника цыплят бройлеров	76
3.2. Эффективность частичной замены соевого шрота нетрадиционными жмыхами в рационах цыплят-бройлеров на фоне дополнительного включения, ферментированного пробиотика.....	80
3.2.1 Корма и кормление цыплят-бройлеров	80
3.2.2 Рост и развитие цыплят-бройлеров.....	80
3.2.3 Переваримость питательных веществ комбикорма	82
3.2.4 Морфологический состав крови цыплят-бройлеров.....	84
3.2.5 Биохимический состав крови цыплят-бройлеров.....	85
3.2.6 Результаты анатомической разделки цыплят-бройлеров	87
3.2.7 Химический состав тканей цыплят-бройлеров.....	87
3.2.8 Результаты микробиологического исследования содержимого кишечника цыплят бройлеров	92
3.3. Результаты научно-производственной проверки.....	95
4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	97
5. Заключение.....	101
6. Предложения производству	104
7. Перспективы дальнейшей разработки темы	105
Приложения.....	139

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Кормовые ингредиенты в рационе сельскохозяйственной птицы играют важную роль в экономике выходной продукции. Так, например, соевый шрот и кукуруза являются важными компонентами кормов для домашней птицы благодаря высокому содержанию белка и сбалансированному составу аминокислот, но зависимость от изменения климата и колебания цен на них затрудняют эффективное использование. Потенциальным решением является использование побочных продуктов агропромышленного комплекса в качестве нетрадиционного источника сырья для корма для бройлеров, имеющих более низкую себестоимость производства. Так, рассматривается вопрос полной замены соевого шрота соевым жмыхом или экструдированной полножирной соей в кормовых рационах для цыплят-бройлеров (Janocha A и др., 2022), аналогичные исследования известны в отношении жмыха пальмового ядра (Azizi MN и др., 2021), сырого и ферментированного жмыха рапса (Gao M и др., 2020), жмыха *Camelina sativa* (Cullere M и др., 2023), продуктов из листьев меренги масличной (Zhang H и др., 2023) и т.д.

Ввиду содержания различных веществ в составе побочных продуктов переработки агропромышленного производства в т.ч. антипитательных возникает необходимость дополнительного изучения их влияния на организм птицы. В этой связи вопрос изучения влияния отходов производства в составе рационов цыплят-бройлеров на организм и качество получаемой продукции является актуальной задачей.

Степень разработанности темы исследований. Степень разработанности темы подтверждается исследованиями российских ученых, которые направлены на использование таких отходов производства как пера, пуха и мясо-костного остатка (Салеева И., Фисинин В., 2019), растительных масел (Вертипрахов В.Г., Грозина А.А. и др., 2020; Гаганов А. и др., 2020), гидролизаты пера и коллагена (Фисинин В.И. и др., 2021; Волик В.Г. и др.,

2021), различных источников белка (Фисинин В.И. и др., 2024), новых зерновых культур, жмыхов (из сурепицы) (Егоров И.А. и др., 2024),

В связи с этим жмых семян конопли потенциально может стать альтернативой кормовым добавкам, так как несмотря на ограничения по питательной ценности в его состав представлен высоким содержанием минералов, полиненасыщенных жирных кислот и белка (Öztürk и др., 2024). Следует также отметить увеличение посевов данной культуры на территории Российской Федерации и как следствие увеличение отходов переработки ее переработки. Семена конопли содержат разнообразные биологически активные вещества, так на долю масла приходится до 35%, сырой клетчатки 29–37%, углеводов до 30%, сырого протеина до 25%, наряду с этим в их состав входят разнообразные флавонолы и токоферолы, а также биологически значимые микро- и макроэлементы такие как железо, магний, кальций и фосфор. Кроме того, жирные кислоты семян конопли на 65% –80% представлены полиненасыщенными жирными кислотами, основную долю которых составляют линоленовая и линолевая кислоты (Darmawan A, Ozturk E., 2025).

Кроме того, активно рассматривается вопрос использования жмыха из семян льна. Основными биоактивными соединениями в семенах льна являются α -линоленовая кислота, лигнины и клетчатка (Смолова и др., 2017). Химический состав семян зависит от сорта и условий выращивания культуры и представлен высоким содержанием липидов до 40 %, белков и клетчатки до 20 %, влаги до 6 % и золы до 4 %.

В связи с выше изложенным, вопрос дозы внесения в рацион птицы рассматриваемых жмыхов из семян конопли и льна российских культур, и увеличения эффективности их использования, является важной научной задачей.

Цель и задачи исследования. Целью работы, выполняемой в соответствии с тематическим планом научно-исследовательских работ ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (FNWZ-2024-0002, №124021200047-5) «Программа

фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021 - 2030 годы)», являлось изучение эффективности использования жмыхов из семян технической конопли и льна российских культур, путём частичной замены, в рационах цыплят-бройлеров.

В рамках реализации поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Провести оценку продуктивных показателей, перевариваемости веществ и эффективности использования корма на фоне использования различных концентраций жмыхов из семян технической конопли и льна включенных в рацион цыплят-бройлеров;

2. Провести оценку продуктивных показателей, перевариваемости веществ и эффективности использования корма на фоне использования различных концентраций жмыхов из семян технической конопли и льна в комплексе с ферментативным пробиотиком включенных в рацион цыплят-бройлеров;

3. Провести оценку степени влияния жмыхов из семян технической конопли и льна и их совместного использования с ферментативным пробиотиком, на организм цыплят-бройлеров, на основании морфологических, гематологических и биохимических показателей крови;

4. Провести системный анализ эффективности использования жмыхов из семян технической конопли и льна и их совместного использования с ферментативным пробиотиком, включенных в рацион цыплят-бройлеров на основании убойных показателей тушки, химического состава тканей и бактериального разнообразия кишечника;

5. Дать производственно-экономическую оценку использования в рационе цыплят-бройлеров жмыхов из семян технической конопли и льна, и их совместного использования с ферментативным пробиотиком для повышения эффективности производства продуктов птицеводства.

Научная новизна. Впервые проведена комплексная оценка эффективности применения жмыхов из семян технической конопли и льна, в

том числе в комбинации с ферментативным пробиотиком в составе рационов цыплят-бройлеров кросса «ROSS 308», на основании научной оценки дозозависимых физиологических характеристик экспериментальной птицы, таких как перевариваемость веществ и продуктивность.

Впервые описан механизм действия сочетанного действия жмыхов из семян технической конопли и льна, в том числе в комбинации с ферментативным пробиотиком в рационе цыплят-бройлеров (патент №2811114), на основании гематологических и биохимических показателей крови и бактериального состава кишечника, продуктивности, баланса энергии и других качественных показателей. В рамках исследования проведена оценка дозозависимых эффектов применения жмыхов из семян технической конопли и льна включенных в основной рацион цыплят-бройлеров на убойные показатели и химический состав тканей тушки. Дана производственная и экономическая оценка использования в рационе цыплят-бройлеров жмыхов из семян технической конопли и льна, в том числе в комбинации с ферментативным пробиотиком для повышения эффективности производства продуктов птицеводства.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость проводимых исследований заключается в обосновании использования в рационах цыплят-бройлеров жмыхов из семян технической конопли и льна российских культур, в том числе в комплексе с ферментированным пробиотиком, на основании комплексного анализа экспериментальных данных оценки их влияния на общее состояние организма птицы, а также дозозависимых эффектов и обмен веществ.

Практическая значимость заключается в получении новых данных экспериментальных исследований, позволяющих предложить производству варианты альтернативной замены дорогостоящих компонентов рационов птицы на отходы сельскохозяйственного производства (жмыхи), а также потенциал их сочетанного применения с пробиотическим препаратом для повышения эффективности применения жмыхов, что в свою очередь

позволило предложить производству новый способ увеличения продуктивности цыплят-бройлеров. Использование ферментированного пробиотика в рационах с жмыхами из семян технической конопли (5%) и льна (10%) российских культур позволило увеличить сохранность поголовья (на 2%), среднесуточный прирост (на 3%), и уровень рентабельности – на 2,3%.

Методология и методы исследования. В представленной диссертационной работе исследования выполнялись на кроссе сельскохозяйственной птицы мясного направления (кросс РОСС 308). Основой методологии исследования и используемых методов являются научные труды ученых в области кормления и биохимии сельскохозяйственных животных. При выполнении экспериментального исследования использовались зоотехнические, молекулярно-генетические, аналитические, физико-химические методы исследования с применением современного аттестованного оборудования (<https://ckp-rf.ru/catalog/ckp/77384/>). Для обработки полученных результатов использовали программу Statistica 10.0 RU.

Основные положения, выносимые на защиту.

- проведена комплексная оценка дозозависимого действия жмыхов из семян технической конопли и льна с определением оптимальных доз их включения в основной рацион цыплят-бройлеров на основании продуктивных показателей, переваримости веществ и эффективность использования корма;

- изучено действие ферментивного пробиотика в комплексе с жмыхами из семян технической конопли и льна российских культур на продуктивные и качественные показатели экспериментальной птицы, баланс энергии и эффективность использования корма организмом цыплят-бройлеров;

- изучена степень влияния жмыхов из семян технической конопли и льна и их комбинированного использования с ферментативным пробиотиком, на организм цыплят-бройлеров, на основании

морфофизиологических и биохимических показателей крови и бактериальный состав кишечника;

- определены показатели эффективности применения жмыхов из семян технической конопли и льна в том числе в комбинации с ферментативным пробиотиком, включенных в основной рацион цыплят-бройлеров на основании убойных показателей и химического состава тканей тушки;

- дана научно-хозяйственная и экономическая оценка повышения эффективности производства продуктов птицеводства.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов при выполнении лабораторных исследований была достигнута с использованием современных зоотехнических, биохимических методов исследования в испытательном центре ЦКП ФНЦ БСТ РАН, на современном аттестованном оборудовании, и биометрической обработкой полученных данных. Результаты исследований доложены на: расширенном заседании отдела кормления с/х животных и технологии кормов ФНЦ БСТ РАН (2025 г.), научно-практических конференциях: Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 300-летию Российской академии наук «Наука будущего – наука молодых» (г. Оренбург, 9-10 ноября 2022 г.); II Всероссийская молодежная научно-практическая конференция "Наука будущего – наука молодых" (Оренбург, 23–24 ноября 2023 года); XI Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, посвященной 25-летию кафедры биохимии и микробиологии, (Оренбург, 04–05 октября 2023 года); Всероссийская научно-практическая конференция, посвящённой 100-летию со дня рождения профессора С.Г. Леушина, 300-летию Российской академии наук и 90-летию создания Оренбургского научно-исследовательского института молочно-мясного скотоводства в системе Наркомата зерновых и животноводческих совхозов СССР (Оренбург, 22–23 мая 2024 года); Международная научно-практическая конференция «Зоотехния сегодня – приоритеты и перспективы

развития» (Оренбург, 2025); апробированы в хозяйствах Оренбургской области и в образовательном процессе ФНЦ БСТ РАН.

Публикации результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 12 научных работ, в том числе 3 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и 1 патент на изобретение РФ.

Реализация результатов исследования. Результаты исследований внедрены в условиях бройлерного цеха ПФ Оренбургская и ООО МТС-АГРО.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа изложена на 139 страницах, содержит 31 таблицу, 2 рисунка. Состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов собственных исследований, обсуждения результатов исследований, заключения, предложений производству, списка использованной литературы. Список использованной литературы включает 227 источников, в том числе 220 на иностранных языках.

1. Обзор литературы

1.1. Общая характеристика жмыхов

Жмыхи это основные побочные продукты получаемые в процессе холодного отжима масла из семян масленичных культур. Сохранность энергетической ценности жмыхов обеспечивается его предварительной сушкой с целью удаления влаги и хранением в специализированных помещениях с поддержанием оптимальных параметров влажности и температуры. Для оптимизации хранения, транспортировки и дальнейшего использования жмыхи переводят в форму муки или гранул (Petraru A., 2021; Serrapica F., 2019). Широкое использование отходов производства подсолнечного масла в различных отраслях животноводства и птицеводства обусловлено высокими показателями содержания в подсолнечной муке белка, клетчатки, жира и влаги показатели которых варьируют в диапазоне 39,0 %-45,0 %, 10,0 %-15,0 %, 7,0 %-12,0 % и 2,0 %- 6,0 %, соответственно. При этом на долю незаменимых аминокислот приходится до 16 % от общего содержания белка с их суммарным содержанием 6,64 г/100 г (Schetinin MP., 2021).

Функциональные пищевые характеристики жмыхов обеспечиваются их химическим и питательным составом, включающие не только высокий уровень содержания белка, углеводов и жиров, но и факторами роста такими как витамины, микро- и макроэлементы и т.д. (Švarc-Gajić J., 2022; Butnaru E., 2024). Так же следует отметить, что жмыхи наряду с высоким уровнем олеохимических веществ богаты разнообразными фитохимическими веществами с выраженной антиоксидантной активностью. В зависимости от способа отжима в жмыхах может регистрироваться остаточное присутствие нативной формы масел в виде масляные телец или олеосомы (Raak N., 2023). Жмыхи масличных семян могут быть использованы не только в качестве корма для животных (Sousa D., 2022), но и служить субстратами при

производстве биологически активных веществ и их соединений (белки, пищевые волокна, антиоксиданты и т.д.) с выраженными биологическими эффектами, оказывающими благоприятное влияние на здоровье животных. В настоящее время жмыхи получили широкое распространение в пищевой, текстильной, косметической и фармацевтической промышленности, например, их использования в качестве субстратов биотехнологических производств ферментов и антибиотиков (Bárta J., 2021).

Внедрение в производстве новых технологий позволят проводить модификацию составов жмыхов разнообразных масленичных культур, что позволяет существенно расширить спектр их использования в различных отраслях деятельности человека. Так, например, в исследовании, проведенном Budžaki S. с соавторами установлено, что использование в качестве биологической обработки грибов *Trametes versicolor* и *Humicola grisea* жмыхов конопли, льна и тыквы в течение 10 дней позволило увеличить содержание в них общего белка, органического углерода, азота, а также золы на фоне снижения уровня эфирных экстрактов во всех исследуемых жмыхах. В том числе авторами установлено, что уровень растворимых углеводов в конопляном жмыхе снижается в то время как в льняном его доля напротив увеличивается на фоне снижения уровня клетчатки. Использование *T. versicolor* обеспечивает значительное увеличение содержание фруктозы в жмыхе из тыквы. значительно увеличилось (Budžaki S., 2018).

1.1.1. Подсолнечный жмых

Подсолнечник (*Helianthus annuus* L.). Территориальная распространенность возделывания данной культуры в мире обусловлена тем, что *Helianthus annuus* L. используется для получения растительного пищевого масла. В процессе холодного и горячего отжима масла из семян подсолнечника, получают большое количество промышленных отходов таких как жмых и шрот, соответственно (Baert., 2018). Потенциал и широкий спектр использования отходов отжима обусловлен его химическим составом

включающим не только эссенциально значимые микро и макроэлементы, но и разнообразные фитохимические вещества, в том числе фенольные соединения, которые наряду с высоким содержанием белка обеспечивают оптимальные показатели пищевой ценности (de Oliveira Filho JG., 2021). Так например в Европе ежегодно получают до 6 миллионов тонн отходов, в процессе извлечения масла из подсолнечника, содержащих высокое количество биологически активных ценных соединений (Mangieri N., 2022). На долю мирового производства растительного (подсолнечного) масла приходится до 17,9 миллионов тонн отходов в год (Shorstkii I., 2019; Kassab Z., 2019).

Состав подсолнечного жмыха представлен разнообразными уникальными пептидами (Kotecka-Majchrzak K., 2021), фенолами, которые представлены преимущественно фенольными кислотами, доля которых от общей массы может составлять до 7 %, основной из которых является хлорогеновая кислота. Входящие в состав жмыха феноловые кислоты затрудняют производство изолированных компонентов и разнообразных концентратов из подсолнечникового жмыха, за счет снижения уровня растворимости белка (Michalska-Ciechanowska A., 2024). Следует отметить, что наряду с выше указанным подсолнечный жмых содержит большое количество белка до 28 % и жира до 15 %. Пищевая ценность жмыха полученного из семян подсолнечника характеризуется содержанием в нем разнообразных биологически активных веществ таких как витамины, микро- и макроэлементы (Strąkowska A., 2021; Blicharz-Kania A., 2023).

Высокий потенциал использования подсолнечного жмыха обусловлен содержанием незаменимых аминокислот, таких как валин, тирозин, гистидин, аргинин, метионин, серин, треонин, аспарагиновую кислоту, глицин, глутаминовую кислоту, цистеин, аланин, лизин, изолейцин, фенилаланин и пролин. Присутствие указанных веществ обеспечивает идентификацию роста животных и птицы (Iqbal N., 2023).

В современных условиях пищевая промышленность извлекает существенную выгоду на фоне понимания благоприятного влияния растительных белков как на здоровье и благополучие животных, так и на окружающую среду (Mendo S., 2024).

Разработка инновационных методических подходов, направленных на извлечение белка из подсолнечного жмыха позволяет не только существенно увеличить экстракцию белков, но также значительно улучшить их функциональные характеристики, позволяющие в свою очередь расширить потенциал и спектр их практического использования (Kaur R., 2022). Структурная перестройка растительных белков обеспечивает их контроль и техно-функциональные характеристики. Следует отметить, что для повышения функциональных характеристик модифицированных белков растительного происхождения помимо физических методов, таких как гамма-облучение и ультразвуковая обработка, в настоящее время применяются ферментативные и химические методы преобразования (Gültekin Subaşı B., 2022).

Использование спиртовых растворителей в процессах экстрагирования подсолнечного масла с высоким содержанием различных минорных соединений обеспечивает окислительную стабильность конечного продукта. Так, например, результаты, полученные с использованием водного этанола, свидетельствуют, что они могут давать обезжиренный подсолнечный жмых с низким содержанием CAs, что позволяет в будущем использовать белковую фракцию (Scharlack NK., 2017).

1.1.2. Конопляный жмых

Конопля (*Cannabis sativa* L.). Потенциал практического применения данного однолетнего травянистого растения, обусловлен его многовековой историей использования в разнообразных отраслях деятельности человека, таких как текстильная, пищевая, медицинская и другие.

Многочисленные исследования направленные на определение химического состава *Cannabis sativa* L. позволили не только установить, но и

зарегистрировать более 565 разнообразных фитохимических компонентов и их комплексов таких как флавоноиды, алкалоиды, лигнаны, жирные кислоты, аминокислоты и стероиды относящиеся к группе первичных метаболитов растения, из которых порядка 120 веществ отнесены к классу каннабиноидов

К группе каннабиноидов относят химические соединения содержащиеся только в *Cannabis sativa* L. (фитоканнабиноиды). Группа эндоканнабиноидов представлена лигандами эндогенных каннабиноидных рецепторов, а также их синтетические аналоги с идентичным фармакологическим действием (Schofs L., 2021). Одним из наиболее изученных и широко известных каннабиноидов является психоактивный тетрагидроканнабинол (ТГК) и его метаболиты. Например, каннабинол и каннабидиол обладают выраженным противовоспалительным и иммунодепрессивным эффектами, однако у каннабидиола в отличии от каннабинола отсутствуют психоактивные эффекты. К другим изученным каннабиноидам относятся каннабигерол, дронабинол, набилон, и каннабихромен (Stastnik O., 2020).

Перспективность использования конопли по отношению к другим масленичным культурам обусловлена высоким уровнем питательного профиля ее семян характеризующееся высоким уровнем содержания белков и углеводов на долю которых приходится до 30 % (Lanzoni D., 2023). Следует отметить, что по уровню питательности семена конопли сопоставимы с показателями сои, при этом уровень содержания белка превышает аналоговые показатели сенят льна на 20,9 %, киноа на 20,9 % и гречихи на 27,8 % (Feng X., 2022). Ключевым преимуществом по отношению к другим мясляничным культурам является то, что от 60 % до 80 % белков представлены высокоусвояемым гексамерным эдестином (глобулин 11S), содержащемся только в семенах конопли и обладающим высоким биологически активными характеристиками (участие в производстве иммуноглобулинов, гемоглобина, гормонов и ферментов) (Teterycz D., 2021; Helstad A., 2021; Wiedemair V., 2022). Так же следует отметить, что помимо

высокого уровня содержания белков и углеводов, химический состав семян *Cannabis sativa* L. представлен легко усвояемыми аминокислотами восемь из которых являются незаменимыми (Carcanari T., 2023), а также высоким уровнем содержания липидов до 35 % которых представлены липидами со сбалансированным составом жирных кислот (Banskota АН., 2022).

В процессе извлечения масла из семян конопли используют два технологических подхода основанных либо на холодном отжиме семян, или использовании различных органических растворителей из семян подвернутых предварительной обжарке. В зависимости от применяемой технологии в качестве побочного продукта получают либо жмых, либо постэкстракционный шрот (Kotecka-Majchrzak K., 2021). В современной литературе представлены данные использования конопляного жмыха в качестве кормовой добавки в молочном животноводстве (Bailoni L., 2021). Пищевая ценность конопляного жмыха сопряжена с высоким уровнем содержания белка на долю которого приходится до 31,6%, в то время как конопляная шелуха содержит лишь 8,6 % (Banskota АН., 2022; Leonard W., 2022). Следует отметить белки входящие в состав конопли обогащены клетчаткой и различными фенольными соединениями (Karabulut G., 2023).

Высокие показатели питательности и коэффициента усваиваемости корма конопляного жмыха обеспечиваются за счет наличия в нем наряду с пищевыми волокнами, минеральных веществ, витаминов, а также различных фитохимических и олеохимических веществ (Nakov G., 2023), а фенольные соединения, могут быть использованы в медицине для снижения риска развития онкологических заболеваний, патологий сердечно-сосудистой системы и диабета, а также в качестве противовоспалительных, антибактериальных и противоаллергических препаратов (Zago E., 2022).

1.1.3. Льняной жмых

Лен относится к культурным растениям, выращиваемым преимущественно с целью получения волокон, используемых в текстильной промышленности и семян, применяемых в пищевой и медицинской отраслях

так как они богаты не только омега-3 жирными кислотами, но и биологически активными антиоксидантами, представленными каротиноидами, токохроманолами и стеринами (Styrczewska M., 2013; Lu J., 2023).

В настоящее время семена льна получили широкое распространение в пищевой промышленности благодаря выраженными биологическим действием на здоровье человека. Семена включают в свой состав от 30 % до 46 % масла, от 18 % до 30 % белка, от 20 % до 35 % клетчатки до 10 % которой представлено ее растворимой формой, а также до 4 % золы и 8 % влаги. Среди активных фитохимических веществ входящих в состав семян следует отметить: полифенолы, фитиновую кислоту, лигнаны, линатин, цианогенные гликозиды, циклолинопептиды, а также витамины и эссенциально значимые элементы (Jarošová M., 2024). Получаемый в процессе экстракции льняной жмых сохраняет значительную часть биологически активных веществ, входящих в семена, что в свою очередь потенциально может быть использовано в процессе производства функциональных продуктов питания. В современной научной литературе представлены результаты экспериментальных исследований свидетельствующие о выраженном положительном действии, как на липидный, так и углеводный обмены, что было установлено в модельном эксперименте на лабораторных крысах, содержащихся на высоко калорийных диетах со значительным увеличением глюкозы и жиров. В перекрестных контролируемых экспериментах на людях было установлено, что применение в рационе частично обезжиренного льняного жмыха обеспечивает снижение уровня липопротеинов низкой плотности и общего холестерина на 7,6 % и 4,6 %, соответственно (Zhao M., 2023).

Получаемый в процессе экстракции льняного масла (*Linum usitatissimum* L.) жмых являющийся побочным продуктом, обладает выраженным потенциалом практического использования характеризующегося высоким уровнем белков, углеводов и жиров. Однако

следует отметить, что наряду с указанными веществами в структуре льняного жмыха может содержаться до 45 % ценных пищевых волокон, следует отметить, что основным источником, как нерастворимых пищевых волокон, так и водорастворимых гетерогенных полисахаридов является оболочка семян (Matusiewicz M., 2015). В процессе экстракции льняного масла в жмыхе сохраняются белки, омега-3 жирные кислоты, различные фитохимические вещества и их комплексные соединения обладающие выраженной антиоксидантной активностью, такие как, фитоэстрогенные лигнаны, жирорастворимых витаминами (A, D и E), эссенциально значимых микро- и макроэлементов (Drożdżowska E., 2020). Получаемая из льняного жмыха гидроколлоидная слизь, обладающая высокими показателями растворимости в воде, состоит преимущественно из сложных углеводов (арабиноксилан) и полисахаридов (рамногалактуронан I) характеризующиеся выраженной биологической активностью в отношении структурного микробиома кишечника и может быть использовано в качестве пребиотического компонента (Tallawi M., 2023).

Проведенная Karamać с соавторами экспериментальная оценка антиоксидантной активности гидролизатов белка льна, полученных в процессе ферментации с использованием трипсина, панкреатина, папаина, флаворизма и алкалазы, позволило установить, что использование полученных гидролизатов в качестве антиоксидантов имеет выраженный антиоксидантный эффект в сравнении с изолированными белками, не подвергнутыми ферментации. Значения, полученные с использованием фотохемилюминисцентного анализа, тестируемых гидролизатов варьировали в диапазоне от 7,2 до 35,7 мкмоль Trolox/г (представляет собой водорастворимый аналог витамина E, используемого в качестве антиоксиданта в биохимических исследованиях для снижения уровня окислительного стресса). Использование различных способов ферментации не оказало выраженного влияния, как на активность радикального катиона ABTS $\cdot^+$ с варьированием показателей от 0,20 ммоль до 0,24 ммоль, так и на

антиоксидантную способность восстановления с диапазоном распределения значений от 0,17 ммоль до 0,22 ммоль Trolox/г. Установлено, что гидролизат полученный ферментацией панкреатином обладает максимальными показателями хелатирующей активности (образование устойчивых металлокомплексов) до 71,5 %. Комплекс проведенных авторами исследований свидетельствует о выраженном влиянии панкреатина и алкалазы на антиоксидантную активность, несмотря на то, что степень гидролизата составила 29,3 % и 15,4 %, соответственно, а также зарегистрированы существенные различия в показателях распределения молекулярных масс. Проведенное исследование свидетельствует о наличии выраженного влияния способа ферментации белка льна на антиоксидантную активность полученных гидролизатов (Karamać M., 2016).

Zhang T с соавторами проводились экспериментальные исследования направленные сравнительный анализ оценки степени влияния технологических процесслов экстракции масла с использованием холодного и горячего прессования (физические факторы воздействия), а также химические методы с использованием н-гексана, сверхкритического CO₂ и субкритического н-бутана Авторами анализировались показатели содержания в полученных жмыхах фенольных соединений флавоноидов и проводилась оценка антиоксидантно активности. Результаты проведенных экспериментов позволили установить, что метод экстракции с использованием н-гексана позволяет значительно увеличить содержание фенольных соединений до 78,01 мг/г экстракта, флавоноидов до 2,73 мг/г экстракта, а также проявляет максимальные показатели антиоксидантной активности. Также в рамках проведенных авторами исследований установлено, что использование экстракта льняного жмыха в тестируемых концентрациях с диапазоном от 800 ppm до 2000 ppm и температуре хранения до 65° С, значительно снижают скорость окисления льняного масла, при этом следует отметить, что выраженность антиоксидантного эффекта напрямую коррелирует с дозой вносимого экстракта. Комплексный

анализ проведенных исследований свидетельствует, что экстракты льняного жмыха эффективно ингибируют окислительные процессы в масле, что в свою очередь может быть активно использовано в качестве альтернативы синтетическим антиоксидантам (стабилизаторам) в масложировой промышленности (Zhang T., 2023).

1.1.4. Рапсовый жмых

Рапс или кольза (*Brassica napus*, *Brassica rapa* и *Brassica Juncea*) является травянистым растением из семейства крестоцветных широкая популярность в мире, которого обусловлена получением на его основе масла не только для пищевой, но и для других отраслей промышленной деятельности человека. В настоящее время уровень производства рапсового масла занимает второе место в мире уступая лишь сое, а по уровню потребления занимает третье место после пальмового и соевого масел. В последние десятилетия объемы выращивания рапса в мире значительно увеличились, так, например, в период с 2007 г по 2017 г производство рапса увеличилось на 25,6 млн. тонн в год и составило 76,2 млн. тонн в год (Martin A., 2021). Следует отметить, что высокий потенциал практического применения рапса обусловлен тем, что получаемое в процессе отжима масло используется не только в пищевой промышленности, но и в качестве биотоплива. В зависимости от способа экстракции доля плотного остатка после экстрагирования масла составляет до 70 % (Yang ZT., 2020). Так, например, за 2019-2020 года в мире было собрано порядка 69 млн. тонн рапса из которых на долю отходов после проведения экстрагирования масла пришлось более 39 млн. тонн (Xiong C., 2024). В зависимости от способа механического экстрагирования на маслоперерабатывающих производствах, в качестве побочного продукта при холодном способе отжима получают рапсовый жмых, а при горячем отжиме рапсовый шрот. Данные типы отходов широко используются в кормлении сельскохозяйственных животных

и гидробионтов, так как содержание в них белка составляет от 38 % до 45 % (Östbring K., 2020; Chen W., 2019). Следует отметить, что рапсовый белок по пищевой ценности не уступает соевому белку, а также имеют более высокие показатели содержания S-аминокислот (преимущественно метионин и цистеин, активно участвующие в синтезе белков), по сравнению с другими белками растительного происхождения. Потенциал практического применения рапсового белка в рационе человека имеет ряд ограничений обусловленных присутствием в нем фитатов, фенолов и глюкозинолатов которые по своей природе являются антипитательными соединениями (Song Y., 2022). Так например, в исходном состоянии глюкозинолаты не оказывают выраженного патогенетического влияния на организм человека, однако в организме человека потенциально могут гидролизироваться под действием фермента мирозиназы (тиогликозидаза или синигриназа) формирование которого происходит в процессе измельчения исходного сырья, до глюкозы и опасных химических веществ, например изотиоцианатные или тиоцианатные ионы (Östbring K., 2019), что в свою очередь свидетельствует о необходимости проведения предварительной очистки рапсового белка перед использованием в пище (Ahlström C., 2022).

Разнообразие питательных веществ входящих в состав рапсового жмыха обеспечивает потенциал его практического применения в различных сельскохозяйственных отраслях, например в качестве биоорганических удобрений (Song Y., 2023). Высокий уровень содержания белка, пищевых волокон и эссенциальных элементов обеспечивает его потенциал использования в качестве кормовых добавок для животных (Mattila P., 2018). Следует отметить, что на долю сырого протеина приходится от 31,0 % до 35,7 % из которых до 82 % представлены аминокислотами с хорошим балансовым соотношением между серосодержащими и незаменимыми аминокислотами. (Troise AD., 2017; Song Y., 2022). Определенный уровень ограничения по использованию рапсового жмых связан с содержанием в его составе эруковой мононенасыщенной жирной кислоты омега-9 уровень

которой, например, в рапсовом масле может достигать 60 %. В организме животных эруковая кислота не метаболизируется и аккумулируется в тканях, приводя к значительному замедлению роста и наступлению физиологической репродуктивной зрелости, а также может негативно влиять на сердечно-сосудистую систему и гепатоциты (Peeters K., 2022).

В современных условиях возможность расширения спектра практического применения рапса, связана с высоким потенциалом практического применения рапсового белка в качестве многофункционального ингредиента с выраженной эмульгирующей способностью, обладающего антиоксидантным эффектом (Östbring K., 2019).

Рапсовый жмых также можно комбинировать с крахмалом и превращать в продукты прямого расширения с использованием технологии экструзии. Жмых рапса увеличивает поперечное и объемное расширение и уменьшает продольное расширение при добавлении к картофельному крахмалу в высоких концентрациях (40–70 г/100 г) (Martin A., 2021).

1.1.5. Соевый жмых

Соя (*Glycine max* L.) является одной из наиболее распространенных масленичных культур выращиваемых по всему миру. Наряду с высоким потенциалом использования данного растения в пищевой промышленности, оно используется и в других отраслях деятельности человека, например, при производстве медикаментозных препаратов для лечения остеопороза (Sowa I., 2014).

Спектр использования соевого жмыха определяется высоким уровнем разнообразных питательных веществ входящих в его структуру, однако при отсутствии возможности его технической переработки жмыхи выбрасывают, что в конечном итоге не позволяет производителям получать дополнительную прибыль за счет использования жмыха в других отраслях деятельности человека, но так же может наносить значительный вред

окружающей среде. Как уже указывалось ранее соевый жмых изобилует разнообразными питательными соединениями с высоким уровнем содержания жира, белка и пищевых волокон, массовая доля которых составляет до 20 %, 27 % и 33 %, соответственно (Razavizadeh S., 2022). Присутствие в жмыхе разнообразных фитохимических веществ обеспечивает его высокие показатели антиоксидантной активности. Следует отметить, что антиоксиданты широко используются в пищевой промышленности в качестве стабилизаторов и консервантов, так как они значительно замедляют процессы окисления (Zamindar N., 2017).

НЕ смотря на высокий потенциал использования соевого жмыха в пищевой промышленности, имеется целый ряд ограничений, не позволяющих прямое его использование, обусловленное содержанием в нем большого количества разнообразных антипитательных веществ, таких как сапонины, танины, фитиновая кислота ингибиторы трипсина и другие. Поступление антипитательных веществ в организм способствует значительному снижению биодоступности основных питательных веществ из корма (Razavizadeh S., 2022). Так в экспериментальных исследованиях проводимых Huang C.C. с соавторами было установлено, что изофлавоновые группы выделенные из соевого жмыха представленные глюкозидом, агликоном, малонилглюкозидом и ацетилглюкозидом характеризуются избирательной антиоксидантной активностью. Так, например, максимальные показатели эффективности полученные в процессе проведения анализа направленного на поглощение 1,1-дифенил-2-пикрилгиразида, регистрируются у ацетилглюкозида, а наиболее значимые результаты хелатирования ионов металлов зарегистрированы у глюкозида. Наряду с выше указанным авторами экспериментально установлено, что агликоновых и ацетилглюкозидных групп характерны высокие показатели антиоксидантной активности в сравнении с другими исследуемыми группами входящими в соевые изофлавоны (Huang C.C., 2010).

Као Т.Н. с соавторами при проведении экспериментальных исследований направленных на сравнительную оценку антиоксидантной активности различных фракций изофлавонов выделенных из соевого жмыха, с активностью фракций ISO-1 и ISO-2, установлено, что все тестируемые фракции изофлавонов демонстрируют более выраженную антиоксидантную активность в сравнении с используемыми в эксперименте стандартами изофлавонов, что вероятнее всего обусловлено, присутствием вспомогательных функциональных компонентов, таких как фенольные соединения, сапонин и различные флавоноиды входящие в структуру соевого жмыха (Као ТН., 2006).

1.1.6. Оливковой жмых

Оливковое дерево — это многолетнее растение, экономическая ценность использования которого связана с высоким содержанием масла в его плодах. Около 90% масла хранится в масляных телах (МТ) в костянке вовремя олеогенной фазы. Фенолы и липиды вносят вклад в качество масла, но фракция ненасыщенных жирных кислот оказывается наиболее важной для качества из-за очень высокого содержания олеиновой кислоты, наличия ω6-линолевой кислоты и ω3-линоленовой кислоты, и очень низкого содержания насыщенных жирных кислот. Еще 10% масла вырабатывается семенами (Şahin S., 2017).

Оливковый жмых, побочный продукт от экстракции оливкового масла первого отжима, является прекрасным натуральным источником ненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон и биоактивных молекул, включая полифенолы и токоферолы (Caponio GR., 2022). В основном он состоит из воды, оливковой мякоти и оливковой кожицы и богат несколькими ценными биоактивными соединениями. Более того, он все еще содержит около 8-12% остаточного оливкового масла (Tufariello M., 2019). Именно поэтому оливковый жмых может выступать в качестве

альтернативного кормового ресурса, который можно использовать в рационе жвачных животных. (El Otmani S., 2021). Также в состав жмыха входят различные полезные для здоровья в том числе химические соединения, такие как фенольные компоненты, включая олеуропеин, гидрокситирозол и тирозол, потенциал использования которых не ограничивается только пищевой и безалкогольной промышленностью, но также и фармацевтической, косметологической и другими отраслями деятельности человека (Foti P., 2022).

1.1.7. Рыжиковый жмых

Рыжик посевной (*Camelina sativa*) является масличным растением, используемым преимущественно для производства биотоплива. Мировое выращивание рыжика невелико. В настоящее время он в основном производится в Северной Америке, России и Европе. Россия является крупнейшим производителем рыжика, имея, по оценкам, 75 600 га (Arshad M., 2022). Рыжик — масличная культура, содержащая в семенах 36,8% масла, в то время как в жмыхе содержание масла составляет 6,4–22,7%. По сравнению с другими растениями семейства, рыжик отличается уникальным жирнокислотным составом, поскольку содержание α -линоленовой жирной кислоты ($C18:3n-3$; ALA) в его составе варьируется от 25,9 до 36,7% от общего количества жирных кислот. Общее содержание токоферолов в масле и жмыхе рыжика составляет соответственно 751–900 и 687 мг/кг.

Рыжиковый шрот является побочным продуктом семян рыжика, содержащий липиды со значительным количеством незаменимых жирных кислот $18:2n-6$ и $18:3n-3$. Он также относительно богат концентрацией сырого протеина и незаменимыми аминокислотами. (Paula EM. 2019; Juodka R., 2022). Однако в состав данного жмыха также входят глюкозинолаты, которые неблагоприятно воздействуют на живой организм, ограничивая использование рыжика в питании человека и животных. Снижение и устранение глюкозинолатов улучшает качество масла и жмыха рыжика, что

соответствует международным стандартам, регламентирующим уровни глюкозинолатов для потребления человеком и кормления животных (Hölzl G., 2022).

1.1.8. Тыквенный жмых

Тыква (*Cucurbita* L.) – овощ семейства тыквенных представленное 130 родами и более чем 800 видами. Родиной *Cucurbita* L. является Латинская Америка, однако данная культура более 500 лет выращивается на территории Европы. Род *Cucurbita* включает пять одомашненных видов (*Cucurbita argyrosperma*, *Cucurbita ficifolia*, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita moschata* и *Cucurbita pepo*), из которых *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima* и *Cucurbita pepo* являются наиболее часто возделываемыми культурами во всем мире, что в свою очередь сопряжено с экономической составляющей их использования в различных отраслях пищевой промышленности при производстве продуктов переработки, в том числе муки, масла, семян и т.д. (Ninčević Grassino A., 2023)

Тыква содержит несколько фитокомпонентов, относящихся к категориям алкалоидов, флавоноидов, пальмитиновой, олеиновой и линолевой кислот (Yadav M., 2010).

Семена тыквы являются богатым источником полифенолов и других биологически активных соединений, которые могут быть использованы в том числе в качестве химиотерапевтических противоопухолевых препаратов (Nomikos T., 2021). Входящие в состав семян тыквы, насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, например, стеариновая, олеиновая, пальмитиновая, пальмитолеиновая, линолевая и α -линоленовая кислота наряду с высоким содержанием белка обладают выраженным биологическим действием. Следует отметить, что вторичные метаболиты, входящие в состав семян тыквы, такие как разнообразные терпеноиды, алкалоиды (берберин), флавоноиды, стероиды, хиноны, сапонины, танины, фенолы, кукурбитин и

пальматин обладают выраженным антигельминтным действием (Ježek J., 2021).

Масло семян тыквы – это богатый источник питательных веществ, получаемый из семян различных сортов тыквы для пищевых продуктов и лекарств (Hu Z., 2023). Оно содержит основные фитохимические вещества, которые обладают полезными для здоровья свойствами – это полифенолы, фитоэстрогены и жирные кислоты, каротиноиды, сквален, токоферолы и минералы. Большинство исследований подтверждают утверждение, что масло семян тыквы обладает антиоксидантной и антимикробной активностью (Šamec D., 2022). Кроме того, ряд исследований свидетельствует об эффективности использования масла семян тыквы в лечении диабета, тревожности и онкологии (Shaban A., 2017).

Тыквенный жмых является отходом холодного прессования масла из семян тыквы. Помимо того, что он в основном используется в качестве корма для животных и удобрения, тыквенный жмых съедобен и обладает качествами, что обеспечивает его пищевую ценность и потенциал применения в производстве продуктов питания. Следует отметить, что высокая пищевая ценность тыквенного жмыха обеспечивается высоким уровнем легкоусваиваемого белка на долю которого приходится до 70 %, а также является источником незаменимых аминокислот. Наряду с этим входящие в структуру жмыха фенольные кислоты обладают более высокими показателями экстрагируемости по сравнению с семенами тыквы (Starzyńska-Janiszewska A., 2020).

1.2. Использование жмыхов в различных областях

1.2.1 Влияние подсолнечного жмыха

Подсолнечный жмых является побочным продуктом производства масла, однако его питательные характеристики, связанные с высоким

содержанием сырого протеина на долю, которого приходится до 249 г/кг, обеспечивают его высокий потенциал использования в различных отраслях животноводства, в том числе в кормлении жвачных животных. Так например в 90 дневных исследованиях, по использованию подсолнечного жмыха, проводимых da Silva Oliveira V. с соавторами на модели быков породы Неллоре, которые предварительно согласно рандомизированному плану были распределены на группы со стартовой массой тела $374,0 \pm 42,5$ кг, установлено, что использование подсолнечного жмых не оказывает влияние на уровень усвоения нейтрально-детергентной клетчатки, а так же выведение азота с фекалиями, площадь мышц *Longissimus lumborum* и отложение подкожного жира. В рамках эксперимента установлен линейный эффект между уровнем снижения потребления сырого протеина и неволокнистых углеводов, общей экскреции азота и мочевины в сыворотке крови. Наряду с этим следует отметить, что введение в структуру основного рациона молотого подсолнечного жмыха в дозе 90 г/кг корма вместо соевого и кукурузного шрота быков обеспечивает не только снижение уровня поедаемости корма, но и значительно увеличивает синтез белка представителями нормофлоры желудочно-кишечного тракта, с выраженным его накоплением в мышечной ткани и как следствие приводящее к увеличению производительности и характеристики готовой продукции (туши животных) (da Silva Oliveira V., 2022).

В исследовании проводимых Liu C. с соавторами установлено, что общее содержание усвояемых питательных веществ на фоне использования подсолнечного и соевого жмыхов в рационах жвачных существенно не отличается. Также авторами не установлено выраженных различий при анализе рубцового пищеварения, биохимическими показателями крови, а также процессов связанных с метаболизмом белков и энергии, в том числе и микробным синтезом белка в рубце (Liu C., 2023).

Согласно литературным данным уровень усвоения сырого протеина из подсолнечного жмыха составляет до 85 %, и до 65 % питательных веществ из

сухого вещества. при этом низкий уровень усвояемости углеводов компенсировался увеличением уровня усвоения жира до 9,9 %. Liu C. с соавторами установлена эффективность потребления азота, характеризующаяся процентом его удержания в организме (Liu C. 2022).

Проводимые исследования Zubiria I с соавторами, на маточном поголовье крупного-рогатого скота двумя 63-х дневными периодами группового использования корма ad libitum и индивидуального применения концентрата, были направлены на изучение влияния подсолнечного жмыха на процессы рубцовой ферментации, биогидрогенизацию, а также бактериальное разнообразие рубца. Авторами установлено, что введение в структуру рациона жмыха способствует увеличению суточного содержания азота микробного происхождения на 6 %. Установлено относительное увеличение численности *Treponema* spp. и *Coprococcus* spp. на фоне количественного снижения *Enterococcus* spp., *Ruminococcus* spp. и *Succinivibrio* spp. (Zubiria I., 2019).

В экспериментальных исследованиях проводимых Goiri I. с соавторами была проведена оценка эффективности замены гидрогенизированного пальмового жира подсолнечным жмыхом на молочную продуктивность крупного рогатого скота. В рамках проведенного исследования авторами было установлено, что применение подсолнечного жмыха не оказывает выраженного влияния на продуктивность маточного поголовья, однако получаемое от них молоко обладает расширенным профилем ненасыщенных жирных кислот (Goiri I., 2019). Oliveira R.L. с соавторами экспериментально установлено, что замена соевого шрота в рационе молочных коров на подсолнечный жмых, повышает показатели питательной характеристики молока о чем свидетельствует обратная корреляционная зависимость распределения уровня ненасыщенных жирных кислот на фоне снижения насыщенных, при этом следует отметить, что авторами установлено отсутствие влияния на питательные характеристики молока без влияния на производственные показатели (Oliveira RL., 2016). Amores G. с соавторами

занимался исследованиями цель которых заключалась в оценке влияния подсолнечникового жмыха в тестируемых концентрациях 30 % и 50 % от структуру основного рациона, на показатели балансового соотношения белка и жира в молоке крупного рогатого скота, в условиях эксперимента аторами установлено, что использование обоих тестируемых концентраций оказывают выраженное положительное влияние на липидный профиль молока характеризующийся увеличением уровня жирных кислот (вакценовая, олеиновая), а также общих ненасыщенных жирных кислот, на фоне снижения концентрации атерогенных жирных кислот (Amores G., 2014). Снижение дозировки подсолнечного жмыха до 20 % от основного рациона в рационе маточного поголовья крупного рогатого скота не оказывает влияния на показатели содержания жира, общего количества сухих веществ и лактозы в молоке (Lima MVG., 2021).

В проводимых ранее исследованиях Lima A.G.V.O. с соавторами направленных на показатели продуктивности ягнят на фоне введения в основной рацион 10 %, 20 % и 30 % подсолнечного жмыха от общего рациона, авторами установлено, отсутствие влияния как на органолептические (вкус и аромат), так и на химические (зольный остаток и содержание белка) характеристики мяса, независимо от тестируемых в эксперименте концентраций жмыха, при этом установлено достоверно значимое увеличение показателей среднесуточного прироста (Lima AGVO., 2018; Baleseng L., 2023).

Исследования сопряженные с анализом влияния подсолнечного жмыха на показатели среднесуточного прироста и коэффициент конверсии корма, проводимые Palmieri A. D. с соавторами было установлено балансовое соотношение между уровнем включения в рацион жмыха и привесом, так на включение в рацион 1 % жмыха суточный прирост коз увеличивался на 0,002 кг, а конверсия корма увеличилась с 5,36 до 7,58 г сухого вещества на кг прироста веса (Palmieri AD., 2012). Анализ химических и органолептических показателей мяса коз при исследовании мышцы *Longissimus lumborum*

исследуемых свидетельствует, то использование подсолнечный жмых не оказывает влияние на pH, запах и вкус, в то время как показатели внешнего вида, сочности и нежности мышечного волокна варьирует в зависимости от количества вводимого в рацион подсолнечного жмыха с максимальными показателями нежности мяса при увеличении дозы жмыха до 24 %/кг корма животных (Oliveira RL., 2015).

1.2.2. Влияние конопляного жмыха

Практический потенциал применения конопляного жмыха, получаемого в процессе производства конопляного масла, в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы, характеризуется высоким уровнем содержания в нем белков, жиров, углеводов, макро- и микроэлементов, а также различных фитохимических веществ. Так в например Semwogerere F. с соавторами экспериментально установлено, что использование конопляного жмыха в рационе коз способствует снижению общих насыщенных жирных кислот и окисление белка, достоверно увеличивало ($p \leq 0,05$) конъюгированные линолевые кислоты, n-3 полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), отдельные длинноцепочечные n-6 ПНЖК и антиоксидантную активность. Проведенный авторами анализ свидетельствует, что использование конопляного жмыха до 100 г/кг корма улучшает профиль шевона, стабилизирует белки в процессе хранения, а также стабилизирует показатели полиненасыщенных и летучих жирных кислот (Semwogerere F., 2023a), что в совокупности с улучшением показателей антиоксидантной активности, биологической доступности активных фитохимических веществ и их соединений в крови, печени и мясе, повышает качественные характеристики шевона. Следует отметить, что введение в рацион коз вместо соевого жмыха конопляного, положительно влияет на уровень использования азота организмом животных, а также повышает показатели усвоения питательных веществ, на фоне снижения потребления сырого протеина и поступления азота бактериального

происхождения (Semwogerere F., 2023b). В проводимых ранее исследованиях Semwogerere F. с соавторами направленных на оценку альтернативной замены соевого шрота на конопляный жмых в рационе коз было установлено отсутствие различий показателей потребления корма, среднесуточного прироста и убойной массы тела, в исследуемых группах. Экспериментальные данные позволили авторам сделать вывод, что конопляный жмых потенциально может выступать в качестве замены соевого шрота в рационах коз, не оказывая влияя на производство и качественные характеристики шевона (Semwogerere F., 2022). В работе Šalavardić Ž.K. с соавторами приводятся результаты негативного влияния 12 % включения в основной рацион конопляного жмыха на маточное поголовье коз, в частности авторы указывают, что указанная концентрация ухудшает показатели антиоксидантной активности сыворотки на фоне значительного увеличения мочевины в молоке коз (Šalavardić ŽK., 2021).

В исследованиях, направленных на оценку степени влияния конопляного жмыха в различных концентрациях на организм телят, проводимых Arango S. с соавторами установлено, что жмых оказывает незначительное влияние на поведение телят, в частности концентрации жмыха Т3 и Т6, активировали аппетит к твердой пище у подопытных животных увеличило. При этом у телок на фоне использования концентрации Т3 регистрировалось увеличение подвижности, в то время как у бычков напротив отмечалось снижение активности по мере увеличения концентрации жмыха в рационе. Авторы указывают, что использование конопляного жмыха в рационе телят не оказывает негативного влияния на их поведение (Arango S., 2023). Наряду с этим установлено, что использование конопляного жмыха в рационе телят способствует улучшению показателей роста и параметров туши. Использование конопляного жмыха в рационе телят можно считать безопасным, но оптимальные дозировки требуют дополнительного изучения (Arango S., 2022).

Winders T.M. с соавторами при проведении исследований направленных оценку перспективы использования конопляного жмыха в рационе маточного поголовья крупного рогатого скота установили, что введение жмых в рацион коров снижет показатели среднесуточного прироста и как следствие массу тела. Также установлено линейное увеличение азота и мочевины в сыворотке крови при использовании конопляного жмыха на протяжении всего эксперимента (Winders T.M., 2022). Однако использование жмыха из семян конопли в качестве альтернативы кукурузы или сухой кукурузной барды на фоне снижения общей усвояемости органического вещества, способствует улучшению усвояемости азота, что позволило авторам сделать вывод о перспективности использования конопляного жмыха в качестве кормового компонента для финишного рациона крупного рогатого скота (Winders T.M., 2023).

Smith сообщил, что общая концентрация каннабиноидов в конопляном жмыхе в среднем составляла $11,3 \pm 11,7$ мг кг⁻¹ за период кормления коров с общей концентрацией каннабидиола и тетрагидроканнабинола (КБД/ТГК) $1,3 \pm 0,8$ мг кг⁻¹. При этом каннабиноидные кислоты в печени были почти исчезали к 4-му дню с отмены жмыха, но все еще могли быть измерены (≤ 1 мг г⁻¹) в почках некоторых животных, отобранных на 8-й день с отмены (Smith D.J., 2023). Turner сообщил, что конопляный жмых привел к самой высокой пропорции мышц 22:6n-3 (Turner T.D., 2012). Целью исследования Karlsson L. с соавторами была оценка способности к разложению в рубце и усвояемости в кишечнике сырого протеина и аминокислот в жмыхе конопли, обработанном влажным теплом при разных температурах. Был сделан вывод, что влажная тепловая обработка при 130°C не обеспечивает чрезмерной защиты данных добавок и может использоваться для смещения места переваривания сырого протеина и аминокислот из рубца в тонкий кишечник. Также было выдвинуто предположение, что это может повысить ценность данного жмыха как белковой добавки для жвачных животных (Karlsson L., 2012). В проводимом ранее Karlsson L. с соавторами исследовании

установлена отрицательная корреляционная зависимость между уровнем белка и жира в молоке с концентрацией вводимого в рацион маточного поголовья конопляного жмыха. Авторами установлено, что оптимальная концентрация жмыха в рационе коров составляет 14 % от общего рациона позволяющая максимально увеличить показатели надоя в проводимом исследовании (Karlsson L., 2010).

Добавление жмыха из конопли не оказало влияния на концентрацию сперматозоидов в эякуляте, подвижность сперматозоидов и прогрессивную подвижность у кроликов, сообщает Baláži. На основании результатов не было обнаружено отрицательного влияния кормления жмыхом из конопли на репродуктивность и состояние здоровья кроликов. Рекомендуется использование жмыха из конопли в дозах до 10% в питании и кормлении кроликов (Baláži A., 2024).

В исследовательской работе Presto усвояемость конопляного жмыха была сопоставима с усвояемостью других белковых кормов у свиней. Вследствие чего конопляный жмых также может использоваться в более широких масштабах при составлении органических рационов для свиней (Presto МН., 2021).

1.2.3. Влияние рапсового жмыха

В настоящее рапсовый жмых является одним из эффективных кормовых добавок для жвачных животных и птиц.

В исследовательской работе Bayat кормление рапсовым жмыхом у коров привело к наибольшему удою молока и эффективности корма. также замена рапсового шрота на рапсовый жмых снизила выбросы CH₄ (Bayat AR., 2021).

Gao предполагает, что включение рапсового жмыха может смягчить энтеральную продукцию CH₄ за счет снижения численности архей без отрицательного влияния на продуктивность молока и ферментацию рубца у дойных коров (Gao M., 2023). При этом в другом исследовании того же автора рапсовый жмых увеличил выбросы N₂ O-N в моче, хотя и уменьшил

выделение мочевины вместе с мочой у бычков (Gao J., 2021). Также Gao сообщил, что данная добавка снижает концентрацию $\text{NH}_3\text{-N}$ в рубце и частично влияет на бактериальное сообщество рубца у коров (Gao J., 2020). В исследовательской работе Kalogianni рапсовый жмых благотворно повлиял на суточный и 100-дневный выход жира и на электропроводность молока как улучшенный индикатор состояния здоровья вымени (Kalogianni AI., 2022). При этом Rutkowska сообщил, что рапсовый жмых не оказывал влияния на кислотность молока или на содержание белка (включая казеин) и лактозы (Rutkowska J., 2015). В исследовательской работе Goiri рапсовый жмых повлиял на некоторые микробные таксоны, изменил процесс биогидрогенизации и улучшил профиль жирных кислот без отрицательного воздействия на производство и состав молока у коров (Goiri I., 2021).

В исследовательской работе Smulikowska рацион с рапсовым жмыхом никак не повлиял на потребление корма у птиц (Smulikowska S., 2010). Корасч с соавторами экспериментально установлено, что применение рапсового жмыха в рационе кур обеспечивает увеличение показателей яйценоскости и увеличит качественные показатели белка (Корасч М., 2021). Gao сообщил, что замена соевого шрота на рапсовый жмых в рационе бройлеров не оказала неблагоприятного воздействия на производительность или использование питательных веществ. Кроме того, профиль жирных кислот грудного мяса был улучшен, а количество метаногенов значительно снизилось (Gao M., 2020). Zhu сообщил, что воздействие рапсового жмыха с более высоким содержанием глюкозинолата (Гл) и эруковой кислоты привело к снижению веса яйца, усвояемости питательных веществ, площади всасывания в кишечнике по сравнению с курами с более низким содержанием данных веществ (Zhu LP., 2019).

В исследовательской работе Drazbo рационы, содержащие 15% рапсового жмыха, оказывали положительное влияние на антиоксидантный статус и гистоморфологию кишечника у индеек (Drazbo A., 2018). Включение продуктов из рапса в рацион индейки положительно повлияло на

качество мяса, улучшив профиль жирных кислот и антиоксидантный статус, но также снизило выход грудных мышц сообщил Dražbo (Dražbo A., 2019). В исследовательской работе Dražbo рапсовый жмых оказал благоприятное воздействие, что способствовало поддержанию здоровья кишечника у индеек (Dražbo AA., 2020).

В исследовательской работе Razmaitė было выяснено, что кормление гусей оптимальным можно считать 10% рапсового жмыха (Razmaitė V., 2022).

Исследовательская работа Tang проводилась с целью определения стандартизированной усвояемости сырого протеина и аминокислот в 10 образцах рапсового жмыха, скармливаемого свиньям. В результате было выяснено, что усвояемость (SID) сырого протеина (CP), лизина (Lys), метионина (Met), треонина (Thr) и триптофана (Trp) в рапсовом жмыхе составила 73,34 % (61,49–81,12 %), 63,01 % (41,41–73,10 %), 69,47 % (50,55–88,16 %), 79,61 % (74,41–87,58 %) и 94,43 % (91,34–97,20%) соответственно (Tang H., 2024). В работе Li значения кишечной усвояемости сырого протеина и аминокислот (особенно лизина) были ниже в рапсовом жмыхе высокотемпературного пресса, чем в низкотемпературном прессе или шроте допрессовой экстракции в рационе растущих свиней (Li D., 2002). Также рапсовый жмых в рационе увеличил вес щитовидной железы и снизил концентрацию тироксина (T4) в сыворотке, сообщает Schöne (Schöne F., 2001). В исследовательской работе Wang L увеличение уровня рапсового жмыха с двойным низким содержанием жира в рационе не оказало влияния на среднесуточное потребление корма, среднесуточный прирост и соотношение корма к приросту у свиней (Wang L., 2021).

В исследовательской работе Strychalski было выяснено, что соевый шрот из рациона кроликов можно без потери в качестве успешно заменить с помощью 5 % рапсового жмыха (Strychalski J., 2014).

1.2.4. Влияние соевого жмыха

В исследовательской работе Van Nhiem D. С соавторами установлено, что соевый жмых может быть использован в качестве белковой добавки в рационах мясного скота на откорме, частично или полностью замещая рыбную муку, не снижая качественные показатели продуктивности животных (Van Nhiem D., 2013). Yasuda сообщил, что добавление в рацион соевого жмыха влияет на цвет мяса и внутримышечный состав жирных кислот у молодых бычков (Yasuda K., 2016). Уровень кормления соевым жмыхом в 10% от рациона следует считать разумным уровнем для крупного рогатого скота, сообщил Hosoda (Hosoda K., 2012).

В исследовательской работе Hoffmann два сорта сои подвергались различной термической, гидротермической, давящей и обрабатывающей обработке. Это привело к получению в общей сложности 34 вариантов соевого жмыха, значительно различающихся по различной активности ингибитора трипсина (от 0,25 до 23,6 мг/г), термически деградированному лизину (от 1,40 до 8,60 г/кг) и гидроксиду калия (от 65,5 до 97,6%) соответственно. Отрицательные эффекты различной активности ингибитора трипсина были также видны в вариантах соевого жмыха ниже рекомендуемых пороговых значений. Это подчеркивает необходимость полного исключения активности ингибитора трипсина из рациона бройлеров, насколько это технически возможно (Hoffmann D., 2019).

1.2.5. Влияние арахисового жмыха

В исследовательской работе Dias было выяснено, что арахисовый жмых может полностью заменить соевый шрот в смеси концентратов, поскольку он не изменяет потребление сухого вещества, производство и состав молока у коров, а также способен снизить стоимость кормления (Dias CAS., 2017). Correia сообщил, что арахисовый жмых может заменить до 100% соевого шрота в рационе молодых быков породы Неллоре, поскольку его использование не оказывает выраженного влияния на пищевое поведение (Correia BR., 2015). При этом следует отметить, что введение в

основной рацион быков арахисового жмыха положительно влияет на динамические показатели характеризующееся увеличением не только уровня полиненасыщенных жирных кислот, но и различных нутрицевтически значимых соединений, таких как конъюгированная линолевая кислота, омега 3 и омега 6 жирных кислот (Correia BR., 2016). Однако после ряда исследований он пришел к выводу, что арахисовый жмых нельзя использовать для замены соевого шрота в рационе молодых быков породы Неллоре, так как он приводит к снижению среднесуточный прироста веса у животных (Correia BR., 2016). Oliveira сообщил, что уровень арахисовой муки никак не повлиял на аммиачный азот, pH рубца, мочевины плазмы и концентрации глюкозы. Рекомендуется заменить соевый шрот в концентрате на арахисовый жмых в количестве до 40 % (de Oliveira PA., 2016). В исследовательской работе Tanner коровы породы N'Dama, изначально весившие 129 кг в возрасте около 30 месяцев, получали подкормку из расчета 250, 500 или 1000 г/голову/день арахисового жмыха в течение 3 или 6 месяцев. Были получены весьма существенные улучшения в показателях прироста живой массы и репродуктивной функции (Tanner JC., 1995). Добавление 1000 г муки из корня маниоки вместе с 700 г арахисового жмыха улучшает прирост живой массы растущего скота породы лайсинд, сообщил Trung (Trung NT., 2014).

В исследовательской работе Silva было выяснено, что арахисовый жмых не является полной, равноценной заменой соевой муки в корме для коз. Однако арахисовый жмых может считаться возможным альтернативным кормом, способным снизить зависимость производителей коз от традиционных добавок в корме для растущих козлят (Silva TM., 2015). В других исследовательских работах того же этот же автор считает, что по характеристикам туши и мяса арахисовый жмых может полностью заменить соевый шрот в рационе помесных бурских коз (Silva TM., 2015; Silva TM., 2016). Melaku сообщил, что добавление арахисового жмыха в рацион сомалийских коз способствовал увеличению их массы тела (Melaku S., 2008).

В исследовательской работе Bezerra было выяснено, что арахисовый жмых можно добавлять в рацион ягнят. Однако полная замена соевого шрота на арахисовый жмых может изменить состав и профиль жирных кислот мяса (Bezerra LS., 2016). Арахисовый жмых в качестве замены соевого шрота может использоваться в качестве альтернативного источника белка до 100%, поскольку он не влияет на метаболические, белковые и энергетические профили или функции печени и почек растущих овец сообщил de Araujo (de Araujo ML., 2013).

1.2.6. Влияние оливкового жмыха

Субпродукты оливок представляют собой ценную недорогую кормовую добавку для питания животных. В исследовательской работе Russo оценивалось влияние диетических добавок с оливковым жмыхом, очищенным от косточек, как на состав, так и на динамику фекальной бактериальной биоты коров. Экспериментальный рацион содержал, наряду с компонентами контрольного, 8% оливкового жмыха без косточек. Результаты показали, что *Bacteroidota* и *Firmicutes* были идентифицированы как доминирующие типы, составляющие более 90% общей популяции бактерий. Тип *Desulfobacterota*, способный восстанавливать соединения серы, был обнаружен только в пробах фекалий коров, переведенных на экспериментальный рацион, тогда как тип *Elusimicrobia*, общий эндосимбионт или эктосимбионт различных жгутиковых протистов, был обнаружен только у коров, находящихся на контрольном рационе. Кроме того, в экспериментальной группе в основном были обнаружены семейства *Oscillospiraceae* и *Ruminococcaceae*, тогда как в образцах фекалий контрольных коров было обнаружено присутствие семейств *Rikenellaceae* и *Bacteroidaceae*, обычно связанных с рационом с высоким содержанием грубых кормов или низким содержанием концентратов. (Russo N., 2023). В исследовательской работе Chiofalo было оценено влияние диетической добавки частично очищенного от косточек оливкового жмыха на производительность, характеристики туши и качество мяса быков

интенсивной откорма. Испытание проводилось в течение 150 дней; все быки индивидуально взвешивались в начале, середине и конце испытания для расчета индивидуального среднего суточного прироста. Включения оливкового жмыха (7,5% и 15,0%) увеличили массу тела, среднесуточный прирост веса и содержание внутримышечного жира и повлияли. 15,0% включения увеличили содержание ненасыщенных жирных кислот (Chiofalo V., 2020). включение оливкового жмыха на уровне до 15% в рационы для растущего мясного скота не оказало неблагоприятного воздействия на щитовидную железу и кортикальный статус телят, сообщил Fazio (Fazio E., 2023). В целом, краткосрочная замена корма на засилосованный оливковый жмых улучшила липидный профиль молока, что благоприятно для здоровья человека, без отрицательного влияния на надой или состав молока дойных коров сообщил Neofytou (Neofytou MC., 2021).

В исследовательской работе Ferrer было выяснено, что оливковый жмых можно включать в сбалансированные рационы свиней в дозах до 120 г/кг без отрицательного влияния на производительность, качество туши и микрофлору кишечника, одновременно улучшая концентрацию мононенасыщенных жирных кислот в подкожном жире (Ferrer P., 2020). Sarraga сообщил, что добавление силосованного оливкового жмыха в количестве до 40% в рацион откормочных свиней может представлять собой полезную стратегию в средиземноморских регионах для естественного улучшения пищевой ценности мяса и повышения ценности побочного продукта оливковой промышленности, снижения его воздействия на окружающую среду и содействия эксплуатации этого местного кормового ресурса в соответствии с принципами круговой экономики (Sarraga P., 2023). Результаты работы Liotta также показывают, что оливковый жмых не оказывает отрицательного влияния на производительность свиней (Liotta L., 2019).

В исследовательской работе Symeonu установлено, что включение в рацион маточного поголовья овец оливкового жмыха способствует

увеличению в молоке до 20 % концентрации ненасыщенных, до 23 % и до 11 % моновенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, а также до 61 % руменово́й кислоты (CLA цис-9, транс-11). Кроме того, результаты экспериментальных исследований свидетельствуют, что использование оливкового жмыха способствует улучшению качественного состава липидов в молоке и и получаемого из него сыра халуми (Symeou S., 2021). В целом, оливковый жмых можно также использовать в рационе коз в качестве замены грубых кормов, по крайней мере, при содержании 20% СВ, поскольку это может увеличить процентное содержание белка и жира в молоке и обогатить его состав полезными для здоровья человека липидами, не оказывая отрицательного влияния на показатели молочной продуктивности сообщил Neofytou (Neofytou MC., 2023). Результаты работы Potortì показали, что сыры от коз, принимавших оливковый жмых, показали более высокие значения основных элементов. Селен (Se) оказался наиболее интересным: в сырах содержание Se находилось в диапазоне от 0,112 до 0,281 мг/кг, что примерно в два раза превышает содержание Se в сырах из контрольной группы. Среди токсичных элементов в образцах был обнаружен только Cd, но на низких уровнях (в среднем ниже 0,11 мг/кг). Поэтому использование оливкового жмыха в кормах для животных является хорошей стратегией для улучшения минерального профиля полученного продукта (Potortì AG., 2024).

Исследование Saleh было сосредоточено исключительно на оценке эффектов замены кукурузы на оливковый жмых в рационе бройлеров на их показатели роста. Таким образом, он пришел к выводу, что замена кукурузы на оливковый жмых, особенно на уровне 10%, более эффективна, чем другие уровни замены, в улучшении показателей роста, липидного профиля плазмы и содержания жирных кислот в мышцах, а также в снижении абдоминального жира у бройлеров (Saleh A., 2021). Комбинированное использование оливкового жмыха с пробиотическим штаммом *Bacillus licheniformis* положительно влияет уровень усвояемости питательных веществ и

антиоксидантные реакции, с опосредованным увеличением показателей роста цыплят бройлеров (Saleh AA., 2020).

В исследовательской работе Elbaz изучалось влияние включения в рацион оливкового жмыха в комбинации с *Saccharomyces cerevisiae* и лимонной кислотой или без них на рост, пищеварительную функцию, активность щитовидной железы, антиоксидантный статус, иммунитет и структуру кишечника растущих кроликов. Рацион оливкового жмыха вместе с *Saccharomyces cerevisiae* или лимонной кислоты улучшил показатели роста, усвояемость питательных веществ, активность щитовидной железы, антиоксидантный статус и здоровье кишечника растущих кроликов (Elbaz AM., 2023).

1.2.7. Влияние льняного и тыквенного жмыха

В исследовательской работе Tafa овцам, которым в рацион добавляли льняной жмых имели лучшие показатели ежедневного прироста массы тела, чем у тех, которым давали только пшеничные отруби (Tafa A., 2019). Mele сообщил, что наибольшее содержание нейтральных липидов c9, t11-18:2- было обнаружено во внутримышечном жире ягнят, получавших льняной жмых (Mele M., 2013).

Целью исследовательской работы Nudda было определение влияния добавления экструдированного льняного жмыха к сухому рациону коз на концентрацию конъюгированной линолевой кислоты (CLA) и вакценовой кислоты (VA) в молочном жире. В результате добавка экструдированного льняного жмыха для лактирующих коз повысила пищевой профиль липидов молока (Nudda A., 2006). Alemu также сообщил, что включение в рацион льняного жмыха имел хорошие показатели ежедневного прироста веса и параметров туши у растущих коз породы Сидама (Alemu W., 2010).

В исследованиях, проводимых Klir Z. с соавторами по замене соевого шрота тыквенным жмыхом в рационе молочных коз установлено отсутствие

влияния на уровень надоев и жирнокислотный профиль молока (Klir Z., 2017). Что в свою очередь нашло подтверждение в научном исследовании Li Y. с соавторами в эксперименте по использованию тыквенного жмыха в качестве альтернативной замены соевого шрота в рационе маточного поголовья крупного рогатого скота. В частности, авторами установлено отсутствие отрицательного влияния на продуктивность молока, ферментацию рубца или усвояемость питательных веществ. При этом данное изменение рациона улучшает антиоксидантные функции и параметры крови у молочных коров. (Li Y., 2021). В исследовательской работе того же автора при добавлении тыквенного жмыха наблюдалось увеличение численности *Firmicutes* и *Tenericutes* линейно увеличивалось, при этом численность *Bacteroidetes* уменьшалось. Результаты исследований свидетельствуют о том, что тыквенный жмых может быть потенциально использован в качестве источника корма для молочных коров (Li Y., 2023).

1.2.8. Влияние жмыха рыжика

В исследовательской работе Smit было выяснено, что скармливание рыжикового жмыха свиньям в количестве до 18% на дорастивании и 15% на откорме, развитии и финишной стадии не приводило к клиническим признакам токсичности и обогащало жировые депо туши -3 жирными кислотами у свиней (Smit MN., 2017). Woyengo сообщил, что жмых рыжика приводил к улучшению усвояемости питательных веществ у свиней (Woyengo TA., 2018). Кормление с использованием жмыха рыжика повысило устойчивость микробиома кишечника у поросят, сообщил Luise (Luise D., 2024). В рационе свиней рекомендуется до 30 % жмыха рыжика, сообщил Kim (Kim JW., 2017). В исследовательской работе Hilbrands было выяснено, что свиньи, питавшиеся рационами с добавлением кукурузно-соевого шрота и жмыха рыжика, не отличались, в связи с чем жмых рыжика может безболезненно заменить данный вид корма (Hilbrands. 2021). Также Schöne

сообщил, что рапс и его побочные продукты могут использоваться в рационах растущих свиней (Schöne F., 1997)

В исследовательской работе Juodka добавление в корм перепелов жмыха рыжика привело к получению здорового мяса с повышенным содержанием n-3 ПНЖК (Juodka R., 2023). Жмых рыжика может быть включен в рацион птицы в качестве источника энергии и аминокислот бройлеров сообщил Woyengo (Woyengo TA., 2016). Увеличение доли жмыха рыжика в рационе питания привело к линейному увеличению доли длинноцепочечных n-3 ПНЖК, включая докозапентаеновую кислоту (DPA) и докозагексаеновую кислоту (DHA) в тканях печени (109 и 80% соответственно) и мозга (24 и 6% соответственно) у цыплят-бройлеров (Nain S., 2015). В исследовательской работе Cullere включение в рацион 15% жмыха рыжика ухудшило производительность перепелов, поэтому рекомендуется его меньшее содержание в основных кормах для птицы (Cullere M., 2023). Lolli сообщил, что добавление рыжикового жмыха в количестве до 20%, вероятно, защищает яичную скорлупу старых кур (Lolli S., 2020). В исследовательской работе Orczewska-Dudek было выяснено, что добавление жмыха рыжика вызывает благоприятное изменение профиля жирных кислот липидов мяса без какого-либо отрицательного влияния на показатели роста цыплят (Orczewska-Dudek S., 2019). Oryschak сообщил, что по результатам работы включение в рацион цыплят до 20 % жмыха рыжика является благоприятным для птиц (Oryschak MA., 2020).

В исследовательской работе Kokošková было выяснено, что жмых рыжика может считаться хорошим источником белка для кроликов (Kokošková T., 2014).

В экспериментальных исследованиях проводимых Cais-Sokolińska установлено, введение в рацион коз рыжикового жмыха способствует, значительному увеличению биологически активные компоненты (полиненасыщенные жирные кислоты, в том числе КЛК, n-3 и моноеновые трансжирные кислоты) в молоке и кефире. Кефир из молока опытных коз по

качеству не отличался от кефира, приготовленного из молока контрольной группы (Cais-Sokolińska D., 2015). В исследовательской работе Szumacher-Strabel было выяснено, что молоко от овец, которым добавляли жмых рыжика, характеризовалось повышенным содержанием полезных питательных факторов, включая моно- и n-3 полиненасыщенные жирные кислоты (Szumacher-Strabel M., 2011).

1.3. Использование конопляного, подсолнечного и льняного жмыха в птицеводстве

1.3.1 Влияние подсолнечного жмыха

Подсолнечный белковый жмых, представляет собой относительно конкурентоспособный белковый компонент рационов животных с высокими показателями производительности животных, экономической составляющей, а также охраны окружающей среды. На долю белков в структуре подсолнечного жмыха приходится от 40 % до 50 % белков с функциональными свойствами, необходимыми для производства продуктов питания, подчеркивая в основном эмульгирующие свойства, с интересным потенциалом для улучшения использования подсолнечных белков в качестве заменителя Е. Также данный продукт хорошо зарекомендовал себя как кормовая добавка в птицеводстве (Giarola RC., 2021).

Целью исследования de Oliveira Costa МК была оценка эффектов включения подсолнечного жмыха и сырого протеина в рационе кур-несушек. Всего 320 кур-несушек в возрасте 39 недель были распределены по полностью рандомизированному плану в факторной схеме 4×2 с 5 повторениями по 8 птиц. Изучаемыми факторами были 4 уровня включения подсолнечного жмыха и 2 уровня сырого глицерина. Включение 210 г/кг подсолнечного жмыха снизило массу яиц и ухудшило конверсию корма, а после уровня 70 г/кг наблюдалось снижение окраски желтка и удельной

плотности яиц. При включении подсолнечного жмыха в рацион птиц также наблюдалось увеличение фенольных соединений, антиоксидантной активности в яйцах и снижение липидного окисления желтков свежих и хранившихся яиц. По результатам работы было выяснено, что в рацион кур-несушек можно включать до 140 г/кг подсолнечного жмыха, с сырым глицерином или без него, без ухудшения производительности и качества яиц, получая более высокую антиоксидантную способность яиц и более низкое окисление липидов в желтках свежих и хранящихся яиц (de Oliveira Costa МК., 2023).

В исследовании Berwanger в общей сложности 850 птиц (бройлеры в возрасте от 22 до 42 дней) были распределены по факторной схеме 2×5 (с ферментным комплексом и без него) и пяти уровням включения (0%, 5%, 10%, 15%, 20%) подсолнечного жмыха. Было 5 повторений и 17 птиц в каждой экспериментальной единице. Потребление корма, прирост веса, конечный вес и соотношение корм: прирост линейно ухудшались по мере увеличения количества подсолнечного жмыха. Для прироста веса, конечного веса и соотношения корм: прирост птицы, в рационе которых содержалось 15% и 20% подсолнечного жмыха, показали худшие значения, чем птицы, получавшие контрольный рацион. При этом по мере увеличения количества включенного подсолнечного жмыха глубина ворсинок и соотношение ворсинки: крипты в двенадцатиперстной кишке, тощей кишке и подвздошной кишке линейно уменьшались, а глубина крипт линейно увеличивалась. Выход туши линейно уменьшался по мере увеличения количества подсолнечного жмыха (Berwanger E., 2016).

В исследовательской работе Cordeiro изучали влияние добавления подсолнечного жмыха в рацион мясных перепелов на метаболизм питательных веществ, производительность, характеристики туши и параметры костей. В общей сложности 432 мясных перепела (в возрасте от 7 до 42 дней) были распределены по шести группам лечения в полностью рандомизированном дизайне с 6 повторениями по 12 птиц в каждой.

Увеличение концентрации подсолнечного жмыха с 10% до 20% в структуре основного рациона обеспечивает снижение коэффициентов метаболизма сухого вещества и валовой энергии, на фоне увеличения относительной массы мышечного желудка (Cordeiro CN., 2022).

В исследовательской работе Kalmendal включение подсолнечного жмыха с высоким содержанием клетчатки привело к значительному увеличению усвояемости жира и белка в подвздошной кишке и значительному снижению усвояемости сухого вещества, золы и энергии в подвздошной кишке. Прибавка в весе увеличивалась также увеличивалась. На конверсию корма отрицательно влиял 30% подсолнечного жмыха, но не 20%. Подсолнечных жмых также снизил количества колоний *Clostridium sp.* в тонкой кишке. При этом включение подсолнечного жмыха привело к значительному линейному снижению высоты ворсинок, толщины мышечной оболочки и кольцевых и продольных слоев мышечной оболочки в тощей кишке. Глубина крипт и толщина подслизистого слоя не изменялись (Kalmendal R., 2011).

В исследовательской работе Kalmendal кормление 260 г/кг подсолнечного жмыха отрицательно влияло на гигиену у кур-несушек (Kalmendal R., 2021). При этом в работе Aregheore практически не было различий в параметрах у кур, получавших рационы с соевым шрот и подсолнечным жмыхом (Aregheore EM., 1998).

1.3.2. Влияние конопляного жмыха

В исследовательской работе Tufarelli изучалось влияние конопляного жмыха в рационе у кур. Независимо от уровня включения конопляного жмыха, не было обнаружено различий между группами по показателям производительности и качества мяса. Профиль жирных кислот бедра и груди был значительно улучшен в обеих группах, с увеличением длинноцепочечных жирных кислот серии n-3 и уменьшением соотношения n-6/n-3. Рационы с конопляным жмыхом снизили концентрацию MDA и гидроперекисей липидов в мясе грудки. Гистоморфометрический анализ

выявил значительное увеличение высоты ворсинок, площади поверхности и соотношения ворсинки/крипты. В результате было выяснено, что добавление в рацион конопляного жмыха не повлияло на производительность, характеристики туши и качество мяса, в то же время оно положительно повлияло на липидный профиль мяса и улучшило окислительный статус и здоровье кишечника (Tufarelli V., 2023).

В исследовательской работе Hassan исследовались эффекты добавления 5 и 15 % жмыха семян *Cannabis sativa* в рационе бройлеров. В результате работы было выяснено, что большая дозировка конопляного жмыха в рационе оказывало пагубное воздействие на развитие бройлеров (Hassan FU., 2023).

В исследованиях, проводимых He Q. с соавторами проводимых на цыплятах в рационе которых использовалось 20 % конопляного жмыха от основного рациона было установлено наличие положительной динамики показателей эффективности конверсии корма, среднесуточного потребления корма и прироста. Наряду с этим к положительным динамическим показателям можно отнести улучшение качественных характеристик мяса, таких как цвет, водоудерживающая способность, уровень внутримышечного жира с высокой долей n-3 полиненасыщенных жирных кислот. Также в данной группе наблюдалось положительное влияние жмыха на работу иммунных органов. Кроме того, уровень липидов в крови цыплят был снижен за счет улучшения липидного обмена (He Q., 2024).

В исследовательской работе Razmaitè самая высокая и самая низкая доля общих насыщенных (НЖК) и мононенасыщенных (МНЖК) жирных кислот, соответственно, были обнаружены в липидах желтка перепелов, получавших смесь с добавлением жмыха конопли (Razmaitè V., 2022).

1.3.3. Влияние льняного жмыха

Льняной жмых получают в процессе извлечения масла из семени льна и несмотря на то, что жмых является побочным продуктом (отходами) он содержит большое количество различных биологически активных веществ,

например, n-3 α-линоленовую кислоту в большем количестве. В исследовательской работе Attia изучалось влияние включения льняного жмыха в рацион кур на яйценоскость, качество яиц, а также сывороточные и яичные микроэлементы (Se, Zn и Fe). Куры были распределены по трем равным экспериментальным группам и получали рационы, включающие 0%, 5% или 10% льняного жмыха с 48-го по 58-й неделю возраста. Результаты прояснили, что до 10% льняного жмыха в рационе кур-несушек не оказывало отрицательного влияния на яйценоскость, массу яиц и использование корма. Было обнаружено, что льняной жмых является ценным источником белка, энергии, макро- (Ca и P), микро- (Se, Zn и Fe) элементов и незаменимых аминокислот, причем содержание аргинина было самым высоким. Включение 5% или 10% льняного жмыха в рацион не оказало значительного влияния на общий белок сыворотки и функцию почек, мочевой кислоты. Различные уровни льняного жмыха не повлияли на химический состав яиц и состав микроэлементов в сыворотке и яйцах. Был сделан вывод, что льняной жмых является ценным кормом, который может стать хорошим источником энергии, белка, аминокислот, макро- и микроэлементов для питания кур (Attia YA., 2024).

В исследовательской работе Zhai добавление льняного жмыха снизило относительный вес левой грудки, при этом увеличило относительный вес мускулатуры (Zhai SS., 2019).

2. Материалы и методы исследований

Реализация проводимых экспериментальных исследований осуществлялась на базе Центра коллективного пользования биологических систем и агротехнологий РАН (ЦКП БСТ РАН) (<https://ckp-rf.ru/ckp/77384/>) и отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. профессора С.Г. Леушина ФГБНУ «Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (ФНЦ БСТ РАН) в период с 08.2022 г по 12.2024 г. Апробация результатов полученных результатов исследования выполнялась на базе производственных условий бройлерного цеха ПФ Оренбургская.

Экспериментальные исследования осуществлялись в два этапа. Основанием проведения первого этапа являлась комплексная оценка степени влияния и обосновании эффективности применения различных дозировок конопляного и льняного жмыхов на организм цыплят-бройлеров. (табл.1).

Таблица 1 – Схема кормления цыплят-бройлеров в первом эксперименте

Группа	Количество голов	Основной рацион	Добавка
Контрольная	n=30 (150)	ОР 100%	-
I опытная		ОР 95%	Конопляный жмых 5%
II опытная		ОР 90%	Конопляный жмых 10%
III опытная		ОР 95%	Льняной жмых 5%
IV опытная		ОР 90%	Льняной жмых 10%

Второй этап экспериментальных исследований был направлен на использование выбранных дозировок жмыхов (положительный контроль), и проведение сравнительного анализа их использования в комбинации с ферментированным пробиотиком (Целлобактерин-Т – производитель ООО Биотроф, рекомендованная производителем доза – 500 г/т корма). На заключительном этапе был проведен научно-хозяйственный опыт (табл. 2).

Таблица 2 – Схема кормления цыплят-бройлеров во втором эксперименте

1-я серия эксперимента			
Группа	Количество голов	Рацион	целлобактерин Т в дозировке 1 г/кг корма
Контроль	n=35	ОР 100%	-
I опытная		ОР 100%	+
II опытная		ОР 90%+ конопляный жмых10%	+
III опытная		ОР 90%+ льняной жмых10%	+

Сорта культурных растений, из которых произведены отходы (жмыхи):

Используемый в эксперименте жмых является побочным продуктом семян конопли сорта «Родник». Данная культура включена в Госреестр по Российской Федерации для зон возделывания культуры, допущенных в 2019 году. Производителем сорта конопли «Родник» является: ЗАО АГРОФИРМА 'ЮЖНАЯ' Курская обл., пос. Коренёво. Средняя урожайность стеблей 110,9 ц/га, семян 9,4 ц/га. Содержание жира в семенах 31,0%. Вегетационный период до технической спелости 90 дней, до созревания семян - 111 дней.

Лён масличный, сорт МИКС. Масличный сорт занесен в госреестр и допущен к применению в Северокавказском, Центрально-Чернозёмном, Нижневолжском округах. Сорт выведен в ООО «Становское» методом селекционного отбора. Время созревания льна сорта «Микс» составляет от 95 до 100 дней. Семена содержат от 42,7 до 44 процентов жира. Сорт может достигать максимального уровня урожайности до 2,8-3 тонн с гектара

В период реализации проводимых исследований группы экспериментальных цыплят-бройлеров содержались по принципу групп аналогов с использованием идентичных компонентов основного рациона. Формирования основного рациона (ОР) интактной и опытной птицы осуществляли в соответствии с рекомендациям ВНИТИП 2018. Кормление цыплят-бройлеров осуществляли один раз в сутки, с ежесуточным учетом поедаемости корма. Поение цыплят было организовано без ограничения.

Рационы в опытных группах готовились самостоятельно, согласно нормам ВНИТИП, с учетом химического состава, с последующей частичной заменой соевого шрота на испытуемый жмых (табл. 3, 4).

Таблица 3 – Компоненты и питательные вещества стартового рациона

Показатель	старт (7–28 дн.)				
	контроль	1 КЖ-5%	2 КЖ-10%	3 ЛЖ-5%	4 ЛЖ-10%
Состав компонентов (%)					
пшеница	26,87	22,87	18,87	25,87	23,87
ячмень	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
подсолнечный жмых	15	20	25	17	20
соевый шрот	25	20	15	20	15
подсолнечное масло	5	4	3	4	3
кукуруза	21,1	21,1	21,1	21,1	21,1
известняк	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Вит-мин. премикс ^а	1	1	1	1	1
соль	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
конопляный жмых	-	5	10	-	-
льняной жмых	-	-	-	5	10
дикальций фосфат	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
мел кормовой	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
DL-метионин	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
L-лизин	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Энергетическая ценность (ккал/100 г)	298,0	298,0	298,0	298,0	298,0
сырой протеин	23,42	23,68	23,93	23,45	23,72
жир	7,9	7,8	7,7	7,7	7,43
клетчатка	6,0	7,8	9,6	6,3	6,64
кальций	0,95	0,98	0,94	0,98	0,94
фосфор	0,54	0,55	0,58	0,57	0,54

^а Рекомендуемое количество на килограмм рациона: витамин А: 7000 МЕ; витамин D3: 800,0 МЕ; витамин Е: 9 МЕ; витамин К3: 1,1 мг; тиамин: 0,7 мг; рибофлавин: 3,0 мг; витамин В6: 1 мг; витамин В12: 0,01 мг; витамин С: 50 мг; Mn: 23 мг; Fe: 17 мг; Zn: 11 мг; Cu: 2,5 мг; I: 0,4 мг; Se: 0,2 мг

Экспериментальные исследования проводили на базе ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (<https://цкп-бст.рф>) на 245 головах семидневных цыплят-бройлерах кросса РОСС308, разделенных методом пар-аналогов на 7 группы по 35 голов в каждой.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования выполняли в соответствии с «Позицией по этике использования животных (The Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press, Washington, D.C., 1996)). При проведении исследований были предприняты

усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшить количество используемых образцов.

Таблица 4 – Компоненты и питательные вещества ростовых рационов

Показатель	финиш (29–42 дн.)				
	контроль	1 КЖ-5%	2 КЖ-10%	3 ЛЖ-5%	4 ЛЖ-10%
Состав компонентов (%)					
пшеница	34,17	32,67	28,67	32,67	33,67
ячмень	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
подсолнечный жмых	12,5	15	20	15	15
соевый шрот	20	15	10	15	10
подсолнечное масло	5	4	3	4	3
кукуруза	21,1	21,1	21,1	21,1	21,1
известняк	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Вит-мин. премикс ^a	1	1	1	1	1
соль	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
конопляный жмых	-	5	10	-	-
льняной жмых	-	-	-	5	10
дикальций фосфат	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
мел кормовой	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
DL-метионин	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
L-лизин	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Энергетическая ценность (ккал/100 г)	302,0	305,0	310,0	307,0	309,0
сырой протеин	20,9	20,53	20,8	21,0	20,6
жир	7,9	7,6	7,5	7,6	7,2
клетчатка	5,4	6,9	8,7	5,7	5,7
кальций	1,01	1,0	1,02	1,03	1,04
фосфор	0,48	0,49	0,50	0,48	0,49

^a Рекомендуемое количество на килограмм рациона: витамин А: 7000 МЕ; витамин D3: 800,0 МЕ; витамин Е: 9 МЕ; витамин К3: 1,1 мг; тиамин: 0,7 мг; рибофлавин: 3,0 мг; витамин В6: 1 мг; витамин В12: 0,01 мг; витамин С: 50 мг; Мп: 23 мг; Fe: 17 мг; Zn: 11 мг; Cu: 2,5 мг; I: 0,4 мг; Se: 0,2 мг

Контроль массы тела проводили еженедельно путем индивидуального взвешивания на электронных весах МТ 6 МГДА «Базар» («Мидл», Москва) утром перед кормлением (± 1 г) в течение учетного периода (35 дней). Переваримость питательных веществ изучали в ходе балансовых опытов. Степень усвоения питательных веществ определяли с использованием статистических методов путем установления различий между их количеством в кормах и содержанием в помете. Химический состав помета и кормов определялся стандартными методами по ГОСТ 31640-2012, ГОСТ 32044.1.2012, ГОСТ 13496.15-2016.

Отбор образцов крови осуществляли из подкрыльцовой вены, утром перед убоем. Анализ гематологических показателей проводили в независимом аккредитованном испытательном центре ФНЦ БСТ РАН на ветеринарном автоматическом гематологическом анализаторе DF50 Vet («Dymind», Китай), автоматическом биохимическом анализаторе DIRUI CS-T240 («DiruiIndustrialCo. Ltd», Китай) с использованием коммерческих биохимических наборов для ветеринарии ДиаВетТест (Россия). Исследование сыворотки проводили не позднее 2-х ч после взятия. Активность супероксиддисмутазы, каталазы и малонового диальдегида в плазме крови определяли спектрофотометрическим методом на Stat flax 1904 Plus («Awareness Technology», США).

Анализ химического состава мяса и мясопродуктов проводили по ГОСТ 51479-99, ГОСТ 23042-86, ГОСТ 25011-81, ГОСТ Р 53642-2009. Для определения элементного состава (кормов, мяса цыплят-бройлеров, субстратов) использовали метод масс-спектрометрии с индуктивной связанной плазмой Agilent 7900 с системой ВЭЖХ 1260 Infinity II BIO-Inert (Agilent Technologies, США)

Микробиологические исследования проводились с использованием селективных (лакто-агар, энтерококк-агар и висмутсульфит-агар) и накопительных (ГРМ-агар) сред. В качестве материала исследования в работе использовали содержимое тонкого и толстого отделов кишечника, полученные в процессе убоя экспериментальной птицы; для сохранения стерильности материала на кишечник накладывали лигатуры с двух сторон с последующим иссечением.

Содержимое кишечника извлекали в подготовленные стерильные пробирки с соблюдением правил асептики. Навеску внутреннего содержимого (1 г) разводили в 10 мл стерильной дистиллированной воды и тщательно пипетировали, с последующим переносом 1 мл суспензии в 10 мл дистиллята; всего осуществлялось 6 последовательных переносов. На стерильные питательные среды вносили по 100 мкл суспензии из разведения

106 с последующим инкубированием в термостате при температуре 37 °С в течение 24 часов. Для получения достоверно значимых результатов эксперимент проводился в пяти повторностях.

Результаты, полученные в исследованиях, обрабатывали с использованием программного комплекса «Statistics 12.0» (StatSoft, США), рассчитывали среднюю величину (M), среднеквадратичное отклонение (σ) и ошибку стандартного отклонения (m). Достоверность различий определяли с использованием t -критерия Стьюдента.

3 Результаты собственных исследований

3.1. Эффективность использования нетрадиционных жмыхов в качестве частичной замены соевого шрота в рационах цыплят-бройлеров

3.1.1 Корма и кормление цыплят-бройлеров

В процессе выращивания цыплят-бройлеров применялись полнорационные комбикорма, соответствующие требованиям кросса РОСС 308 («РОСС 308. Руководство по выращиванию бройлерного стада. 2009 год»). В период проведения экспериментальных исследований цыплят-бройлеры находились в аналоговых условиях содержания и кормления. Для формирования основного рациона (ОР) интактной и опытной птицы использовались рекомендации ВНИТИП 2018. Кормление цыплят-бройлеров осуществляли один раз в сутки, с ежесуточным учетом поедаемости корма. Поение цыплят было организовано без ограничения. Рационы в опытных группах готовились самостоятельно, согласно нормам ВНИТИП, с учетом химического состава, с последующей частичной заменой соевого шрота на испытуемый жмых.

3.1.2. Рост и развитие цыплят-бройлеров

Одним из ключевых показателей промышленного птицеводства является прирост живой массы с учетом расхода корма на прирост 1 кг живой массы. Эти показатели показывают на сколько эффективен используемый корм при вынашивании цыплят-бройлеров.

Анализируя результаты экспериментальных данных представленных в табл. 5, установлено, что на второй неделе эксперимента показатели живой

массы тела в I опытной группе достоверно значимо увеличиваются по отношению к интактным значениям на 9,90% ($p \leq 0,05$), во II опытной группе регистрируется аналогичная картина с увеличением анализируемого показателя на 6,52 %. На 21 день экспериментальных исследований регистрируется сохранение положительной динамики набора массы тела по отношению к контрольным показателям на 5,75 % и на 3,05 %, в I и II группах, соответственно.

Таблица 5 - Живая масса цыплят-бройлеров, г ($M \pm m$)

Значения	Исследуемые группы				
	Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
7	228,44±4,33	228,56±4,32	228,56±4,36	228,56±4,03	228,56±4,25
14	546,67±16,25	600,78±11,69*	582,33±15,06	591,78±10,33*	580,33±16,91
21	995,44±31,76	1052,67±24,87	1025,78±20,27	1025±25,16	988,78±36,61
28	1536,11±47,64	1589,78±37,27	1540,33±29,25	1538,89±52,69	1496,56±66,6
35	2151,17±87,8	2210,4±56,18	2110,67±36,68	2131±48,79	2140,5±99,38
42	2979,83±103,87	2954,2±110,73	2883,67±73,64	2773,6±48,81	2796,83±97,41
Абсолютный прирост	2751,39±103,87	2725,64±96,49	2655,11±73,64	2545,04±48,81	2568,27±97,41
Среднесуточный прирост	78,61±2,97	77,88±2,76	75,86±2,1	72,93±1,78	73,38±2,78
Общая поедаемость	5447,75	4891,29	4858,85	4733,77	4776,98
Расход корма на 1 кг живой массы	1,98	1,79	1,83	1,86	1,86
ЕИП	412,79	457,39	441,22	417,53	421,03

$p \leq 0,05(*)$ *-достоверность относительно контрольной группы

К 28 дню наблюдений тенденция к увеличению набора массы в опытных группа сохраняется, в превышении показателей интактной группы на 3,49 и 0,27%. На 5-й недели проводимых исследований показатели живой массы в I опытной группе были выше контрольных значений на 2,75 %, в то время как во II группе регистрируется отрицательная динамика массы тела характеризующаяся снижением анализируемого показателя на 1,88 % по отношению к интактной группе. На заключительном этапе проводимого исследования в опытных группах получены отрицательные по отношению к

интактной группе показатели набора массы тела характеризующееся различием данного показателя на 0,86 % и 3,50 % в I и II группах, соответственно. Экспериментально установлено, что использование конопляного жмыха в дозе 50 г/кг от основного рациона, оказывает положительное влияние на показатели живой массы с превышением показателей интактной группы на 2,39 % (табл.5).

По абсолютному привесу лучше всех была контрольная группа. Данная группа превосходит обе опытные группы на 3,90 % и на 3,50 %, соответственно. По среднесуточному приросту разница с контролем, на 0,89% и II группа – 3,44%.

При использовании льняного жмыха в составе рациона у цыплят-бройлеров в возрасте 14 дней регистрируется увеличение живой массы тела в опытных группах по отношению к интактной птице на 8,25 % и 6,16 % в третьей и четверной группах соответственно. К 21 дню в III группе регистрируется линейное увеличение массы на 2,97 % по отношению к контролю, в то время как в IV регистрируется снижение анализируемого показателя на 0,67 %. В возрасте 28 дней регистрируется сохранение положительной динамики увеличения массы тела в III опытной группе к интактным показателям на 0,18 %, на фоне регрессии живой массы тела в отношении контроля в IV группе на 2,57 %. В 35-ти дневном возрасте у опытной птицы регистрируется снижение живой массы на 0,94 % и 0,50 % при использовании 5 % и 10 % льняного жмыха в сравнении интактными значениями, с сохранением тенденции негативного влияния к 42-х дневному возрасту с увеличением разрыва между анализируемым показателем контроля и опытными показателями на 6,92 % и 6,14 %, в III и IV группах соответственно. Анализ показателей абсолютного и среднесуточного прироста в III и IV опытных группах свидетельствует о их снижении по отношению к контрольным значениям на 7,50 %, 6,66 % и на 7,23 % и 6,65 %, соответственно. При этом общая поедаемость корма в обоих опытных

группах была ниже на 13,11 % и 12,31 %, что как следствие привело к снижению расхода корма на 1 кг живой массы на 6,06 % и 6,06 %.

3.1.3 Переваримость и поедаемость питательных веществ комбикорма.

Переваримость питательных веществ у цыплят-бройлеров является ключевым фактором, определяющим эффективность использования кормов, на которое влияет состав рациона. Для этого была рассчитана переваримость питательных веществ в группах. Так при использовании стартового рациона наблюдается увеличение уровня усвояемости сухого вещества на фоне применения 5 % конопляного жмыха в структуре основного рациона на 0,69 % в сравнении с интактными значениями, однако увеличение концентрации жмыха до 10 % приводит к снижению анализируемого показателя на 1,5 %. Усвояемость сырого жира в опытных группах было больше в опытных группах по отношению к интактной на 5,16 и 7,25%. Наблюдается увеличение усвояемости сырого протеина в I опытной группе на 1,30%, но снижения в II на 0,59%. Органическое вещество лучше усваивается в I опытной группе на 0,28%, но снижается на 1,86% во II опытной группе. Наблюдается снижения усвояемости сырой клетчатки в опытных группах на 0,80 % и 1,74 %. (табл. 6)

Таблица 6 - Коэффициенты переваримости веществ корма цыплятами-бройлерами (стартовый рацион), % ($M \pm m$)

Группа	Анализируемые показатели				
	Сухое вещество	Органическое вещество	Сырой жир	Сырой протеин	Сырая клетчатка
Контрольная (ОР)	71,06 $\pm$ 1,63	73,09 $\pm$ 1,52	89,25 $\pm$ 0,61	77,24 $\pm$ 1,28	20,28 $\pm$ 1,67
I опытная	71,75 $\pm$ 0,84	73,37 $\pm$ 0,79	94,41 $\pm$ 0,17*	78,54 $\pm$ 0,64	19,48 $\pm$ 0,91
II опытная	69,56 $\pm$ 1,34	71,27 $\pm$ 1,27	96,50 $\pm$ 0,15**	76,65 $\pm$ 1,03	18,54 $\pm$ 1,48
III опытная	69,94 $\pm$ 0,79	71,65 $\pm$ 0,75	94,51 $\pm$ 0,14**	77,91 $\pm$ 0,58	20,25 $\pm$ 0,86
IV опытная	68,11 $\pm$ 1,18	69,89 $\pm$ 1,12	92,11 $\pm$ 0,29*	75,63 $\pm$ 0,91	19,49 $\pm$ 1,28*

$p \leq 0,05$ (*); $p \leq 0,01$ (**); $p \leq 0,001$ (***). *- достоверности относительно контрольной группы

При вскармливании ростового рациона (табл. 6) наблюдается снижение усвояемости сухого вещества в опытных группах на 0,23 и 10,98%. Наблюдается улучшение усвояемости органических веществ в I опытной группе на 1,29 %, в то время как во II группе уровень анализируемого показателя снижался на 10,85 %. Следует отметить достоверно значимое увеличение сырого жира во всех опытных группах в диапазоне от 1,86 % ($p \leq 0,05$) в IV группе до 3,60 % ($p \leq 0,01$) во II группе (табл. 7).

Таблица 7 - Коэффициенты переваримости веществ корма цыплятами-бройлерами (Ростовой рацион), % ($M \pm m$)

Группа	Анализируемые показатели				
	Сухое вещество	Органическое вещество	Сырой жир	Сырой протеин	Сырая клетчатка
Контрольная (ОР)	70,43±1,53	72,96±1,40	87,93±0,63	75,98±1,25	21,63±1,24
I опытная	70,20±1,40	74,25±1,21	91,53±0,40*	76,74±1,09	21,25±1,00
II опытная	59,45±2,28*	62,11±2,13*	89,79±0,57	70,43±1,66*	20,59±1,89*
III опытная	63,22±1,49**	65,76±1,39**	89,93±0,41*	72,02±1,14*	21,33±1,18
IV опытная	62,46±0,99**	63,46±0,96** *	85,48±0,38**	68,90±0,82**	20,83±1,52

СВ-сухое вещество, ОВ-органическое вещество, СЖ-сырой жир, СП-сырой протеин, СК-сырая клетчатка.

$p \leq 0,05$ (*); $p \leq 0,01$ (**); $p \leq 0,001$ (***). *- достоверности относительно контрольной группы

Усвояемость сырого протеина больше была в I опытной группе на 0,76%, но во второй снижена на 5,55%. Отмечено снижения усвояемости сырой клетчатки в опытных группах на 0,38 и 1,4%. При скормливании льняного жмыха в составе рациона у цыплят-бройлеров наблюдается снижения усвояемости сухого вещества в период кормления стартовым рационом на 1,12 и 2,95%. Аналогичная ситуация регистрируется в отношении органического вещества, так в опытных группах уровень варьирования данного показателя достоверно значимо снижается на 1,44 % ($p \leq 0,01$) в III группе и 3,20 % ($p \leq 0,05$) в VI группе. Процент усвояемости сырого жира в опытных группах сохраняет тенденцию к достоверно

значимому увеличению не зависимо от концентрации используемого в рационе льняного жмыха, с превышением показателей контрольной группы на 5,26 % ($p<0,05$) и 2,86 % ($p<0,01$). Из всех опытных групп увеличение уровня усвоения сырого протеина регистрируется, лишь на фоне применения конопляного жмыха в дозировке 5 % от основного рациона с превышением интактных показателей на 0,67 %, в остальных опытных группах анализируемый показатель достоверно снижался до 1,61 % ($p\leq 0,01$) в IV группе. Усвояемость сырой клетчатки в интактной группе превышает опытные значения от 0,03 % до 0,79 %.

При кормление ростовым рационом (льняной жмых) наблюдается снижения усвояемости сухого вещества на 7,21 и 7,97%. Органическое вещество в опытных группах усваивается хуже по сравнению с интактной на 7,2 и 9,5%. Сырой жир лучше усваивается в I опытной группе на 2,00%, но во II снижен на 2,45%. Сырой протеин хуже усваивается в опытных группах на 3,96 и 7,08%. Аналогичная ситуация сложилась и для сырой клетчатки, усвояемость снижена на 0,3 и 0,8%.

3.1.4 Морфологический состав крови цыплят-бройлеров.

Физиологическое состояние птицы на фоне применения жмыхов проводили с использованием морфологического анализа крови, так как его использование позволяет напрямую оценить эффективность кормления, содержания и уровень метаболических процессов, наряду с этим гематологические показатели являются важным индикатором развития патологических изменений.

Анализ морфофизиологических показателей крови экспериментальной птицы свидетельствует о выраженной степени влияния используемых жмыхов на показатели гемопозза. В частности, установлено, что использование в рационе 5 % конопляного жмыха от основного рациона отрицательно влияет на уровень гемоглобина по отношению к интактным

значением, характеризующееся снижением данного показателя в опытной группе на 2,80 %, однако увеличение концентрации жмыха до 10 % достоверно значимо увеличивает гемоглобин птицы на 15,00 % ($p \leq 0,05$). При этом следует отметить наличие линейной зависимости между уровнем гемоглобина и эритроцитов крови (табл. 8). Следует отметить, что применение конопляного жмыха приводит к увеличению уровня лейкоцитов на 3,90 % и 29,80 % ($p \leq 0,05$) в первой и второй опытных группах, однако несмотря на достоверно значимое увеличение анализируемый показатель находился в пределах референтных значений. В I опытной группе регистрируется достоверное увеличение концентрации нейтрофилов на 17,42 %, эозинофилов на 42,94 % ($p \leq 0,05$), базофилов на 23,40 % и тромбоцитов на 33,50 %. Во II опытной группе наблюдается аналогичная картина изменение лейкоцитарного профиля в отношении уровня нейтрофилов и эозинофилов характеризующееся достоверным увеличением данных показателей по отношению к контрольным значениям на 15,58 % ($p \leq 0,05$) и 43,17 % ($p \leq 0,05$), соответственно. Уровень тромбоцитов в данной группе идентичен показателю I опытной группы (табл. 8).

Таблица 8 - Морфологический состав крови цыплят-бройлеров, ($M \pm m$)

Показатели	Группа				
	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
Эритроциты $10^{12}/л$	1,97 $\pm$ 0,06	1,90 $\pm$ 0,04	2,21 $\pm$ 0,02	2,32 $\pm$ 0,14	1,83 $\pm$ 0,15
Гемоглобин, г/л	106,70 $\pm$ 2,19	103,70 $\pm$ 2,60	122,70 $\pm$ 2,91*	122,33 $\pm$ 2,8*	109,33 $\pm$ 6,84
Лейкоциты, $10^9/л$	32,6 $\pm$ 0,43	33,8 $\pm$ 1,29	42,3 $\pm$ 2,31*	37,74 $\pm$ 1,83	36,43 $\pm$ 3,02
Лимфоциты %	66,52 $\pm$ 3,49	56,54 $\pm$ 1,46	57,88 $\pm$ 4,11	45,27 $\pm$ 2,51	66,83 $\pm$ 3,77
Моноциты %	0,55 $\pm$ 0,18	1,31 $\pm$ 0,79	0,87 $\pm$ 0,3	1,13 $\pm$ 0,07	0,12 $\pm$ 0,02
Нейтрофилы %	28,4 $\pm$ 2,43	34,39 $\pm$ 1,87	33,64 $\pm$ 2,6*	42,87 $\pm$ 1	27,23 $\pm$ 2,33
Эозинофилы %	4,16 $\pm$ 0,61	7,29 $\pm$ 0,99*	7,32 $\pm$ 0,69*	11,8 $\pm$ 0,96	5,6 $\pm$ 0,49
Базофилы %	0,36 $\pm$ 0,03	0,47 $\pm$ 0,12*	0,3 $\pm$ 0,07	0,6 $\pm$ 0,12	0,37 $\pm$ 0,07
Тромбоциты $10^9/л$	1,33 $\pm$ 0,33	2,00 $\pm$ 0,52	2,00 $\pm$ 0,58	1,33 $\pm$ 0,33	1,67 $\pm$ 0,67
Гематокрит %	23,2 $\pm$ 0,42	22,8 $\pm$ 0,46	26,5 $\pm$ 0,29*	27,3 $\pm$ 2,35	23,37 $\pm$ 2,11

$p \leq 0,05$ (*); $p \leq 0,01$ (**). *-достоверность относительно контрольной группы

Данные представленные в таблице 8 свидетельствуют о значительном увеличении уровня моноцитов в опытных группах на фоне применения конопляного жмыха с увеличением по отношению к интактным значениям на 58,01 % и 36,78 % при введении в рацион конопляного жмыха в дозах 5 % и 10 % от основного рациона, соответственно. Следует так же отметить достоверно значимое увеличение уровня гематокрита во II опытной группе на 12,45 % ($p \leq 0,05$).

Анализ степени влияния льняного жмыха на организм экспериментальной птицы на основании морфологических показателей крови выявил наличие дозозависимого эффекта между уровнем потребления жмыха и уровнем эритроцитов и гемоглобина характеризующееся обратной зависимостью, так в III опытной группе регистрируется увеличение уровня эритроцитов на 15,09 % и гемоглобина на 12,78 % ($p \leq 0,05$). Увеличение дозы жмыха до 100 % незначительно снижает уровень эритроцитов в крови экспериментальной птицы на фоне увеличения гемоглобина на 2,41 %. Уровень лейкоцитов и показателей лейкоцитарного профиля в экспериментальных группах находился в пределах референтных значений, с максимально близкими по отношению к контролю значениями в IV группе.

3.1.5 Биохимический состав крови цыплят-бройлеров

Оценку прижизненных показателей метаболической активности организм цыплят-бройлеров, на фоне применения различных концентраций конопляного и льняного жмыхов, проводили на основании исследования биохимических показателей сыворотки крови.

Наряду с оценкой метаболических процессов, использование метода биохимического исследования сыворотки крови позволяет провести системную оценку развития патологических состояний в организме экспериментальной птицы. Представленные в таблице 9 данные

свидетельствуют о выраженном влиянии конопляного и льняного жмыхов на жировой обмен, в частности установлено, что в I и II опытных группах отмечается снижение уровня триглицеридов на 22,22 % и 77,78 % ($p \leq 0,01$) и уровня холестерина на 24,61 % ($p \leq 0,01$) и 11,97 %, соответственно. Использование льняного жмыха в концентрации 5 % от основного рациона значительно увеличивает уровень триглицеридов на 30,77 %, на фоне относительного снижения уровня холестерина на 6,21 %. Увеличение концентрации льняного жмыха до 10 % стабилизирует показатель триглицеридов до интактных значений со значительным снижением уровня холестерина на 22,17 %.

Анализ уровня ферментов аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспартатаминотрансферазы (АСТ) в комплексе с определением уровня общего билирубина свидетельствует об отсутствии гепатотоксического действия. Так достоверно значимое увеличение уровня АСТ регистрируется во II и III опытных группах на 29,77 % ($p \leq 0,05$) и 22,50 % ($p \leq 0,05$), соответственно, следует отметить, что увеличение данного показателя в диапазоне от 2-х до 5-ти раз считается умеренным. Уровень АЛТ в I, II и III опытных группах достоверно значимо снизился по отношению к контрольным значениям на 42,18 % ($p \leq 0,01$), 54,92 % ($p \leq 0,01$) и 38,43 % ($p \leq 0,05$), соответственно.

Таблица 9 - Биохимический состав сыворотки крови цыплят-бройлеров, ($M \pm m$)

Показатели	Группа				
	Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
Триглицериды, ммоль/л	0,09 $\pm$ 0,03	0,07 $\pm$ 0,01	0,02 $\pm$ 0,01**	0,13 $\pm$ 0,05*	0,09 $\pm$ 0,03
Холестерин, ммоль/л	4,51 $\pm$ 0,22	3,40 $\pm$ 0,05**	3,97 $\pm$ 0,29	4,23 $\pm$ 0,57	3,51 $\pm$ 0,44
Билирубин общий, мкмоль/л	2,44 $\pm$ 0,45	2,17 $\pm$ 0,10	2,5 $\pm$ 0,17	2,95 $\pm$ 0,15	2,78 $\pm$ 0,11
АСТ, ед/л	434 $\pm$ 29,09	554 $\pm$ 45,26	618 $\pm$ 44,36*	560 $\pm$ 33,89*	385 $\pm$ 22,63
АЛТ, ед/л	14,13 $\pm$ 1,23	8,17 $\pm$ 0,77**	6,37 $\pm$ 0,71**	8,7 $\pm$ 0,58*	10,83 $\pm$ 2,38

$p \leq 0,05$ (*) $p \leq 0,01$ (**) *-достоверность относительно контрольной группы

Анализ данных характеризующих белковый и углеводный обмена (табл.10) свидетельствует о выраженном влиянии использования жмыхов на исследуемые показатели. Установлено, что использование конопляного жмыха в концентрации 10 % от общего рациона линейно увеличивает уровень общего белка и альбуминов на 7,93 % и 10,00 %, соответственно. Аналогичная картина наблюдается на фоне применения льняного жмыха в концентрации 50 г/кг и 100 г/кг от основного рациона с увеличением уровня общего белка и альбуминов на 17,40 % и 22,00 % ($p \leq 0,05$) в III группе и 10,45 % и 7,66 % в IV группе. Сравнительный анализ данных белкового обмена свидетельствует о достоверно значимом увеличении уровня мочевины на 77,44 % ($p \leq 0,01$), 69,39 % ($p \leq 0,01$), 62,50 % ($p \leq 0,05$) и 43,40 % в I, II, III и IV группах соответственно. Также установлено наличие выраженного влияния на уровень мочевой кислоты в опытных группах, так в первой группе данный показатель снижался на 20,88 %, в то время как в остальных группах регистрировалось увеличение на 22,09 % во II группе, 8,26 % III и 32,61 % ($p \leq 0,05$) IV группах, соответственно.

Таблица 10 - Биохимические показатели крови белкового обмена у цыплят-бройлеров

Показатели	Группа				
	Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
Общий белок г/л	39,5±1,32	36,2±2,08	42,9±3,33	47,82±3,46	44,11±3,38
Альбумин, г/л	11,7±0,33	12,0±0,58	13,0±1,00	15,00±1,00*	12,67±0,67
Мочевая кислота, мкмоль/л	58,9±4,48	46,6±6,34	75,6±6,99	64,20±9,42	87,4±37,07*
Креатинин, мкмоль/л	28,9±1,13	29,6±1,52	29,6±2,26	32,77±2,03	31,30±1,72
Мочевина, ммоль/л	0,30±0,12	1,33±0,28**	0,98±0,11**	0,80±0,15*	0,53±0,09
Глюкоза, ммоль/л	10,7±0,37	9,63±0,41	10,3±0,83	6,99±0,72**	9,17±0,64

$p \leq 0,05$ (*) $p \leq 0,01$ (**) *-достоверность относительно контрольной группы

Анализ углеводного обмена характеризуется достоверно значимым снижением уровня глюкозы в сыворотке крови у экспериментальной птицы получавшей льняной жмых в дозировке 50 г/кг корма по отношению к контрольным значениям на 34,67 % ($p \leq 0,01$), в остальных опытных группах данный показатель также снижался на 10,00 %, 3,74 % и 14,30 % в I, II и IV группах, соответственно.

Анализ распределения эссенциально значимых элементов в сыворотке крови свидетельствует о незначительной вариабельности распределения анализируемых элементов, так уровень увеличения концентрации железа превышает интактные значения на 5,78 % и 9,19 % в I и IV группах, в то время как во II и III уровень железа снижался на 8,90 % и 9,51 %, соответственно. Следует отметить, что уровень магния увеличивался во всех опытных группах на 5,43 %, 1,14 %, 11,23 % и 13,00 %.

Установлено, что уровень содержания кальция линейно увеличивается на фоне изменения концентрации льняного жмыха в рационе птицы и составляет по отношению к контролю 6,98 % и 10,11 % для III и IV групп, в то время как введение в рацион 50 г/кг корма конопляного жмыха снижает концентрацию кальция в сыворотке крови на 12,50 %, а увеличение концентрации жмых до 100 г/кг корма незначительно увеличивает уровень кальция до 3,27 ммоль/л, что превышает интактные значения на 2,14 % (табл. 11).

Таблица 11 - Элементные показатели сыворотки крови у цыплят-бройлеров

Показатели	Исследуемые группы				
	Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
Железо, мкмоль/л	32,6±1,56	34,6±2,66	29,7±1,17	29,5±1,93	35,9±2,98
Магний ммоль/л	0,87±0,04	0,92±0,02	0,88±0,04	0,98±0,08	1,00±0,09
Кальций ммоль/л	3,20±0,25	2,80±0,38	3,27±0,24	3,44±0,43	3,56±0,10
Фосфор, ммоль/л	3,86±0,16	3,70±0,15	3,56±0,07	4,41±0,74	4,01±0,22

Анализ содержания фосфора в сыворотке крови позволил выявить закономерность между используемым жмыхом и содержанием элемента. В частности, установлено, что применение конопляного жмыха имеет не линейную зависимость между его концентрацией в рационе птицы и уровнем фосфора, при этом следует отметить, что в обоих исследуемых группах отмечается снижение данного элемента по отношению к контролю на 4,15 % и 7,77 %, в I и II группах. Аналогичная зависимость между концентрацией и содержанием фосфора регистрируется на фоне применения льняного жмыха, но в отличие от конопляного жмыха уровень анализируемого показателя превышает контрольные значения на 12,25 % и 3,74 % для III и IV групп.

3.1.6. Результаты анатомической разделки цыплят-бройлеров

Анатомическая разделка позволяет сделать вывод о выходе конечного продукта для потребителя. Экспериментально установлено снижение массы, как полупотрошённой туши в опытных группах на 0,69 и 5,46%, так и потрошённой туши на 9,60 и 2,37%. При этом во всех опытных группах регистрируется увеличение мышечной массы от 1,09 % до 4,07 % по отношению к контролю. Уровень костной массы у птицы I опытной группы на увеличен на 38,9 %, со снижением анализируемого показателя во II группе на 8,80 %. Съедобная часть так же больше в I опытной группе по сравнению с интактной на 5,25%, во II снижено на 1,30%. Экспериментально установлено снижение уровня несъедобной части туши в опытных группах с вариабельностью различий по отношению к контролю от 7,23 % до 13,56 % (табл. 12)

Аналогичную тенденцию имеют показатели содержания съедобной части в трех исследуемых группах с вариабельностью различий в диапазоне от 1,30 % до 4,99 %, исключение составляет первая опытная группа, где на фоне применения 50 г/кг корма конопляного жмыха показатель съедобной части туши превышает контрольный показатель на 4,99 %.

Использование льняного жмыха в тестируемых концентрациях 50 г/кг и 100 г/кг корма так же оказывает выраженное влияние на убойные показатели туши. В частности, установлено снижение массы как полупотрошенной на 5,85 % и 6,00 %, так и потрошенной туши на 7,37 % и 9,05 % в III и IV группах, соответственно. Установлено наличие линейной зависимости между концентрацией жмыха в рационе птицы и показателем содержания мышечной ткани, характеризующееся ее увеличением по отношению к контролю на 2,40 % и 5,66 %.

Таблица 12 - Убойные значения цыплят-бройлеров на 42 день эксперимента, ($M \pm m$)

Показатели	Исследуемые группы				
	Контр	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
Предубойная живая масса	2979,8 $\pm$ 103,9	2954,2 $\pm$ 110,7	2883,7 $\pm$ 73,6	2773,6 $\pm$ 48,8	2796,8 $\pm$ 97,4
Полупотрошенная	2698,3 $\pm$ 185,4	2679,5 $\pm$ 164,8	2550,7 $\pm$ 106,0	2540,8 $\pm$ 45,6	2536,6 $\pm$ 151,6
Потрошённая	2222,7 $\pm$ 102,9	2009,2 $\pm$ 82,3	2169,9 $\pm$ 64,8	2058,8 $\pm$ 148,9	2021,6 $\pm$ 137,3
Мышечная	1432,0 $\pm$ 75,6	1490,3 $\pm$ 72,1	1447,7 $\pm$ 56,9	1466,3 $\pm$ 137,7	1513,0 $\pm$ 49,0
Кости	357,3 $\pm$ 38,3	496,3 $\pm$ 14,6	325,9 $\pm$ 17,0	393,85 $\pm$ 18,35	380,4 $\pm$ 26,2
Съедобная	2011,4 $\pm$ 104,3	2117,1 $\pm$ 64,5	1985,3 $\pm$ 35,1	1911,0 $\pm$ 133,4	1968,2 $\pm$ 29,9
Несъедобная	968,4 $\pm$ 25,1	837,1 $\pm$ 42,8	898,4 $\pm$ 20,6	862,6 $\pm$ 18,2	828,6 $\pm$ 55,2
Убойный выход	74,6 $\pm$ 0,9	70,8 $\pm$ 0,4	75,3 $\pm$ 2,0	74,2 $\pm$ 1,5	72,3 $\pm$ 0,9
Съедобное/не съедобное	2,14	1,79	2,09	2,13	2,12

Наряду с увеличением мышечной массы регистрируется увеличение массы костной ткани по отношению к контролю на 10,24 % и 6,46 % в III и IV опытных группах. Анализ данных съедобной и несъедобной части свидетельствует о снижении по отношению к интактным значениям на 4,99 %, 2,15 % и 10,93 % 14,44 % в III и IV группах, соответственно. Соотношение съедобной к несъедобным частям, как и убойный выход в группах с применением 50 г/кг и 100 г/кг льняного жмыха так же снижено по отношению к контролю на 0,48 %, 3,10 % и 0,64 %, 0,87 %, соответственно.

3.1.7 Концентрация химических элементов в мышечной ткани

Для оценки влияние жмыхов в кормление цыплят бройлеров ткани грудных и бедренных мышц были сданы на экспертизу. Так как химических элементов в мышечной ткани цыплят-бройлеров является важным показателем качества мяса и отражает особенности кормления и содержания птицы. Наблюдается повышения уровня Na в тканях грудных мышц у I опытной группы на 27,33%, но снижения во II на 5,73%. Уровень Mg снижен в опытных группах на 3,34 и 1,92%. K повышен в опытных группах на 5, 19 и 0, 91% относительно интактной группы. Ca аналогично повышен в опытных группах на 0, 08 и 15, 17%. (табл.13)

В тканях мышц бедра зафиксировано снижение уровня Na на 11,53 и 11,47%. Mg аналогично снижен на 1, 32 и 0, 54%. Уровень K снижен в I опытной группе на 3,47%, во II выше интактной на 0,98%. Для Ca сложилась аналогичная ситуация, в I опытной группе данный показатель снижен на 13,42%, во II повышен на 44,09%.

Таблица 13 – Содержания макроэлементов в тканях цыплят бройлеров мг/кг.

Грудные мышцы					
Элементы	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
Na	1975,2±73,1	2515,0±78,0	1862,0±55,9	2472,1±79,1	2076,8±78,9
Mg	1019,9±30,6	985,8±33,5	1000,3±36,0	995,8±29,9	1080,7±45,4
K	12252,8±526,9	12889,2±502,7	12363,9±420,4	12405,9±372,2	12916,6±400,4
Ca	315,0±12,9	315,2±13,9	362,8±13,1	319,3±13,7	305,9±11,3
Бедренные мышцы					
Na	3359,2±144,5	2971,7±98,1	2974,0±157,6	3411,6±156,9	2900,2±136,3
Mg	825,0±34,7	814,1±25,2	820,6±36,1	824,2±32,1	796,0±31,0
K	10667,5±330,7	10297,7±381,0	10772,1±441,7	10757,4±441,1	10173,6±315,4
Ca	362,7±18,5	314,0±10,4	422,6±28,2	602,2±21,1*	414,2±13,3

p ≤ 0,05(*) *-достоверность относительно контрольной группы

Зафиксировано повышения содержания Na в тканях бедренных мышц у III опытной группы на 1,56%, но во IV группе данный показатель снижен на 13,66%. Наблюдается снижения содержания Mg в опытных группах на 0,10 и

3,52%. К в свою очередь повышен в III опытной группе на 0, 84%, но во IV группе данный показатель ниже на 4, 63%. Зафиксировано повышения содержания Са в опытных группах относительно интактной на 66,02 и 14,21%.

Наблюдается снижение уровня Fe в тканях грудных мышц у опытных групп на 3,02 и 6,67%. Уровень Mn в опытных группах повышен на 12,90 и 14,52%. Со повышен в I опытной группе в 2 раза, в то время как во II группе концентрация кобальта была аналогична интактным значениям. Использование конопляного жмыха в концентрациях 50 г/кг и 100 г/кг корма способствует снижению Ni на 79,59 % ($p \leq 0,01$) и 71,63 % ($p \leq 0,01$), соответственно. Концентрация Cu в I группе снижена по отношению к контролю на 1,48 %, в то время как во второй группе уровень данного элемента повышен на 9,63 %. В отношении Zn регистрируется противоположная картина распределения, характеризующаяся увеличением в I опытной группе на 6,38 % и снижением во II снижен на 1,04 %, соответственно. Уровень Cr повышен в опытных группах на 12,00 % и 22,00 % (табл.14).

Таблица 14 – Эссенциальные элементны в тканях цыплят бройлеров мг/кг.

Грудные мышцы					
Элементы	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
Fe	25,2±0,91	24,44±1	23,52±0,82	23,04±0,99	25,92±1,09
Mn	0,62±0,02	0,7±0,03	0,71±0,03	0,72±0,03	0,65±0,02
Co	0,01±0,001	0,02±0,002	0,01±0,001	0,02±0,001*	0,02±0,001*
Ni	1,47±0,05	0,3±0,01**	0,27±0,01**	0,26±0,01	0,48±0,02
Cu	1,35±0,06	1,33±0,04	1,48±0,07	1,54±0,06	1,08±0,06
Zn	24,14±0,85	25,68±0,87	23,89±0,81	29,42±1,35	25,7±0,82
Cr	1,00±0,05	1,12±0,04	1,22±0,05	0,82±0,03	1,61±0,08
Бедренные мышцы					
Fe	31,42±1,57	34,69±1,25	29,34±1,85	35,18±1,27	29,85±1,1
Mn	0,8±0,02	0,76±0,03	0,86±0,04	0,83±0,03	0,67±0,03
Co	0,01±0,0004	0,01±0,001	0,01±0,001	0,02±0,001*	0,02±0,0009*
Ni	0,1±0,01	0,27±0,01**	0,36±0,02**	0,25±0,01*	0,24±0,01*
Cu	2,82±0,1	2,59±0,09	2,3±0,11	4,0±0,15*	2,35±0,08
Zn	66,55±2,6	64,73±2,2	61,92±2,29	66,02±3,3	62,86±2,39
Cr	0,4±0,03	1,13±0,05**	0,82±0,03*	1,07±0,06*	0,81±0,04*

$p \leq 0,05$ (*) $p \leq 0,01$ (**) *-достоверность относительно контрольной группы

В мышцах бедра наблюдается повышение уровня Fe в I опытной группе на 10,41%, но во II снижена на 6,62%. Для Mn сложилась противоположная ситуация, в I группе данный показатель снижен на 5,00%, но во II повышен на 7,50%. Уровень Co в опытных группах равен интактной. Ni повышен в опытных группах в 2, 7 и 3, 6 раза. Уровень Cu снижен в опытных группах на 8,16 и 18,44%. Зафиксировано уменьшение уровня Zn в опытных группах на 2,73 и 6,96%. Наблюдается повышение уровня Cr в опытных группах на 182,50 и 105,00%. Наблюдается снижения содержания в тканях грудных мышц Fe у III опытной группы на 8,57%, но во IV группе увеличения на 2,86%. Зафиксировано увеличения содержания Mn в опытных группах на 26,13 и 4,84%. Аналогично увеличено и содержания Co в опытных группах в 2 раза. Уровень Ni снижен в опытных группах на 82,31 и 67,35%. Наблюдается увеличения содержания Cu в III опытной группе на 14,07%, но во IV группе снижения на 20,00%. Zn лучше усваивается в опытных группах на 21, 87 и 6, 46%. Наблюдается снижения содержания Cr в III опытной группе на 18,00%, но во IV увеличение содержания на 61,00%. В тканях мышц бедра наблюдается увеличения содержания Fe у III опытной группы на 11,97%, но во IV группе снижения на 5,00%. Аналогичная ситуация сложилась и для Mn в III группе больше на 3,75%, во IV опытной группе снижен на 16,25%. Наблюдается увеличения содержания Co в опытных группах в 2 раза. Так же повышен уровень содержания и Ni в опытных группах в 25 и 24 раза. Зафиксировано увеличения содержания Cu в III опытной группе на 41,84%, но снижения во IV группе на 16,67%. В опытных группах наблюдается снижения Zn на 0,80 и 5,54%. Зафиксировано кратное повышения содержания Cr в опытных группах на 2,7 и 2,0 раза.

В грудных мышцах наблюдается увеличения уровня Sr на 36,36 и 31,82%. Cd в свою очередь снижен в I опытной группе на 27, 16%, но во II группе аналогичен интактной. Уровень концентрации свинца достоверно значимо увеличивается в I опытной группе на 50,00 % ($p \leq 0,01$), с

идентичным контрольному значению во II опытной группе. Концентрация Al повышается в обеих опытных группах на 78,05 % ($p \leq 0,01$) и 53,65 % ($p \leq 0,01$), в I и II группах, соответственно (табл. 15).

Таблица 15 - Содержание ксенобиотических элементов в тканях цыплят бройлеров мг/кг.

Грудные мышцы					
Элементы	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
Sr	0,22±0,01	0,3±0,02	0,29±0,02	0,45±0,04	0,26±0,01
Cd	0,0081±0,0006	0,0059±0,0003	0,0081±0,0004	0,0074±0,0012	0,0068±0,0005
Pb	0,02±0,002	0,03±0,001*	0,02±0,002	0,1±0,004	0,02±0,001
Al	6,48±0,58	29,52±1,06**	13,98±0,46**	21,87±0,68	9,83±0,37
Бедренные мышцы					
Sr	0,22±0,01	0,30±0,02	0,29±0,02	0,4±0,02	0,3±0,02
Cd	0,0114±0,0019	0,005±0,0008	0,0055±0,0004	0,0066±0,0004	0,0066±0,0004
Pb	0,02±0,001	0,04±0,003*	0,03±0,003**	0,04±0,003	0,04±0,002
Al	8,92±0,3	6,28±0,19*	9,85±0,47	7,58±0,44	7,18±0,22

$p \leq 0,05$ (*) $p \leq 0,01$ (**) *-достоверность относительно контрольной группы

Анализ содержания Sr в тканях грудных мышц свидетельствует о увеличении его уровня в образцах исследуемых опытных групп с превышением интактных значений на 26,67 % и 24,14 % в I и II группах. Следует отметить, что концентрация Cd в образцах опытных группах напротив снижается на 8,64 % и 16,05 %. Применение льняного жмыха в дозировке 50 мг/кг корма способствует значительному увеличению уровня Pb и Al на 98,00 % ($p \leq 0,01$) и 70,37 %, соответственно. Увеличение концентрации жмыха до 100 г/кг корма стабилизирует показатели Pb до интактных значений, в то время как Al в IV группе превышает контрольные значения на 34,08 %.

В тканях бедренных мышц наблюдается увеличение содержания Sr в опытных группах на 36,36 и 31,82%. Зафиксировано снижения уровня Cd в опытных группах на 56,14 и 51,75%. Уровень Pb выше в опытных группах на 100,00 и 50,00%. Al снижен в I опытной группе на 29, 60%, но во второй больше контрольной на 10, 43%.

Наблюдается увеличения содержания Sr в бедренных мышцах у опытных групп на 81,82 % и 36,36 %. В свою очередь Cd снижен в опытных

группах на 42,11 %. In аналогично снижен в опытных группах на 33, 33 %. Наблюдается повышения содержания Ва в III опытной группе на 28,57 %, но во IV снижено на 28,57 %. Уровень содержания Рb и Тl повышен в обеих опытных группах в 2 раза, в то время как в III группе отмечается нелинейное распределение уровня Вi характеризующееся снижением его концентрации на 40,00 % и 50,00 % в группах с применением 50 г/кг и 100 г/кг льняного жмыха. Уровень Ga в опытных группах соответствовал интактным показателям. В опытных группах наблюдается снижения уровня Al на 15,02 % и 19,51 %.

3.1.8 Химический состав тканей цыплят-бройлеров

Для оценки пищевой ценности конечного продукта была проведена экспертиза по жирно кислому составу. Так как он играет ключевую роль в формировании пищевой ценности мяса и напрямую зависит от системы кормления. Наблюдается снижение жира в грудных мышцах у I опытной группы на 0,48%, но во II повышение на 1,01% относительно интактной. В опытных группах регистрируется снижение уровня сухого вещества на 4,38 % и 0,88 %, на фоне повышения уровня золы в I опытной группе на 0,01 % и равным интактным значениям во второй. Уровень белка В опытных группах снижается на 3,91 % и 0,99 % (табл.16).

В мышцах бедра наблюдается снижение золы в опытных группах на 0,35 и 0,22%. Аналогично снижен уровень золы в опытных группах на 1,56 и 1,00%. Уровень золы в опытных группах равна контрольной. Белок снижен в опытных группах на 1,21 и 0,78%.

Наблюдается снижения уровня сухого вещества в опытных группах на 1,34 и 0,63%. В III опытной группе наблюдается снижения жира на 0,43%, но во IV группе повышения содержания данного элемента на 0,14%. Наблюдается повышения уровня содержания уровня золы в III опытной группе на 0,01%, но во IV группе данный показатель равен интактной группе.

В опытных группах наблюдается снижения уровня белка в тканях грудных мышцах на 0,92 и 0,77%.

Таблица 16 - Содержание химических веществ в туше цыплят-бройлеров, % (M±m)

Грудные мышцы					
Группа	влаги	сухого вещества	жира	золы	протеина
Контроль	75,77	24,23	2,68	0,97	20,58
I опытная	77,17	22,83	2,2	0,98	19,65
II опытная	74,76	25,24	2,79	0,97	21,48
III опытная	77,01	22,99	2,25	0,98	19,76
IV опытная	76,81	23,19	2,82	0,97	19,4
Бедренные мышцы					
Контроль	76,95	23,05	5,48	0,95	16,62
I опытная	76,97	23,03	5,13	0,95	16,95
II опытная	76,14	23,86	5,26	0,95	17,65
III опытная	76,89	23,11	3,71	0,96	18,44
IV опытная	73,72	26,28	6,2	0,94	19,14

В мышцах бедра наблюдается снижения уровня сухого вещества в опытных группах на 2,27 и 0,78%. Содержания жира в III опытной группе был ниже интактной группы на 1,77%, но во IV группе данный показатель был больше на 0,72%. Уровень зола у III опытной группы был больше на 0,01%, но у IV группы данный показатель был меньше на 0,01%. Зафиксировано снижения уровня белка в опытных группах на 0,51 и 1,49%.

Анализ данных распределения жирных кислот в тканях экспериментальной птицы свидетельствует о увеличении концентрации миристиновой кислоты во II опытной группе на 0,10 %, пальмитиновой кислоты в I и II опытных группах на 0,30 % и 0,20 %, и пальмитолеиновой кислоты на 0,60 % и 0,40 %, соответственно. Концентрация стеариновой кислоты напротив снижалось по отношению к контрольным значениям на 1,00 % и 0,80 %, на фоне увеличения уровня олеиновой кислоты на 1,20 % и 1,30 %. Также следует отметить снижение уровня линолевой кислоты на 0,60 % и 1,00 % для I и II групп. Арахидовая кислота во II группе

соответствовала показателям интактной группы и на 0,10 % снижена в I опытной группе (табл. 17).

В тканях бедренных мышц наблюдается увеличения содержания миристиновой кислоты на 0,4 и 0,3%. Зафиксировано снижения пальмитиновой кислоты в I опытной группе на 0,80 %, но во II группе наблюдается повышения на 0,80 % относительно интактной группы. В опытных группах наблюдается повышения пальмитолеиновой кислоты на 0,2 % и 0,3 %. В I опытной группе стеариновая кислота равна контрольной, во II ниже на 0,4 %. Олеиновая кислота снижена в опытных группах на 1,30 % и 0,80 %. Наблюдается повышения содержания линолевой кислоты в I опытной группе на 0,40 %, но во II группе снижено на 0,90 % относительно интактной группы. Арахидовая кислота повышена в опытных группах на 0,20 % и 0,10 %.

Таблица 17 - Состав жирных кислот в тканях %

группа	C14:0 миристиновая	C16:0 пальмитиновая	C16:1 пальмитолеиновая	C18:0стеариновая	C18:1 олеиновая	C18:2 линолевая	C20:4 Арахидовая	Прочие
Грудные мышцы								
Контроль	0,4	21,3	3,5	9,2	36,4	27,3	0,3	1,6
I опытная	0,4	21,6	4,1	8,2	37,6	26,7	0,2	1,2
II опытная	0,5	21,5	3,9	8,4	37,7	26,3	0,3	1,4
III опытная	0,5	21,3	3,6	8,8	36,8	27,2	0,3	1,5
IV опытная	0,4	20,7	3,8	9,0	36,5	27,8	0,2	1,6
Бедренные мышцы о								
Контроль	0,2	27,2	3,5	11,5	33,7	22,7	0,2	1,0
I опытная	0,6	26,8	3,7	11,5	32,4	23,1	0,4	1,5
II опытная	0,5	28	3,8	11,1	32,9	21,8	0,3	1,6
III опытная	0,6	27,3	3,4	10,9	33,3	22,7	0,4	1,4
IV опытная	0,4	26,5	3,9	11,6	34,1	21,7	0,3	1,5

Зафиксировано повышения содержания уровня миристиновой кислоты в грудных мышцах у III опытной группы на 0,10 %, но во IV группе данный

показатель равен интактной. Пальмитиновая кислота в III опытной группе равен контрольной, но во IV группе данный показатель меньше на 0,60 %. Содержания пальмитолеиновой кислоты у опытных групп больше контрольной на 0,10 % и 0,30 %. В свою очередь для стеариновой кислоты сложилась противоположная ситуация, в опытных группах данный показатель меньше на 0,40 % и 0,20 %. Уровень содержания олеиновой кислоты в опытных группах повышен по сравнению с контрольными показателями на 0,40 % и 0,10 %. Уровень линолевой кислоты в III опытной группе снижен на 0,10 %, однако в IV опытной группы данный показатель превышает интактные значения на 0,50 %. Концентрация арахидовой кислоты в III опытной группе не превышала показатели контроля, со снижением ее уровня в IV группе на 0,10 %.

Наблюдается повышения содержания уровня миристиновой кислоты в тканях бедренных мышц у опытных групп на 0,4 и 0,2%. Зафиксировано повышения содержания пальмитиновой кислоты у III опытной группы на 0,1%, но снижения данного показателя во IV группе на 0,7%. Для пальмитолеиновой кислоты сложилась противоположная ситуация, в III опытной группе наблюдается снижения на 0,1%, но во IV группе данный показатель был больше на 0,4%. Стеариновая кислота была снижена в III опытной группе на 0,6%, но во IV группе данный показатель был больше на 0,1%. В III опытной группе олеиновая кислота была снижена на 0,4%, но во IV группе больше на 0,4%. Уровень линолевой кислоты в III опытной группе был равен интактной группе, но во IV группе был меньше на 1,0%. В опытных группах наблюдается повышения уровня арахидовой кислоты на 0,2 и 0,3%.

3.1.9 Результаты микробиологического исследования содержимого кишечника цыплят бройлеров

Микробиологический состав содержимого кишечника цыплят-бройлеров является важнейшим показателем, определяющим эффективность усвоения питательных веществ, иммунный статус и общую продуктивность

птицы. Полученные в ходе проведения экспериментов данные свидетельствуют о выраженном влиянии используемых в эксперименте жмыхов на структурный микробиома, о чем свидетельствуют данные представленные на рисунке 1.

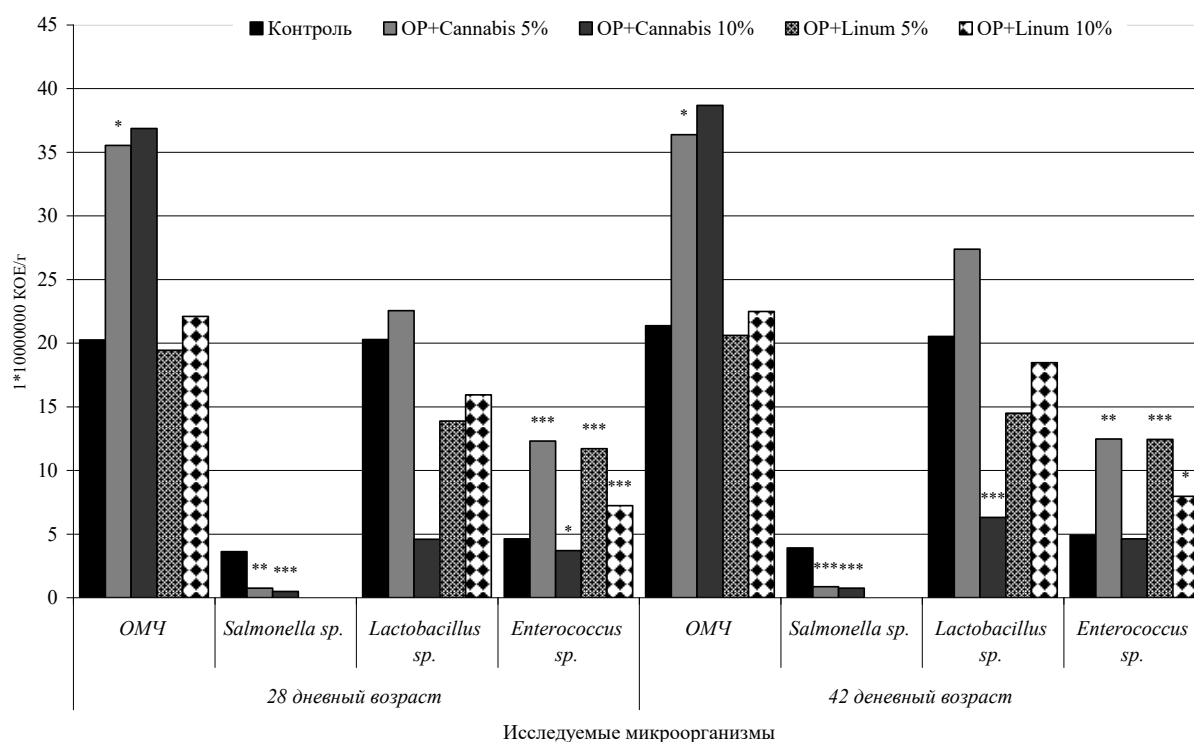


Рисунок1 - Сравнительный анализ степени влияния различных концентраций жмыхов на автохтонную микрофлору кишечника экспериментальной птицы в 28 и 42 дневном возрасте

При этом следует отметить, что на состояние микробиома кишечника оказывает влияние не только используемый жмых, но и его концентрация. Так, практически во всех исследуемых группах отмечается увеличение общего микробного числа (ОМЧ) бактерий, высеваемых на накопительные среды; при этом достоверно значимые различия в сторону увеличения регистрировались на фоне применения конопляного жмыха в дозе 50 г/кг от основного рациона конопляного на 75,6 %, соответственно Максимальное значение ОМЧ регистрировалось у цыплят в группе с использованием 100 г/кг конопляного жмыха с превышением интактных значений на 45,09 %.

Оценивая степень влияния тестируемых в эксперименте жмыхов на численность представителей *Lactobacillus sp.*, следует отметить, что только в группе с использованием 5 % конопляного жмыха регистрируется превышение их показателей в сравнении с контрольной группой на 11,2 %, а наиболее выраженное ингибирующее на 77,4 % ($p \leq 0,05$) влияние оказывало присутствие в рационе 10 % конопляного жмыха. Численность *Enterococcus sp.* достоверно ($p \leq 0,001$) увеличивалась у цыплят в группах, где применялся конопляный жмых в дозе 5 % от общего рациона, льняной жмых в дозе 5 % и 10 % – на 166,2; 153,5 и 56,5 %.

Проведение исследования направленного на определение степени влияния жмыхов на представителей структурного микробиома на заключительном этапе эксперимента свидетельствует о сохранении картины количественного распределения исследуемых микроорганизмов по отношению к данным полученным на 42 день эксперимента. Так практически во всех исследуемых группах также отмечается увеличение общего микробного числа (ОМЧ) бактерий то отношению к интактной группе, при этом достоверно значимые различия в сторону увеличения ($p \leq 0,05$) регистрировались на фоне применения 5 % от основного рациона конопляного на 78,3 % соответственно. Максимальное значение ОМЧ регистрировалось у цыплят в группе с использованием 10 % конопляного жмыха.

Следует отметить, что достоверно значимое увеличение численности популяции *Enterococcus sp.* в трех опытных группах, гипотетически может оказывать положительное влияние на организм, так как представители данного рода в структуре кишечного микробиома осуществляют метаболические процессы бродильного типа и обеспечивают ферментирование углеводов с образованием молочной кислоты, снижают уровень кислотности среды и обеспечивают резистентность слизистой оболочки кишечника к ее колонизации патогенными и условно-патогенными микроорганизмами.

Обобщая результаты проведенного исследования следует отметить наличие стимулирующего действия жмыхов в отношении автохтонной микрофлоры кишечника, с выраженным стимулирующим эффектом в отношении *Lactobacillus* sp. и *Enterococcus* sp. регистрируются на фоне применения 5 % от основного рациона конопляного жмыха на 33,37 % 153,97 % ($p \leq 0,01$), соответственно, что на фоне достоверно значимого увеличения общего микробного числа микроорганизмов ($p \leq 0,05$) и снижения численности *Salmonella* sp. ($p \leq 0,001$) оказывает наиболее выраженное благоприятное влияние на организм цыплят-бройлеров.

3.2. Эффективность частичной замены соевого шрота нетрадиционными жмыхами в рационах цыплят-бройлеров на фоне дополнительного включения, ферментированного пробиотика

3.2.1 Корма и кормление цыплят-бройлеров

В ходе реализации данного блока экспериментальных исследований проведена апробация рационов с частичной заменой компонентов корма жмыхами из семян технической конопли и льна с дополнительным включением ферментированного пробиотика Целлобактерин-Т (табл. 18).

Таблица 18 –Схема проведения второго этапа экспериментальных исследований

2-я серия эксперимента			
Группа	Количество голов	Рацион	целлобактерин Т в дозировке 1 г/кг корма
Контроль	n=35	ОР 100 %	-
I опытная		ОР 100 %	+
II опытная		ОР 90%+ конопляный жмых10 %	+
III опытная		ОР 90%+ льняной жмых10 %	+

В период проведения экспериментального исследования цыплята-бройлеры находились в идентичных условиях содержания и кормления. Формирование основного рациона для исследуемых групп проводили с учетом рекомендаций ВНИТИП. Кормление и поение цыплят-бройлеров осуществлялось 1 раза в сутки, с ежесуточным учетом поедаемости корма.

3.2.2 Рост и развитие цыплят-бройлеров

Анализ полученных экспериментальных данных свидетельствует о увеличении живой массы тела на 7 день (14 дневный возраст) проводимых исследований в группе применения целлобактерина-Т на 6,00 % по отношению к аналогичному показателю контрольной группы, в то время как

в группах сочетанного применения жмыхов с ферментативным пробиотиком показатели массы тела уступали интактным значениям на 2,40 % и 12,44 %, во II и III группах соответственно. Вариабельность изменения живой массы в 21 дневном возрасте в опытных группах характеризуется отставанием от интактной группы на 6,09 % и 7,74 %, в I и III группах, в то время как во II группе регистрируется увеличение анализируемого показателя на 3,74 %, по отношению к контролю. На 28 и 35 день у экспериментальной птицы в I и II опытных групп показатели живой массы превышают интактные значения на 1,57 %, 2,57 % и 8,28 %, 8,19 %, соответственно, в III фиксируется отставание в наборе массы тела по отношению к контролю на 7,90 % на 28 день и 1,00 % на 35 день. На заключительном этапе проводимого исследования живая масса экспериментальной птицы в опытных группах варьировала в диапазоне от 2354,0 г до 2551,2 г, превышая контрольные значения на 4,16 %, 12,88 % и 8,92 % ($p \leq 0,05$), для I, II и III группы, соответственно (табл. 19).

Таблица 19 - Живая масса цыплят-бройлеров, г ($M \pm m$)

Значение	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
7	261,6 $\pm$ 6,38	262,8 $\pm$ 11,93	261,4 $\pm$ 8,04	261,6 $\pm$ 7,78
14	583,8 $\pm$ 14,72	618,8 $\pm$ 27,4	569,8 $\pm$ 11,05	511,2 $\pm$ 44,84
21	978,8 $\pm$ 40,56	919,2 $\pm$ 38,35	1015,4 $\pm$ 34,79	903 $\pm$ 29,54
28	1387,4 $\pm$ 89,22	1409,2 $\pm$ 51,81	1423 $\pm$ 67,78	1277,8 $\pm$ 50,52
35	1804,2 $\pm$ 112,11	1953,6 $\pm$ 97,1	1952 $\pm$ 98,5	1786,2 $\pm$ 78,21
42	2260 $\pm$ 128,82	2354 $\pm$ 137,13	2551,2 $\pm$ 127,02	2461,5 $\pm$ 96,22
Абсолютный прирост	1998,4 $\pm$ 128,82	2091,2 $\pm$ 137,10	2289,8 $\pm$ 127,02	2199,9 $\pm$ 96,22
Среднесуточный прирост	57,1 $\pm$ 3,68	59,75 $\pm$ 1,74	65,42 $\pm$ 5,91	62,85 $\pm$ 2,75
Общая поедаемость	4193,40	4182,40	4120,95	3737,37
Расход корма на 1 кг живой массы	2,10	2,00	1,80	1,83
Сохранность, %	96	97	98	99
ЕИП	245,99	248,00	330,71	317,06

Использование в структуре основного рациона цыплят-бройлеров целлобактерина-Т и его комбинации с конопляным и льняным жмыхами способствовало увеличению среднесуточных приростов в диапазоне от 4,6 %

до 14,6 % по отношению к контрольной группе, на фоне снижения расхода корма с оптимальными показателями во второй опытной группе в структуру рациона которой было включено 100 г/кг корма конопляного жмыха и был г/кг целлюбактерина-Т. Использование данной комбинации позволило снизить расход корма на 12,86 % по отношению к интактному показателю.

Включение в рацион ферментного пробиотика не показало увеличение относительно контроля Европейского индекса продуктивности, при этом во II группе он был выше на 34,4 %, а в III на 28,89 %.

3.2.3 Переваримость питательных веществ комбикорма

Для оценки эффективности использования целлюбактерина-Т с жмыхами была рассчитана переваримость корма. Так наиболее эффективным в период использования стартового рациона было совместное использование пробиотического ферментного препарата на фоне включения конопляного жмыха, так во II опытной группе переваримость СВ была выше на 0,87 %, сырого жира на 5,24 % ($p \leq 0,05$), сырого протеина на 5,07 %, и сырой клетчатки на 2,27 % (таб. 20).

Таблица 20 - Коэффициенты переваримости веществ корма цыплятами-бройлерами (стартовый рацион), % ($M \pm m$)

Группа	СВ	ОВ	СЖ	СП	СК
контрольная	68,85±2,27	71,11±2,10	91,74±0,60	72,12±2,03	19,11±2,25
I опытная	72,18±3,14	75,59±2,76	98,36±0,19*	71,82±3,19	20,20±2,80
II опытная	69,72±1,64	70,55±1,60	96,98±0,16*	77,19±1,24	21,38±1,89
III опытная	78,71±1,07*	79,85±1,01*	96,18±0,19**	82,35±0,89*	20,31±1,14

$p \leq 0,05(*)$; $p \leq 0,01(**)$ *-достоверность относительно контрольной группы

В I опытной группе, получавшей пробиотический препарат, наблюдалось незначительное увеличение показателей переваримости

исследуемых питательных веществ, при этом процент увеличения переваримости сухого вещества составил 3,33 %, органического вещества 4,48 %, сырого жира 6,62 % и клетчатки 1,09 %, на фоне незначительно снижения уровня усвоения сырого протеина, составившего 0,30 %. Наиболее выраженное влияние на уровень усвоения питательных веществ оказывает комбинированное использование льняного жмыха с целлюлобактерином-Т, так экспериментально установлено достоверно значимое увеличение переваримость сухого вещества на 9,86% ($p \leq 0,05$), органического вещества на 8,74 % ($p \leq 0,05$), сырого жира на 4,44 % ($p \leq 0,01$), сырого протеина на 10,23 % ($p \leq 0,05$) и сырой клетчатки на 1,20 % по отношению к показателям интактной группы.

При использовании ростового рациона наблюдается увеличения усвояемости сухого вещества в I опытной группе на – 0,88%, во II на – 11,11%, в III на – 9,48%. Аналогично в опытных группах лучше усваивалось органическое вещество на 0,65-11,33%. Зафиксировано увеличения усвояемости сырого жира на 1,03% в I опытной группе, на 9,96% во II группе и на 1,57% в III опытной группе. Отмечено увеличения усвояемости сырого протеина в опытных группах на 0,39-10,03%. Сырая клетчатка лучше усваивалась в II опытной группе на 1,31% по отношению к интактной группе. (табл. 21)

Таблица 21 - Коэффициенты переваримости веществ корма цыплятами-бройлерами (Ростовой рацион), % ($M \pm m$)

	СВ	ОВ	СЖ	СП	СК
контрольная	60,52±0,98	63,06±0,91	78,65±0,68	72,53±0,68	19,91±1,01
I опытная	61,40±1,83	63,71±1,73	79,68±0,98	72,92±1,29	20,62±1,92
II опытная	71,63±1,04*	74,39±0,93*	88,61±0,42*	82,56±0,64*	21,22±1,09*
III опытная	70,00±2,02	72,63±1,84*	80,22±1,33*	75,34±1,66*	20,97±1,95*

$p \leq 0,05$ (*) *-достоверность относительно контрольной группы

3.2.4 Морфологический состав крови цыплят-бройлеров

Анализ гематологических и морфологических показателей крови экспериментальной птицы позволил установить увеличение уровня гемоглобина в периферической крови цыплят-бройлеров I и II опытных групп 3,88 % и 4,13 %, в сравнении контрольными показателями, в то время как в III группе концентрация гемоглобина снижается на 16,02 %, по отношению к интактным значениям. Уровень лейкоцитов наоборот были снижены в опытных группах на 31,48, 16,72 и 28,01%. Зафиксировано снижения уровня лимфоцитов на 9,42, 43,65 и 18,75%. Аналогично снижен уровень моноцитов в крови у опытных групп на 83,33, 54,39 и 78,07% (табл. 22).

Таблица 22 - Морфологический состав крови цыплят-бройлеров, (M±m)

Исследуемые показатели	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
Эритроциты $10^{12}/л$	1,87±0,12	1,49±0,45	2,0±0,02	1,63±0,24
Гемоглобин, г/л	103±6,24	107±7,31	107,25±1,97	86,5±12,24
Лейкоциты $10^9/л$	44,09±2,67	30,21±3,13	36,72±1,11	31,74±2,28
Тромбоциты $10^9/л$	0,5±0,29	1,0±0,28	1,0±0,41	0,5±0,29
Лимфоциты %	52,08±6,9	68,84±12,73	35,26±4,64*	60,72±14,86
Моноциты %	2,59±0,27	0,63±0,13*	1,42±0,27	0,81±0,13*
Эозинофилы %	9,22±1,09	6,17±0,4	7,15±1,88*	5,08±2,22*
Нейтрофилы %	35,5±9,52	23,77±1,23	55,54±1,97	32,59±8,21
Базофилы %	0,61±0,07	0,6±0,1	0,63±0,08	0,78±0,1

p ≤ 0,05(*) *-достоверность относительно контрольной группы

Зафиксировано снижения уровня эозинофилов на 35,47-61,58%. В I и III опытных группах наблюдается снижения уровня нейтрофилов на 54,13 и 36,02%, но в II группе наблюдается увеличения на 30,20%. Аналогичная ситуация сложилась и для эритроцитов, в I и III опытной группе данный показатель снижен на 20,32 и 12,83%, в II группе больше на 6,95%. В

опытных группах зафиксировано снижения уровня базофилов в крови на 11,11-33,33%.

3.2.5 Биохимический состав крови цыплят-бройлеров

Для оценки эффективности комбинированного использования жмыха с целлюлозо-бактерином-Т был проведён морфологический анализ. Данный анализ позволяет оценить белковый обмен, энергетическую ценность рациона. Анализ биохимических показателей крови цыплят-бройлеров представлен в таблице 23.

Таблица 23 – Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров (M±m)

Показатель	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
Глюкоза, ммоль/л	7,60±0,12	8,87±0,48	8,02±0,39	8,29±0,59
Общий белок г/л	25,8±1,58	26,8±1,45	31,4±1,17*	32,41±3,62
Альбумин, г/л	11,3±0,98	13,7±0,48*	14,8±0,63	15,5±1,19
АЛТ, Ед/л	24,5±3,82	34,9±1,19*	67,8±1,24**	22,38±2,65
АСТ, Ед/л	337,0±28,9	289,6±23,7	213,2±23,7	230±17,07*
Билирубин общий, мкмоль/л	2,46±0,15	1,81±0,05*	1,14±0,03*	1,66±0,14*
Холестерин, ммоль/л	1,67±0,14	2,71±0,34*	2,78±0,15	2,77±0,22
Триглицериды, ммоль/л	0,13±0,04	0,17±0,03	0,12±0,05	0,10±0,04
Мочевина, ммоль/л	1,65±0,13	1,80±0,15	2,40±0,18	1,08±0,15
Креатинин, мкмоль/л	27,4±2,23	27,2±0,46	26,2 ±2,16	26,0±0,78
Мочевая кислота, мкмоль/л	460,8±41,2	265,6±15,9*	224,8±11,2*	501,1±33,83
Железо, мкмоль/л	20,3±3,46	15,9±1,92	27,1±3,67	21,03±2,72
Магний ммоль/л	0,88±0,08	0,83±0,06	0,82±0,06	0,75±0,03
Кальций ммоль/л	3,26±0,20	3,62±0,17	3,38±0,25	2,81±0,23
Фосфор, ммоль/л	0,97±0,09	0,91±0,08	1,00±0,06	1,55±0,03

p ≤ 0,05(*) * - достоверность относительно контрольной группы

В I опытной группе отмечено повышение уровня глюкозы на 16,7%, общего белка на 3,9%, альбумина на 21,2% (p ≤ 0,05), АЛТ на 42,5% (p ≤ 0,05), холестерина на 62,3% и снижение АСТ на 14,1%, билирубина на 26,4%

($p \leq 0,05$), мочевой кислоты на 42,4% по сравнению с контролем. Во II опытной группе наблюдалось увеличение содержания глюкозы на 5,53%, общего белка на 21,7%, альбумина на 31,0%, АЛТ на 176,7 % ($p \leq 0,05$), холестерина на 66,5% ($p \leq 0,01$), снижение АСТ на 36,7%, билирубина на 53,7% ($p \leq 0,05$) и мочевой кислоты на 51,2% ($p \leq 0,05$) относительно контроля. В III опытной группе установлено повышение глюкозы на 9,08%, общего белка на 25,62 %, альбумина на 31,2%, холестерина на 65,9%, железа на 3,6% при снижении АСТ на 31,75% и билирубина на 32,52% ($p \leq 0,05$) по сравнению с контролем.

В I опытной группе отмечено повышение содержания малонового диальдегида (МДА) на 12,3% и активности супероксиддисмутазы (СОД) на 12,4% при снижении активности каталазы на 20,1% по сравнению с контролем (табл. 24).

Таблица 24 - Показатели перекисного окисления липидов сыворотки крови ($M \pm m$)

	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
Малоновый диальдегид, мкМ/л	1,22±0,05	1,37±0,24	1,09±0,04	0,97±0,05
Активность супероксиддисмутазы, %	46,65±3,59	40,88±5,72	45,55±4,22	73,93±7,26*
Активность каталазы, мкат/мг	38,3±5,89	46,00±4,32	63,83±6,41	77,83±5,95*

$p \leq 0,05$ (*) *-достоверность относительно контрольной группы

Во II опытной группе наблюдалось снижение уровня МДА на 10,7%, незначительное снижение активности СОД на 2,4% и повышение активности каталазы на 66,7% относительно контроля. В III опытной группе установлено снижение содержания МДА на 20,5%, повышение активности СОД на 58,5% и каталазы на 103,2% по сравнению с контролем.

3.2.6 Результаты анатомической разделки цыплят-бройлеров

В опытных группах наблюдается увеличения массы, потрошенной туши на 20,83-31,73%. Аналогично в опытных группах больше массы мышечной ткани на 15,51-46,01%. Наблюдается увеличения массы костной ткани на 6,58, 23,93 и 9,24%. В опытных группах повышена масса съедобной части в опытных группах на 13,87-14,95%. В первой опытной группе регистрируется снижение показателя несъедобной части на 12,83 %, в то время как во II и III опытной группе данный показатель напротив превышал интактные значения на 11,33 % и 0,68 %, соответственно. Во всех опытных группах наблюдается повышение показателей убойного выхода и соотношения съедобной к несъедобным частям в диапазоне варьирования значений от 10,94 % до 26,47 % и от 6,62 % до 37,75 % (табл. 25).

Таблица 25 - Убойные показатели цыплят-бройлеров на 42 день эксперимента, ($M \pm m$)

	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
Предубойная живая масса	2260 $\pm$ 128,82	2354 $\pm$ 77,13	2551,2 $\pm$ 207,02	2461,5 $\pm$ 96,22
Полупотрошенная	1936,6 $\pm$ 119,05	2124,76 $\pm$ 237,89	2261,14 $\pm$ 187,21	2175,37 $\pm$ 71,58
Потрошенная	1429,45 $\pm$ 106,04	1882,96 $\pm$ 180,9	1813,14 $\pm$ 151,38	1727,23 $\pm$ 77,73
Мышечная	1033,83 $\pm$ 109,04	1509,5 $\pm$ 107,30	1251,33 $\pm$ 119,38	1194,17 $\pm$ 0
Кости	333,5 $\pm$ 21,49	355,45 $\pm$ 36,31	413,29 $\pm$ 37,89	364,3 $\pm$ 25,95
Съедобная	1382,3 $\pm$ 129,89	1588,95 $\pm$ 147,48	1574,09 $\pm$ 165,84	1577,82 $\pm$ 145,34
Несъедобная	877,7 $\pm$ 43,9	765,05 $\pm$ 58,56	977,11 $\pm$ 67,46	883,68 $\pm$ 56,05
Убойный Выход	63,25 $\pm$ 2,39	79,99 $\pm$ 2,08	71,07 $\pm$ 0,71	70,17 $\pm$ 1,73
Съедобное/несъедобное	1,51	2,08	1,61	1,79

3.2.7 Химический состав тканей цыплят-бройлеров

Среди макроэлементов в I опытной группе наблюдалось достоверное увеличение содержания Na на 25,6% ($P \leq 0,01$) и снижение Ca на 43,8%

($P \leq 0,001$) по сравнению с контролем. Во II и III опытных группах отмечено снижение Ca на 21,5% ($P \leq 0,01$) и 36,26% ($P \leq 0,01$) соответственно (табл. 26).

Таблица 26 - Макроэлементный в тканях цыплят бройлеров мг/кг.
($M \pm m$)

	Грудные мышцы			
Элементы	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
Na	1976,06±86,95	2481,04±79,39**	2250,62±78,77	1961,73±62,78
Mg	1171,86±52,73	1065,37±33,03	1096,63±34,00	979,84±39,19
K	13938,13±627,22	13855,12±415,65	13518,75±567,79	11821,83±390,12
Ca	474,10±19,91	266,58±13,06**	372,34±12,66*	302,19±10,88
P	8918,91±383,51	8398,85±285,56	8580,86±360,4	7698,6±284,85
	Бедренные мышцы			
Na	2605,00±80,76	3038,70±109,39*	3098,28±133,23*	3202,43±115,29
Mg	829,92±38,18	823,77±25,54	855,22±38,49	816,43±32,66
K	10690,34±331,40	11063,71±398,29	10956,45±536,87	10921,46±382,25
Ca	290,97±9,02	298,45±9,25	348,24±14,28*	445,58±16,04
P	6925,42±270,09	6946,54±229,24	7030,42±351,52	7130,3±256,69

$p \leq 0,05(*)$ *-достоверность относительно контрольной группы

В группе макроэлементов зарегистрировано достоверно значимое увеличение ($p \leq 0,05$) содержания Na в I и III опытных группах на 16,7 % и 18,9 %, соответственно. В III группе также наблюдалось повышение уровня Ca на 22,9% ($P \leq 0,05$). Содержание других макроэлементов (Mg, K, P) существенно не изменялось между группами.

В группе эссенциальных элементов наиболее значимые изменения отмечены для Fe, Ni, Cu и Cr. В I опытной группе содержание Fe увеличилось на 43,8% ($P \leq 0,01$), Ni – в 2,36 раз ($P \leq 0,001$), Cu - на 26,6% ($P \leq 0,05$), Cr - на 39,6% ($P \leq 0,01$). Во II опытной группе установлено повышение Ni на 44,0 % ($P \leq 0,001$), Cr на 71,7% ($P \leq 0,001$) и I на 17,2%. В III

опытной группе наблюдалось увеличение Fe на 1,3% ($P \leq 0,05$), Cu на 5,3% и Cr на 34,0% (табл.27).

Таблица 27 – Состав эссенциальных элементов в тканях цыплят бройлеров мг/кг. ($M \pm m$)

Элементы	Грудные мышцы			
	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
B	1,84±0,10	1,79±0,09	2,11±0,09	2,02±0,1
Fe	20,96±0,67	30,14±1,3**	24,93±0,75*	21,24±0,66
Mn	0,59±0,02	0,64±0,02	0,61±0,02	0,6±0,02
Co	0,01±0,0011	0,01±0,0015	0,01±0,0012	0,01±0
Ni	0,25±0,01	0,59±0,02***	0,36±0,01***	0,25±0,02
Cu	1,13±0,05	1,43±0,08*	1,88±0,08***	1,19±0,05
Zn	24,30±0,88	23,88±1,00	22,92±0,94	23,64±0,78
Cr	0,53±0,03	0,74±0,02**	0,91±0,03***	0,71±0,02
I	0,29±0,02	0,31±0,02	0,34±0,02	0,31±0,01
As	0,02±0,002	0,02±0,001	0,02±0,003	0,02±0,01
Se	0,59±0,31	0,47±0,16	0,90±0,05	0,82±0,22
Элементы	Бедренные мышцы			
	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
B	1,37±0,1	1,32±0,04	1,53±0,08	1,46±0,07
Fe	32,17±3,02	40,29±1,61	31,53±1,2	32,30±1,32
Mn	0,70±0,02	0,78±0,02*	0,68±0,02	0,71±0,02
Co	0,02±0,001	0,02±0,0019	0,02±0,0015	0,01±0,0008
Ni	0,26±0,01	0,33±0,01**	0,50±0,03***	0,23±0,01
Cu	2,76±0,08	2,13±0,09**	2,01±0,08**	2,69±0,09
Zn	51,89±4,86	59,44±1,84***	56,71±1,76***	67,78±2,85
Cr	0,76±0,03	0,90±0,04*	1,24±0,04***	0,74±0,03
I	0,24±0,01	0,25±0,02	0,26±0,03	0,27±0,01
As	0,03±0,002	0,02±0,002*	0,02±0,007	0,03±0,01
Se	0,93±0,05	0,58±0,06**	0,64±0,23	0,68±0,22

$p \leq 0,05$ (*) $p \leq 0,01$ (**) $p \leq 0,001$ (***) *-достоверность относительно контрольной группы

Среди эссенциальных элементов в I опытной группе установлено повышение Mn на 11,4% ($P \leq 0,05$), Ni на 26,9% ($P \leq 0,01$), Zn на 14,5% ($P \leq 0,001$), Cr на 18,4% ($P \leq 0,05$), но снижение Cu на 22,8% ($P \leq 0,01$), Se на 37,6% ($P \leq 0,01$) и As на 33,3% ($P \leq 0,05$). Во II группе отмечено снижение Cu на 27,2 %, но повышение Ni на 92.3% ($P \leq 0,001$), Zn на 9,3% ($P \leq 0,001$) и Cr на 63,2% ($P \leq 0,001$). В III группе наблюдалось увеличение Zn на 30,6%, снижение Cu на 2,5% ($P \leq 0,01$), Ni на 11,5.

Среди токсичных элементов отмечено достоверное снижение содержания Al во всех опытных группах: на 35,8% ($P \leq 0,001$), 52,1% ($P \leq 0,001$) и 26,1% соответственно. В I опытной группе также снизилось содержание Sr на 38,2% ($P \leq 0,01$) и Cd на 25,0 % ($P \leq 0,001$). Во II группе отмечено снижение Cd на 62,5 % ($P \leq 0,01$) (табл. 28).

Таблица 28 - Содержание токсичных элементов в тканях цыплят бройлеров мг/кг. ($M \pm m$)

Грудные мышцы				
Элементы	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
Sr	0,34±0,02	0,21±0,01**	0,27±0,01*	0,21±0,02
Cd	0,008±0,0002	0,006±0,0004***	0,003±0,0005	0,000±0,0008
Pb	0,02±0,0014	0,02±0,0016	0,02±0,0012	0,03±0,0009
Al	33,92±4,36	21,76±0,89***	16,26±0,63***	25,08±0,9
Бедренные мышцы				
Sr	0,21±0,01	0,23±0,02	0,29±0,04	0,33±0,02
Cd	0,04±0,0023	0,01±0,0006***	0,01±0,0005***	0,004±0,001
Pb	0,04±0,0031	0,04±0,0025	0,02±0,0012**	0,014±0,001***
Al	20,68±0,79	11,00±0,27***	10,49±0,33***	68,47±2,05***

$p \leq 0,05$ (*) $p \leq 0,01$ (**) $p \leq 0,001$ (***) *-достоверность относительно контрольной группы

В группе токсичных элементов выявлено значительное снижение содержания Cd во всех опытных группах на 75,0-90,0 % ($P \leq 0,001$). Содержание Al также снизилось во всех группах: на 46,8%, 49,3% и 231,1% соответственно ($P \leq 0,001$). Отмечено повышение содержания Sr во II группе на 38,1% ($P \leq 0,05$). Уровень Pb снизился во II и III группах на 50,0 % ($P \leq 0,01$) и 65,0 ($P \leq 0,01$).

В грудной мышечной ткани содержание влаги в I опытной группе увеличилось на 1,06%, во II группе снизилось на 0,19%, в III группе увеличилось на 1,65% по отношению с аналогичной группой. Содержание сухого вещества изменилось обратно пропорционально – в I группе показатель последнего снизился на 1,06%, во II группе увеличилось – на 0,19%, в III снизилось на 1,62%. Уровень белка в I опытной группе уменьшился на 0,01%, группе – на 0,03%, по отношению к контрольной группе. Содержание жира было ниже контроля в I группе на 1,91%, в остальных группах больше на 0,09 и 0,81% (табл. 29).

Таблица 29 - Содержание химических веществ в тушке цыплят-бройлеров, %

Грудные мышцы					
Группа	влаги	сухого вещества	протеин	жира	золы
Контроль	75,7	24,3	22,28	1,03	0,99
I опытная	76,76	23,24	20,37	1,89	0,98
II опытная	75,51	24,49	22,37	1,13	0,99
III опытная	77,35	22,68	20,73	0,99	0,96
Бедренные мышцы					
Контроль	75,42	24,58	19,47	4,15	0,96
I опытная	72,82	27,18	20,65	5,59	0,94
II опытная	76,36	23,64	19,19	3,48	0,97
III опытная	78,22	21,78	17,41	3,4	0,97

В бедренной мышечной ткани наблюдалась иная динамика: содержание влаги в I группе снизилось на 2,6%, во II и III группах повысилось на 0,94% и 2,80% соответственно по сравнению с контролем. Уровень сухого вещества в I группе повысился на 2,6%, во II и III группах снизился на 0,94% и 2,80% соответственно. Содержание белка в I группе было ниже контроля на 0,02%, во II и III группах больше на 0,01% и 2,44% соответственно. Содержание жира в I группе превысило контроль на 1,18%, во II и III группах было ниже на 0,28% и 0,04% соответственно.

В грудных мышцах наблюдается снижения содержания пальмитиновой кислоты в опытных группах на 0,60-1,10%. Зафиксировано увеличения содержания пальмитолоеновой кислоты в I и II опытных группах на 0,40 и 0,70%, но в III опытной группе равно интактной группе. Содержания стеариновой кислоты было больше у I и II опытных групп на 0,10%, в тоже время в III группе меньше на 1,10%. Зафиксировано снижения содержания олеиновой кислоты в I опытной группе на 0,30%, но в остальных группах наблюдается большее содержания на 0,80 и 1,30%. В I опытной группе наблюдается увеличения содержания линолевой кислоты на 1,50, в II и III группе снижения данного показателя на 0,70 и 0,10%. Содержания линоленовой кислоты было снижено в опытных группах на 0,50, 0,30 и 0,20% (табл. 30).

Таблица 30 - Содержание жирных кислот в мышечной ткани цыплят-бройлеров, %

Группа	C16:0 пальми тинова я	C16:1 пальми толеин овая	C18:0 стеарин овая	C18:1 олеино вая	C18:2 линоле вая	C18:3 линоле новая	C20:0 арахин овая	Прочие
Грудные мышцы								
Контроль	24,2	2,1	12	37,1	22,1	2,4	0,1	0,0
I опытная	23,1	2,5	12,1	36,8	23,6	1,9	0,0	0,0
II опытная	23,6	2,8	12,1	37,9	21,4	2,1	0,1	0,0
III опытная	24,2	2,1	10,9	38,4	22,0	2,2	0,2	0,0
Бедренные мышцы								
Контроль	25,4	1,7	12,5	26,4	31,5	2,3	0,2	0,0
I опытная	24,5	2,0	13	25,4	32,9	2,0	0,2	0,0
II опытная	24,5	1,8	11,6	25,8	33,6	2,4	0,3	0,0
III опытная	22,2	2,3	13,4	27,5	32,6	2,0	0,0	0,0

В тканях бедренных мышц наблюдается снижения содержания пальмитиновой кислоты у опытных групп на 0,90-3,10%. Пальмитолеиновая кислота в свою очередь была больше в опытных группах на 0,10-0,60%. Содержания стеариновой кислоты было больше у I и III опытной группы на 0,50 и 0,90%, но в II группе наблюдается снижения на 0,90%. В группах I и II наблюдается снижения содержания олеиновой кислоты на 1,00 и 0,60%, но во III группе данный был больше на 1,10%. Зафиксировано увеличения содержания линолевой кислоты в опытных группах на 1,40, 2,10 и 1,10%. Содержания линоленовой кислоты в I и III опытных группах было меньше на 0,30%, но в II группе наблюдается увеличения на 0,10%.

3.2.8 Результаты микробиологического исследования содержимого кишечника цыплят бройлеров

В рамках проведения этапа оценки степени влияния конопляного и льняного жмыхов в концентрации 100 г/кг корма от основного рациона цыплят-бройлеров и их комбинированного использования с целлюлактарином-Т в дозе 1 г/кг корма, на представителей индигенной нормофлоры кишечника, методом посева содержимого кишечника на

селективные питательные среды с подсчетом колониеобразующих единиц, экспериментально установлено наличие выраженного влияния кормовых добавок на численность исследуемых микроорганизмов. В частности, регистрируется достоверно значимое увеличение численности микроорганизмов, выросших на накопительных субстратах, характеризующееся превышением показателя общего микробного числа (ОМЧ) по отношению к интактным значениям на 28,98 % ($p \leq 0,01$), 38,51 % ($p \leq 0,001$) и 21,41 % ($p \leq 0,05$), в I, II и III опытных группах (рисунок 2).

Оценивая степень влияния целлюлобактерина-Т и его комбинированного использования с конопляным и льняным жмыхами на отдельные родовые группы структурного микробиома кишечника следует отметить наличие положительной динамики увеличения численности *Lactobacillus* sp. и *Enterococcus* sp. во всех опытных группах с превышением контрольных значений на 20,20 %, 25,50 % ($p \leq 0,05$), 27,37 % ($p \leq 0,05$) и 38,97 % ($p \leq 0,01$), 64,41 % ($p \leq 0,001$), 67,47 % ($p \leq 0,001$), в I, II и III опытных группах (рисунок 2). Совокупность полученных экспериментальных данных по оценке степени влияния исследуемых рационов на автохтонную микрофлору кишечника цыплят-бройлеров следует отметить, но наряду с достоверно значимым увеличением численности микроорганизмов обеспечивающих пристеночное пищеварение, наблюдается выраженное ингибирование условно-патогенной флоры, представленной *Salmonella* sp., культивирование и идентификация которой осуществлялась с использованием висмутсульфит агара.

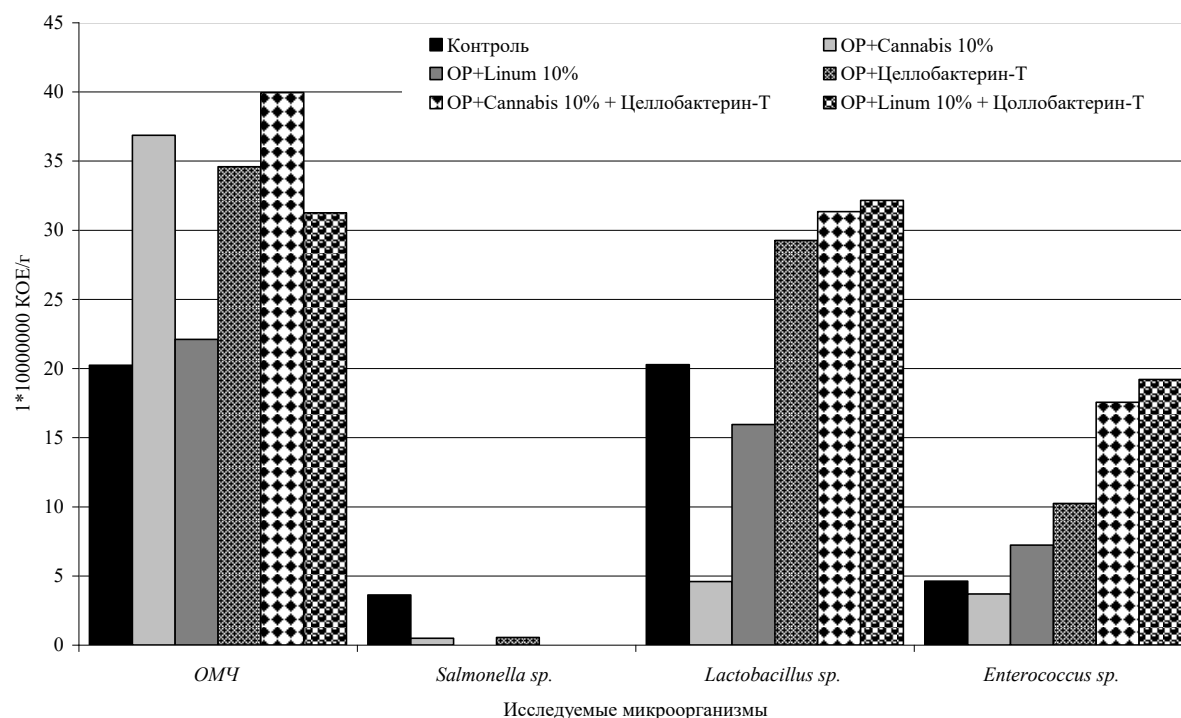


Рис. 2 Сравнительный анализ влияния конопляного и льняного жмыхов и их комбинированного использования с целлобактерином-Т на исследуемые автохтонные микроорганизмы кишечника цыплят-бройлеров

Так на фоне применения целлобактерина-Т численность данных микроорганизмов значительно снизилась на 78,60 % ($p \leq 0,001$) по отношению к интактной группе. Комбинация конопляного и льняного жмыхов с целлобактерином-Т обладает выраженным ингибирующим эффектом в отношении *Salmonella sp.*, что гипотетически может быть обусловлено выраженным антагонистическим действием между представителями данного рода и микроорганизмами, входящими в состав ферментирующего пробиотического препарата, эффективность действия которых усиливается фитохимическими веществами, входящими в состав используемых жмыхов.

3.3. Результаты научно-производственной проверки

Научно-производственная проверка проводилась в условиях бройлерного цеха ПФ «Оренбургская». В цеху были сформированы три группы: общехозяйственная (на основном рационе); 1 опытная – с частичной (10%) заменой соевого шрота на жмых из семян льна + целлюлобактерин; 2 опытная - 1 опытная – с частичной (10%) заменой соевого шрота на жмых из семян технической конопли + целлюлобактерин (таблица 31).

Таблица 31 - Результаты научно-производственной проверки

Значения	Группа		
	общехозяйственная	1 опытная (жмых из семян льна + пробиотик)	2 опытная (жмых из семян технической конопли + пробиотик)
Количество цыплят-бройлеров, гол	350	350	350
Среднесуточный прирост, г	61,6	63,4	62
Расход корма на кг прироста, кг	1,9	1,81	1,83
Убойная масса всего поголовья, кг	818	839	823
Убойный выход, %	69,8	71,3	70,7
Масса потрошенной тушки, г	1631	1710	1662
Производственные затраты, всего в руб.	98608	101413	99026
Себестоимость 1 кг мяса, руб.	173	169	170
Средняя реализационная цена 1 кг мяса с субпродуктами, руб.	210	210	210
Общая выручка от реализации, руб.	119879	125685	122157
Прибыль от реализации мяса и субпродуктов, руб.	21271	24272	23131
Рентабельность, %	21,6	23,9	23,4

По ее результатам установлено увеличение среднесуточного прироста цыплят-бройлеров - до 3 %, в том числе сохранности поголовья - на 2 %, общей выручки от реализации продукции на момент проведения

исследований – на 2278-5806 руб., и рентабельности производства – на 1,8-2,3 %.

4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Первая серия исследований.

Достоверное снижение усвояемости сырой клетчатки, сырого протеина и органического вещества отмечалось в группах с 10% конопляного и 5–10% льняного жмыхов. Это может быть связано с высоким содержанием некрахмалистых полисахаридов (НПС) и ингибиторов протеаз в жмыхах [184].

В ходе эксперимента установлено, что применение стартового рациона в опытных группах приводит к достоверному повышению усвояемости сырого жира ($p \leq 0,01$). Это явление может быть связано с высоким содержанием в рационе линолевой (омега-6) и α -линоленовой (омега-3) кислот, характеризующихся повышенной биодоступностью (Callaway J.C. 2004). Кроме того, присутствие фосфолипидов в жмыхах способствует улучшению эмульгирования и гидролиза липидов, что также может влиять на их усвоение. При использовании ростового рациона зафиксировано статистически значимое увеличение переваримости сырого протеина ($p \leq 0,05$) и органического вещества ($p \leq 0,01$) в группе, получавшей льняной жмых, что, вероятно, обусловлено наличием в его составе природных активаторов панкреатических протеаз (Petra Ivanova, 2023). Согласно данным исследований (Jadhav Vidya V., 2024), жмыхи стимулируют развитие бактериальной микрофлоры, продуцирующей липазы, что в конечном итоге способствует повышению переваримости жиров

Общая результаты проведенного исследования морфофизиологических показателей крови следует отметить, что наблюдается достоверное изменения содержания гемоглобина и лейкоцитов при использовании конопляного и льняного жмыха в концентрации 10%. Данные свидетельствуют о улучшение доступности железа организмом цыплят-бройлеров. Помимо этого, увеличения в рационе α -линоленовой

кислоты стимулирует синтез эритропоэтина в почках. Помимо этого, достоверное увеличение базофилов в группе, получавшей льняной и конопляный жмыхи может быть связана с стимулирующими дифференцировку базофилов.

Снижение уровня АЛТ в группах с конопляным жмыхом 5 и 10%, льняным жмыхом 5% может свидетельствовать о гепатопротекторном действии полиненасыщенных жирных кислот, содержащихся в этих кормах (Vonapartis, E., et. al. 2015). Снижение холестерина, особенно в группе с 5% конопляного жмыха согласуется с данными о влиянии ПНЖК на липидный обмен (Eman M. et. al. 2024). Повышение мочевины может указывать на изменение белкового метаболизма, возможно, из-за снижения усвояемости протеина. Помимо этого, ПНЖК могло повлиять на увеличение массы съедобных частей во всех опытных группах

Снижение у опытных групп *Salmonella* sp. в толстом кишечнике может быть связано с антимикробными свойствами лигнанов и ПНЖК. Рост *Enterococcus* в тонком кишечнике требует дополнительного изучения, так как это может быть связано с изменением pH среды. Снижение *Lactobacillus* в группах с 10% конопляного и льняного жмыхов может объясняться угнетающим действием клетчатки на молочнокислой бактерии (Vichare SA and Morya S 2024).

Вторая серия исследований.

В ходе исследования наблюдалось увеличение абсолютного прироста, особенно в II и III опытной группе по сравнению с контрольной, при снижении общей поедаемости корма, вследствие этого в опытных группах зафиксировано улучшения конверсии корма. Это согласуется с исследованиями Józefiak с соавторами (Józefiak D. et al. 2013), где ферментные препараты и пробиотики улучшали конверсию корма за счет повышения усвояемости питательных веществ.

В кормление ростового рациона наблюдалось увеличения усвояемости в опытных группах органического вещества, сырого протеина, жира и сырой

клетчатки, достоверные изменения по этим показателям наблюдаются в II и III опытных группах. Увеличения усвояемости клетчатки связано с наличием в Целлобатктерине-Т целлолетических бактерий. А наличие молочно кислых бактерий способствует улучшению нормофлоры кишечника цыплят-бройлеров, что в свою очередь и способствовало к увеличению усвояемости других компонентов кормов (Kiarie E et. al. 2013)

Морфологический состав крови цыплят-бройлеров.

Наиболее выраженные изменения антиоксидантного статуса в III опытной группе согласуются с данными Егоров И. А., (Егоров И.А. и др. 2021), по мнению которых комбинированное применение пробиотиков и растительных компонентов оказывает более эффективное антиоксидантное действие, чем их раздельное использование. Необходимо отметить, что в состав конопляного жмыха входят такие природные полифенолы, как токоферол и каннабидиол, которые известны своими антиоксидантными свойствами (Q. He et. al. 2025; G. Santos-Sanchez et. al. 2023). Это могло привести к увеличению активности ферментов каталазы и супероксид-дисмутазы.

Биохимический состав крови цыплят-бройлеров.

Наблюдаемые изменения биохимических показателей крови свидетельствуют об активизации метаболизма под влиянием изучаемых факторов. Как отмечают Malomo G. С соавторами (Malomo G. et al. 2013), повышение уровня глюкозы и общего белка указывает на усиление анаболических процессов в организме птицы. Увеличение содержания альбумина, по мнению Miah M. С соавторами (Miah M. et al. 2021), отражает улучшение белоксинтетической функции печени. Снижение уровня билирубина в крови птиц всех опытных группах указывает на улучшение функционального состояния печени (Zargi H. 2018.). Повышение уровня холестерина, согласно результатам исследований, Егоров И. А. с соавторами (Егоров И. А. и др. 2021), может быть обусловлено активизацией липидного обмена под влиянием биологически активных веществ конопляного жмыха.

Снижение концентрации мочевой кислоты в крови птиц опытных групп свидетельствует об улучшении белкового обмена и более эффективной утилизации азотистых соединений (Anderson R.C. et al. 2022). Отмеченное в нашем исследовании повышение содержания в крови птиц I группы сывороточного альбумина, который служит активным переносчиком биологически активных веществ, вероятно, связано с включением в состав рациона пробиотика, аналогичный эффект наблюдали в своих экспериментах и другие исследователи (Liu J., et al. 2023). Кроме того, некоторые авторы при использовании пробиотиков в рационе бройлеров отмечали изменение липидного профиля (Derakhshan M. et al. 2023.), что так же согласуется с результатами наших исследований. Улучшения белкового обмена способствовало к увеличению массы съедобных частей в опытных группах и повышению соотношения съедобной части к несъедобной, это согласуется с данными полученными Mountzouris с соавторами (Mountzouris KC et al. 2007)

5. Заключение

1. Включение в состав рационов цыплят-бройлеров жмыха из семян технической конопли (частичная замена соевого шрота по питательности) в количестве 5 и 10% способствовало: снижению расхода корма на 1 кг живой массы (на 7,5-9,5%), поедаемости корма (на 10,2-10,8%), на фоне практически не изменившейся живой массы; увеличению переваримости сырого жира ($p \leq 0,05$), снижению коэффициентов переваримости веществ (кроме жира) при 10% замене в ростовой период ($p \leq 0,05$).

2. Замена соевого шрота в рационе на жмых из семян технической конопли (10%) способствовало увеличению гемоглобина в крови (на 15%), клеток белой крови (лейкоцитов, нейтрофилов, эозинофилов), и мочевины (при 5 и 10% замене), снижению триглицеридов ($p \leq 0,05$), АЛТ ($p \leq 0,05$); состав мышечной ткани характеризовался увеличением сухого вещества в мышечной ткани (на 0,8-1,0%), олеиновой кислоты (5 и 10% замена), кальция (на 15,1-16,5%).

3. Включение в состав рационов цыплят-бройлеров жмыха из семян льна (частичная замена соевого шрота по питательности) в количестве 5 и 10% способствовало: снижению расхода корма на 1 кг живой массы (на 6,0%), поедаемости корма (на 12,3-13,1%), на фоне снижения живой массы; снижению коэффициентов переваримости веществ (кроме жира) в ростовой период ($p \leq 0,05$).

4. Замена соевого шрота в рационе на жмых из семян льна (10%) способствовало увеличению гемоглобина в крови (на 15%), клеток белой крови (лейкоцитов, нейтрофилов, эозинофилов), мочевины, альбуминов (при 5% замене $p \leq 0,05$), триглицеридов ($p \leq 0,05$), АСТ ($p \leq 0,05$); состав мышечной ткани характеризовался увеличением жира, пальмитолеиновой и олеиновой кислот (на 0,2-0,7%, при 10% замене), кальция, цинка, кобальта, ($p \leq 0,05$).

5. Включение в состав рационов цыплят-бройлеров жмыха из семян технической конопли (10% частичная замена соевого шрота по питательности) и пробиотика способствовало: снижению расхода корма на 1 кг живой массы (на 14,2%), поедаемости корма (на 2%), на фоне увеличения живой массы (на 12,8%) и европейского индекса продуктивности (на 84,8 ед.); увеличению переваримости сухого вещества, сырого жира и протеина ($p \leq 0,05$).

6. Замена соевого шрота в рационе на жмых из семян технической конопли (10%) способствовало снижению клеток белой крови (лимфоцитов, эозинофилов), мочевой кислоты и билирубина, увеличению общего белка ($p \leq 0,05$), АЛТ ($p \leq 0,05$), активности супероксиддисмутазы (на 27%) и каталазы (на 103%); установлено увеличение мышечной ткани (на 21%) и убойного выхода (на 7%); состав мышечной ткани характеризовался увеличением кальция, железа, цинка в мышечной ткани (до 19%), олеиновой и линолевой кислоты (на 2-6%).

7. Включение в состав рационов цыплят-бройлеров жмыха из семян льна (10% частичная замена соевого шрота по питательности) и пробиотика способствовало: снижению расхода корма на 1 кг живой массы (на 12%), поедаемости корма (на 11%), на фоне увеличения живой массы (на 9%) и европейского индекса продуктивности (на 71 ед.); увеличению коэффициентов переваримости веществ в ростовой период ($p \leq 0,05$).

8. Замена соевого шрота в рационе на жмых из семян льна (10%) способствовало снижению клеток белой крови (моноцитов, эозинофилов), билирубина, АСТ ($p \leq 0,05$), мочевины ($p \leq 0,05$); увеличению убойного выхода (на 7%) и количества мышечной ткани (на 15%); состав мышечной ткани характеризовался увеличением белка (на 3,5%), линолевой (на 3%) и олеиновой кислот (на 3-4%), кальция и цинка, ($p \leq 0,05$).

9. Результаты научно-производственной проверки оценки повышения эффективности производства продуктов птицеводства при включении в рацион жмыхов из семян технической конопли и льна российских культур, в том числе совместно с пробиотиком показало увеличение среднесуточного прироста цыплят-бройлеров - до 3 %, сохранности поголовья - на 2 %, общей выручки от реализации продукции (на 2278-5806 руб.), и рентабельности производства – на 1,8-2,3 %.

6. Предложения производству

Для оптимизации себестоимости производства продукции при выращивании цыплят-бройлеров, рекомендуется частичная замена соевого шрота в составе комбикормов на жмых из семян технической конопли в дозировке 100 г/кг корма (при содержании сырого протеина не менее 28%, жира — 10%, клетчатки — не более 35%) или жмых льна (с содержанием сырого протеина не менее 38%, жира — 12%, клетчатки — не более 10%), дополнительно целесообразно включение в рацион пробиотика Целлобактерин-Т в дозе 1 г/кг корма, комплексное применение указанных компонентов способствует повышению среднесуточного прироста цыплят-бройлеров до 3%, эффективности использования корма до 12% и улучшению качества мяса птицы.

7. Перспективы дальнейшей разработки темы

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в изучении влияния жмыхов из семян технической конопли и льна российских культур, при частичной замене в составе рационов цыплят-бройлеров на трансформацию энергии и протеина в тушку, а также возможность их применения у других физиологических групп.

Список источников литературы

1. Ahlström, C. The effect of precipitation pH on protein recovery yield and emulsifying properties in the extraction of protein from cold-pressed rapeseed press cake / C. Ahlström, J. Thuvander, M. Rayner, M. Matos, G. Gutiérrez, K. Östbring // *Molecules*. – 2022. – V. 27 (9). – P. 2957. – doi: 10.3390/molecules27092957.
2. Alemu, W. Supplementation of cottonseed, linseed, and noug seed cakes on feed intake, digestibility, body weight, and carcass parameters of Sidama goats / W. Alemu, S. Melaku, A. Tolera // *Trop Anim Health Prod*. – 2010. – V. 42(4). – P. 623-31. – doi: 10.1007/s11250-009-9466-9.
3. Anderson R. C., Wilson B. S., Zhang L. Impact of plant additives on lipid metabolism in poultry // *World's Poultry Science Journal*. 2022. Vol. 78. No. 4. P. 789–801
4. Antioxidant effect assessment and trans epithelial analysis of new hempseed protein hydrolysates / G. Santos-Sanchez, G. Aiello, F. Rivardo, et al. // *Antioxidants (Basel)*. 2023. Vol. 12. No. 5. Article 1099. URL: doi: 10.3390/antiox12051099.
5. Arango, S. Effect of dietary hemp cake inclusion on the in vivo and post mortem performances of holstein veal calves / S. Arango, N. Guzzo, E. Raffrenato, L. Bailoni // *Animals (Basel)*. – 2022. – V. 12(21) – P. 2922. – doi: 10.3390/ani12212922.
6. Arango, S. Evaluation of behavior in veal calves fed milk containing different levels of hempseed cake (*Cannabis sativa* L.). S. Arango, N. Guzzo, V. Trabacchin, E. Raffrenato, C. Sartori, L. Bailoni // *Front Vet Sci*. – 2023. – V. 10 – P. 1295949. – doi: 10.3389/fvets.2023.1295949.
7. Aregheore, EM. Nutritional evaluation of zambia indigenous soy bean (*Glycine max*) and sunflower (*Helianthus annus*) as protein sources in poultry and pigs diets / EM. Aregheore // *Nahrung*. – 1998. – V. 42(5) – P. 298-301. – doi: 10.1002/(sici)1521-3803(199810)42:05<298:aid-food298>3.3.co;2-u.

8. Arshad, M. Valorization of camelina oil to biobased materials and biofuels for new industrial uses: a review / M. Arshad, AK. Mohanty, R. Van Acker, R. Riddle, J. Todd, H. Khalil, M. Misra // RSC Adv. – 2022. – V. 12(42) – P. 27230-27245. – doi: 10.1039/d2ra03253h.
9. Attia, YA. Dietary flaxseed cake influences on performance, quality, and sensory attributes of eggs, serum, and egg trace minerals of laying hens / YA. Attia, AA. Al-Sagan, EOS. Hussein, MJ. Olal, TA. Ebeid, AA. Al-Abdullatif, RA. Alhotan, SR. Alyileili, HA. Shehata, V. Tufarelli // Trop Anim Health Prod. – 2024. – V. 56(2) – P. 50. – doi: 10.1007/s11250-024-03897-0.
10. Baert, K. Scientific assistance to assess the detoxification process for dioxins and PCBs in sunflower cake by hexane extraction / K. Baert, M. Binaglia, ML. Innocenti, L. Ramos Bordajandi // EFSA J. – 2018. – V. 16(12) – P. e05398. – doi: 10.2903/j.efsa.2018.5398.
11. Bailoni, L. Hemp (*Cannabis sativa* L.) seed and co-products inclusion in diets for dairy ruminants: / A Review L. Bailoni, E. Bacchin, A. Trocino, S. Arango // Animals (Basel). – 2021. – V. 11(3) – P. 856. – doi: 10.3390/ani11030856.
12. Baláži, A. The effects of adding hempseed cake on sperm traits, body weight, haematological and biochemical parameters in rabbit males / A. Baláži, A. Svoradová, A. Kováčik, J. Vašíček, P. Chreněk // Vet Sci. – 2024. – V. 11(10) – P. 509. – doi: 10.3390/vetsci11100509.
13. Baleseng, L. Morula kernel cake (*Sclerocarya birrea*) as a protein source in diets of finishing tswana lambs: effects on nutrient digestibility, growth, meat quality, and gross margin / L. Baleseng, O. Madibela, C. Tsopito, M. Mareko, W. Boitumelo, M. Letso // Animals (Basel). – 2023. – V. 13(8) – P. 1387. – doi: 10.3390/ani13081387.
14. Banskota, AH. Biochemical characterization and in vitro digestibility of protein isolates from hemp (*Cannabis sativa* L.) by-products for salmonid feed applications / AH. Banskota, SM. Tibbetts, A. Jones, R. Stefanova, J. Behnke // Molecules. – 2022. – V. 27(15) – P. 4794. – doi: 10.3390/molecules27154794.

15. Banskota, AH. Triacylglycerols and other lipids profiling of hemp by-products / AH. Banskota, A. Jones, JPM. Hui, R. Stefanova // *Molecules*. – 2022. – V. 27(7) – P. 2339. – doi: 10.3390/molecules27072339.
16. Bárta, J. Oilseed Cake flour composition, functional properties and antioxidant potential as effects of sieving and species differences / J. Bárta, V. Bártová, M. Jarošová, J. Švajner, P. Smetana, J. Kadlec, V. Filip, J. Kyselka, M. Berčíková, Z. Zdráhal, M. Bjelková, M. Kozak // *Foods*. – 2021. – V. 10(11) – P. 2766. – doi: 10.3390/foods10112766.
17. Bayat, AR. Evaluating the effects of high-oil rapeseed cake or natural additives on methane emissions and performance of dairy cows / AR. Bayat, J. Vilkki, A. Razzaghi, H. Leskinen, H. Kettunen, R. Khurana, T. Brand, S. Ahvenjärvi // *J Dairy Sci*. – 2022. – V. 105(2) – P. 1211-1224. – doi: 10.3168/jds.2021-20537.
18. Behera, S. Oil cakes - a by-product of agriculture industry as a fortificant in bakery products / S. Behera, K. Indumathi, S. Mahadevamma, ML. Sudha // *Int J Food Sci Nutr*. – 2013. – V. 64(7) – P. 806-14. – doi: 10.3109/09637486.2013.801405.
19. Berwanger, E. Sunflower cake with or without enzymatic complex for broiler chickens feeding / E. Berwanger, RV. Nunes, TJ. Pasquetti, AE. Murakami, TM. De Oliveira, DF. Bayerle, R. Frank // *Asian-Australas J Anim Sci*. – 2017. – V. 30(3) – P. 410-416. – doi: 10.5713/ajas.15.0644.
20. Bezerra, LS. Meat quality of lambs fed diets with peanut cake / LS. Bezerra, AM. Barbosa, GGP. Carvalho, JI. Simionato, JE. Jr. Freitas, MLGML. Araújo, L. Pereira, RR. Silva, ECQ. Lacerda, BMA. Carvalho // *Meat Sci*. – 2016. – V. 121 – P. 88-95. – doi: 10.1016/j.meatsci.2016.05.019.
21. Blicharz-Kania, A. Sunflower seed cake as a source of nutrients in gluten-free bread / A. Blicharz-Kania, A. Pecyna, B. Zdybel, D. Andrejko, A. Marczuk // *Sci Rep*. – 2023. – V. 13(1) – P. 10864. – doi: 10.1038/s41598-023-38094-w.

22. Budžaki, S. Proximate analysis of cold-press oil cakes after biological treatment with *Trametes versicolor* and *Humicola grisea* / S. Budžaki, I. Strelec, M. Krnić, K. Alilović, M. Tišma, B. Zelić // *Eng Life Sci.* – 2018. – V. 18(12) – P. 924-931. – doi: 10.1002/elsc.201800033.
23. Butnaru, E. Thermal properties of seed cake biomasses and their valorisation by torrefaction / E. Butnaru, E. Stoleru, D. Ioniță, M. Brebu // *Polymers (Basel)*. – 2024. – V. 16(20) – P. 2872. – doi: 10.3390/polym16202872.
24. Cais-Sokolińska, D. Evaluation of quality of kefir from milk obtained from goats supplemented with a diet rich in bioactive compounds / D. Cais-Sokolińska, J. Pikul, J. Wójtowski, R. Danków, J. Teichert, G. Czyżak-Runowska, E. Bagnicka // *J Sci Food Agric.* – 2015. – V. 95(6) – P. 1343-9. – doi: 10.1002/jsfa.6828.
25. Callaway, J.. (2004). Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica*. 140. 65-72. doi:10.1007/s10681-004-4811-6.
26. Caparra, P. Effect of dietary ensiled olive cake supplementation on performance and meat quality of apulo-calabrese pigs / P. Caparra, L. Chies, M. Scerra, F. Foti, M. Bognanno, C. Cilione, P. De Caria, S. Claps, GF. Cifuni // *Animals (Basel)*. – 2023. – V. 13(12) – P. 2022. – doi: 10.3390/ani13122022.
27. Capcanari, T. Hemp seed cake flour as a source of proteins, minerals and polyphenols and its impact on the nutritional, sensorial and technological quality of bread / T. Capcanari, E. Covaliov, C. Negoita, R. Siminiuc, A. Chirsanova, V. Reșitca, D. Țurcanu // *Foods*. – 2023. – V. 12(23) – P. 4327. – doi: 10.3390/foods12234327.
28. Caponio, GR. Nutritional improvement of gluten-free breadsticks by olive cake addition and sourdough fermentation: how texture, sensory, and aromatic profile were affected? / GR. Caponio, G. Difonzo, G. de Gennaro, M. Calasso, M. De Angelis, A. Pasqualone // *Front Nutr.* – 2022. – V. 9. – P. 830932. – doi: 10.3389/fnut.2022.830932.
29. Chen, W. Simultaneous hydrolysis with lipase and fermentation of rapeseed cake for iturin a production by *Bacillus amyloliquefaciens* CX-20 / W.

Chen, X. Li, X. Ma, S. Chen, Y. Kang, M. Yang, F. Huang, X. Wan // BMC Biotechnol. – 2019. – V. 19(1) – P. 98. – doi: 10.1186/s12896-019-0591-x.

30. Chiofalo, V. Effect of dietary olive cake supplementation on performance, carcass characteristics, and meat quality of beef cattle / V. Chiofalo, L. Liotta, V. Lo Presti, F. Gresta, AR. Di Rosa, B. Chiofalo // Animals (Basel). – 2020. – V. 10(7) –P. 1176. – doi: 10.3390/ani10071176.

31. Cordeiro, CN. The use of enzymes in meat quail diets containing sunflower seed cake / CN. Cordeiro, ER. Freitas, RC. Nepomuceno, SG. Pinheiro, DH. Souza, EO. Santos, MCA. Melo, AKO. Silva, GAJD. Nascimento // An Acad Bras Cienc. – 2022. – V. 94(4) – P. e20200138. – doi: 10.1590/0001-3765202220200138.

32. Correia, BR. Feeding behavior of feedlot-finished young bulls fed diets containing peanut cake / BR. Correia, GG. de Carvalho, RL. Oliveira, AJ. Pires, OL. Ribeiro, RR. Silva, AG. Leão, CS. Rodrigues // Trop Anim Health Prod. – 2015. – V. 47(6) –P. 1075-81. – doi: 10.1007/s11250-015-0829-0.

33. Correia, BR. Intake, digestibility, performance, and nitrogen metabolism of feedlot-finished young bulls () fed diets containing peanut cake / BR. Correia, GG. de Carvalho, RL. Oliveira, AJ. Pires, OL. Ribeiro, RR. Silva, AG. Leão, PA. Oliveira // J Anim Sci. – 2016. – V. 94(11) – P. 4720-4727. – doi: 10.2527/jas.2015-0166.

34. Correia, BR. Production and quality of beef from young bulls fed diets supplemented with peanut cake / BR. Correia, GG. Carvalho, RL. Oliveira, AJ. Pires, OL. Ribeiro, RR. Silva, AG. Leão, JI. Simionato, BM. Carvalho // Meat Sci. – 2016. – V. 118 –P. 157-63. – doi: 10.1016/j.meatsci.2016.03.017.

35. Cullere, M. Effect of the dietary inclusion of Camelina sativa cake into quail diet on live performance, carcass traits, and meat quality / M. Cullere, Y. Singh, E. Pellattiero, S. Berzuini, I. Galasso, C. Clemente, A. Dalle Zotte // Poult Sci. – 2023. – V. 102(6) – P. 102650. – doi: 10.1016/j.psj.2023.102650.

36. da Silva Oliveira, V. Sunflower cake from the biodiesel industry in the diet improves the performance and carcass traits of nellore young bulls / V. da

Silva Oliveira, AM. Barbosa, EA. de Andrade, GF. Virginio Júnior, TVC. Nascimento, AGVO. Lima, RWD. Portela, JM. da Silva Júnior, ES. Pereira, LR. Bezerra, RL. Oliveira // *Animals (Basel)*. – 2022. – V. 12(23) – P. 3243. – doi: 10.3390/ani12233243.

37. de Araujo, ML. Assessment of the metabolic, protein, energy, and liver profiles of lambs finished in a feedlot and receiving diets containing groundnut cake / ML. de Araujo, GG. de Carvalho, MC. Ayres, LS. Bezerra, RA. Rebouças, CH. da Costa Vieira Filho, RL. Oliveira, TM. Silva, JK. Leite, CS. da Costa Teixeira // *Trop Anim Health Prod.* – 2014. – V. 46(2) – P. 433-7. – doi: 10.1007/s11250-013-0510-4.

38. de Oliveira Costa, MK. Sunflower cake associated with crude glycerin in white laying hens diets: performance and quality, antioxidant activity and lipid oxidation of eggs / MK. de Oliveira Costa, RC. Nepomuceno, DH. Souza, MCA. de Melo, OF. de Souza, VS. Silva, TR. Gomes, PH. Watanabe, ER. Freitas // *Res Vet Sci.* – 2023. – V. 164 – P. 105038. – doi: 10.1016/j.rvsc.2023.105038.

39. de Oliveira Filho, JG. Sunflower seed byproduct and its fractions for food application: an attempt to improve the sustainability of the oil process / JG. de Oliveira Filho, MB. Egea // *J Food Sci.* – 2021. – V. 86(5) – P. 1497-1510. – doi: 10.1111/1750-3841.15719.

40. de Oliveira, PA. Intake and digestibility, rumen fermentation, and concentrations of metabolites in steers fed with peanut cake / PA. de Oliveira, RL. Oliveira, SM. Jaeger, MC. de Paula Leite, AR. Bagaldo, LR. Bezerra, BR. Correia, NB. de Santana Filho // *Trop Anim Health Prod.* – 2016. – P. 48(2) – P. 403-9. – doi: 10.1007/s11250-015-0965-6.

41. Derakhshan M., Ghasemian S. O., Gholami-Ahangaran M. The effects of probiotic and phytase on growth performance, biochemical parameters and antioxidant capacity in broiler chickens // *Vet Med Sci.* 2023. Vol. 9. No. 2. P. 860–866. doi: 10.1002/vms3.1075

42. Dias, CAS. Peanut cake can replace soybean meal in supplements for lactating cows without affecting production / CAS. Dias, AR. Bagaldo, WG.

Cerutti, AM. Barbosa, GGP. de Carvalho, EIS .Costa, LR. Bezerra, RL. Oliveira // Trop Anim Health Prod. – 2018. – P. 50(3) – V. 651-657. – doi: 10.1007/s11250-017-1482-6.

43. Drażbo, A. The effect of raw and fermented rapeseed cake on growth performance, carcass traits, and breast meat quality in turkey / A. Drażbo, K. Kozłowski, K. Ognik, A. Zaworska, J. Jankowski // Poult Sci. – 2019. – V. 98(11) – P. 6161-6169. – doi: 10.3382/ps/pez322.

44. Drazbo, A. The effect of raw and fermented rapeseed cake on the metabolic parameters, immune status, and intestinal morphology of turkeys / A. Drazbo, K. Ognik, A. Zaworska, K. Ferenc, J. Jankowski // Poult Sci. – 2018. – V. 97(11) – P. 3910-3920. – doi: 10.3382/ps/pey250.

45. Drażbo, AA. The fermentation process improves the nutritional value of rapeseed cake for turkeys-effects on performance, gut bacterial population and its fermentative activity / AA. Drażbo, J. Juśkiewicz, A. Józefiak, P. Konieczka // Animals (Basel). – 2020. – V. 10(9) – P. 1711. – doi: 10.3390/ani10091711.

46. Drożłowska, E. Valorization of flaxseed oil cake residual from cold-press oil production as a material for preparation of spray-dried functional powders for food applications as emulsion stabilizers / E. Drożłowska, Ł. Łopusiewicz, M. Mężyńska, A. Bartkowiak // Biomolecules. – 2020. – V. 10(1) – P. 153. – doi: 10.3390/biom10010153.

47. Effect of selected probiotics and synbiotics on growth performance and blood-biochemical changes in broiler chickens / M. Miah, K. Khalil, A. Islam, et al. // Journal of the Bangladesh Agricultural University 2021. Vol. 19. P. 471–476. doi: 10.5455/JBAU.120923

48. Effects of partial replacement of soybean meal with hemp seed (*Cannabis sativa* L.) cake on the growth and meat quality in female three-yellow chickens / Q. He, Z. Zhang, H. Tian, et al. // Poult Sci. 2025. Vol. 104. No. 1. Article 104466. doi: 10.1016/j.psj.2024.104466

49. El Otmani, S. Effect of olive cake and cactus cladodes incorporation in goat kids' diet on the rumen microbial community profile and meat fatty

acid composition / S. El Otmani, Y. Chebli, B. Taminiau, M. Chentouf, JL. Hornick, JF. Cabaraux // *Biology* (Basel). – 2021. – V. 10(12) – P. 1237. – doi: 10.3390/biology10121237.

50. Elbaz, AM. Growth performance, digestive function, thyroid activity, and immunity of growing rabbits fed olive cake with or without *Saccharomyces cerevisiae* or citric acid / AM. Elbaz, B. Farrag, NM. Mesalam, HA. Basuony, AMM. Badran, AE. Abdel-Moneim // *Trop Anim Health Prod.* – 2023. – V. 55(6) – P. 376. – doi: 10.1007/s11250-023-03794-y.

51. Eman M. Ahmed, Adel I. Attia, Zenat A. Ibrahim, Garsa Alshehry, Eman H. Algarni, Nasser M. Aldekhail, Mohamed E. Abd El-Hack, The impacts of dietary inclusion of soybean oil and linseed oil on growth performance, carcass yield, and health status of growing Japanese quail, *Poultry Science*, Volume 103, Issue 7, 2024, 103746, ISSN 0032-5791, doi.org/10.1016/j.psj.2024.103746.

52. Eunjoo Kim, Natalie K. Morgan, Amy F. Moss, Lily Li, Peter Ader, Mingan Choct, The flow of non-starch polysaccharides along the gastrointestinal tract of broiler chickens fed either a wheat- or maize-based diet, *Animal Nutrition*, Volume 9, 2022, Pages 138-142, ISSN 2405-6545, doi.org/10.1016/j.aninu.2021.11.004.

53. Fazio, E. Effects of dietary enrichment with olive cake on the thyroid and adrenocortical responses in growing beef calves / E. Fazio, A. Bionda, V. Chiofalo, D. La Fauci, C. Randazzo, A. Pino, P. Crepaldi, G. Attard, L. Liotta, V. Lopreiato // *Animals* (Basel). – 2023. – V. 13(13) – P. 2120. – doi: 10.3390/ani13132120.

54. Feng, X. Effect of hempseed cake (*Cannabis sativa* L.) incorporation on the physicochemical and antioxidant properties of reconstructed potato chips / X. Feng, G. Sun, Z. Fang // *Foods*. – 2022. – V. 11(2) – P. 211. – doi: 10.3390/foods11020211.

55. Ferrer, P. Partially defatted olive cake in finishing pig diets: implications on performance, faecal microbiota, carcass quality, slurry composition and gas emission. P. Ferrer, S. Calvet, P. García-Rebollar, C. de Blas, AI. Jiménez-

Belenguer, P. Hernández, O. Piquer, A. Cerisuelo // *Animal*. – 2020. – P. 14(2) – P. 426-434. – doi: 10.1017/S1751731119002040.

56. Foti, P. Olive Pomace and pâté olive cake as suitable ingredients for food and feed / P. Foti, A. Pino, FV. Romeo, A. Vaccalluzzo, C. Caggia, CL. Randazzo // *Microorganisms*. – 2022. – V. 10(2) – P. 237. – doi: 10.3390/microorganisms10020237.

57. Gao, J. Effects of dietary inclusion with rapeseed cake containing high glucosinolates on nitrogen metabolism and urine nitrous oxide emissions in steers / J. Gao, B. Cheng, Y. Sun, Y. Zhao, G. Zhao // *Anim Nutr*. – 2022. – V. 8(1) – P. 204-215. – doi: 10.1016/j.aninu.2021.05.006.

58. Gao, J. Effects of different levels of rapeseed cake containing high glucosinolates in steer ration on rumen fermentation, nutrient digestibility and the rumen microbial community / J. Gao, Y. Sun, Y. Bao, K. Zhou, D. Kong, G. Zhao // *Br J Nutr*. – 2021. – V. 125(3) – P. 266-274. – doi: 10.1017/S0007114520002767.

59. Gao, M. Effects of raw and fermented rapeseed cake on growth performance, methane production, and breast meat fatty acid composition in broiler chickens / M. Gao, A. Cieślak, B. Kierończyk, H. Huang, YR. Yanza, A. Zaworska-Zakrzewska, D. Józefiak, M. Szumacher-Strabel // *Animals (Basel)*. – 2020. – V. 10(12) – P. 2250. doi: 10.3390/ani10122250.

60. Gao, M. Effects of raw and fermented rapeseed cake on ruminal fermentation, methane emission, and milk production in lactating dairy cows / M. Gao, A. Cieślak, H. Huang, M. Gogulski, D. Petrič, D. Ruska, AK. Patra, M. El-Sherbiny, M. Szumacher-Strabel // *Anim Feed Sci Technol*. – 2023. – V. 300 – P. 115644. – doi: 10.1016/j.anifeedsci.2023.115644.

61. Giarola, RC. Effect of sunflower protein meal and electrostatic complexes of sunflower meal-pectin on the cake crumb structure and color / RC. Giarola, EH. Nabeshima, J. Michelazzo Campopiano, RA. Ferrari, F. Martins Montenegro, MS. Sadahira // *J Food Sci Technol*. – 2022. – V. 59(4) – P. 1419-1428. doi: 10.1007/s13197-021-05151-z.

62. Goiri, I. Evaluating the inclusion of cold-pressed rapeseed cake in the concentrate for dairy cows upon ruminal biohydrogenation process, ruminal microbial community and milk production and acceptability / I. Goiri, I. Zubiria, J.L. Lavín, H. Benhissi, R. Atxaerandio, R. Ruiz, N. Mandaluniz, A. García-Rodríguez // *Animals* (Basel). – 2021. – V. 11(9) – P. 2553. doi: 10.3390/ani11092553.

63. Goiri, I. Use of cold-pressed sunflower cake in the concentrate as a low-input local strategy to modify the milk fatty acid profile of dairy cows / I. Goiri, I. Zubiria, H. Benhissi, R. Atxaerandio, R. Ruiz, N. Mandaluniz, A. Garcia-Rodriguez // *Animals* (Basel). – 2019. – V. 9(10) – P. 803. doi: 10.3390/ani9100803.

64. Gültekin Subaşı, B. A review on protein extracts from sunflower cake: techno-functional properties and promising modification methods / B. Gültekin Subaşı, B. Vahapoğlu, E. Capanoglu, MA. Mohammadifar // *Crit Rev Food Sci Nutr*. – 2022. – V. 62(24) – P. 6682-6697. doi: 10.1080/10408398.2021.1904821.

65. Hassan, FU. Potential of dietary hemp and cannabinoids to modulate immune response to enhance health and performance in animals: opportunities and challenges / FU. Hassan, C. Liu, M. Mehboob, RM. Bilal, MA. Arain, F. Siddique, F. Chen, Y. Li, J. Zhang, P. Shi, B. Lv, Q. Lin // *Front Immunol*. – 2023. – V. 14 – P. 1285052. doi: 10.3389/fimmu.2023.1285052.

66. He, Q. Effects of partial replacement of soybean meal with hemp seed (*Cannabis sativa* L.) cake on the growth and meat quality in female three-yellow chickens / Q. He, Z. Zhang, H. Tian, H. Wang, X. Lu, H. Deng, F. Yang, X. Tang, J. Wang, Z. Li, H. Li, S. Shen, Y. Lu, J. Huang // *Poult Sci*. – 2024. – V. 104(1) – P. 104466. doi: 10.1016/j.psj.2024.104466.

67. Helstad, A. Protein extraction from cold-pressed hempseed press cake: From laboratory to pilot scale / A. Helstad, E. Forsén, C. Ahlström, IC. Mayer Labba, AS. Sandberg, M. Rayner, JK. Purhagen // *J Food Sci*. – 2022 – V. 87(1) – P. 312-325. doi: 10.1111/1750-3841.16005.

68. Hilbrands, AM. Effects of increasing dietary inclusion of camelina cake on growth performance of growing-finishing pigs / AM. Hilbrands, LJ. Johnston, RB. Cox, F. Forcella, R. Gesch, YZ. Li // *Transl Anim Sci.* – 2021. – V. 5(3) – P. txab140. doi: 10.1093/tas/txab140.
69. Hoffmann, D. Chickens' growth performance and pancreas development exposed to soy cake varying in trypsin inhibitor activity, heat-degraded lysine concentration, and protein solubility in potassium hydroxide / D. Hoffmann, S. Thurner, D. Ankerst, K. Damme, W. Windisch, D. Brugger // *Poult Sci.* – 2019. – V. 98(6) – P. 2489-2499. doi: 10.3382/ps/pey592.
70. Hölzl, G. Ablation of glucosinolate accumulation in the oil crop camelina sativa by targeted mutagenesis of genes encoding the transporters GTR1 and GTR2 and regulators of biosynthesis MYB28 and MYB29 / G. Hölzl, BR. Rezaeva, J. Kumlehn, P. Dörmann // *Plant Biotechnol J.* – 2023. – V. 21(1) – P. 189-201. doi: 10.1111/pbi.13936.
71. Hosoda, K. Digestibility, ruminal fermentation, nitrogen balance and methane production in holstein steers fed diets containing soy sauce cake at 10 or 20% / K. Hosoda, M. Miyaji, H. Matsuyama, Y. Imai, K. Nonaka // *Anim Sci J.* – 2012. – V. 83(3) – P. 220-6. doi: 10.1111/j.1740-0929.2011.00945.x.
72. Hu, Z. Pumpkin seed oil: a comprehensive review of extraction methods, nutritional constituents, and health benefits / Z. Hu, C. Hu, Y. Li, Q. Jiang, Q. Li, C. Fang // *J Sci Food Agric.* – 2024. – V. 104(2) – P. 572-582. doi: 10.1002/jsfa.12952.
73. Huang, CC. Anti-photoaging effects of soy isoflavone extract (aglycone and acetylglucoside form) from soybean cake / CC. Huang, BY. Hsu, NL. Wu, WH. Tsui, TJ. Lin, CC. Su, CF. Hung // *Int J Mol Sci.* – 2010. – V. 11(12) – P. 4782-95. doi: 10.3390/ijms11124782.
74. Iqbal, N. Development and bioassessment of high nutria-omega 5 cookies through animal modeling / N. Iqbal, MA. Shabbir, MR. Khan, MN. Faisal // *Front Nutr.* – 2023. – V. 10 – P. 1199645. doi: 10.3389/fnut.2023.1199645.

75. Ivanova, Petra & Petrov, Petar & Gerzilov, Vasko & Keranova, Neli & Petkova, Zhana & Teneva, Olga & Antova, Ginka & Hristakieva, Pavlina & Penchev, Ivan. (2023). Effect of flaxseed oil supplemented diets on growth performance and meat quality traits in broilers. 101-110.

76. Jadhav Vidya V., Fasina Yewande, Omaliko Paul C., Han Jian, Harrison Scott H. Effect of dietary fat source on the composition of the cecal microbiome in maturing broiler chicken // *Frontiers in Microbiology*. 2024. V. 15. doi:10.3389/fmicb.2024.1462757

77. Jarošová, M. Proteomic profile of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) products as influenced by protein concentration method and cultivar / M. Jarošová, P. Roudnický, J. Bárta, Z. Zdráhal, V. Bártová, A. Stupková, F. Lorenc, M. Bjelková, J. Kyselka, E. Jarošová, J. Bedrníček, A. Bohatá // *Foods*. – 2024. – V. 13(9)– P. 1288. doi: 10.3390/foods13091288.

78. Ježek, J. The effect of pumpkin seed cake and ground cloves (*Syzygium aromaticum*) supplementation on gastrointestinal nematode egg shedding in sheep / J. Ježek, K. Mirtič, N. Rešetič, JJ. Hodnik, A. Vergles Rataj // *Parasite*. – 2021. – V. 28 – P. 78. doi: 10.1051/parasite/2021076.

79. Jozefiak D, Rutkowski A, Kaczmarek S, Jensen BB, Engberg RM, Højberg O. Effect of β -glucanase and xylanase supplementation of barley- and rye-based diets on caecal microbiota of broiler chickens. *Br Poult Sci*. 2010 Aug;51(4):546-57. doi: 10.1080/00071668.2010.507243. PMID: 20924850.

80. Juodka, R. Camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) as feedstuffs in meat type poultry diet: a source of protein and n-3 fatty acids / R. Juodka, R. Nainienė, V. Juškienė, R. Juška, R. Leikus, G. Kadžienė, D. Stankevičienė // *Animals (Basel)*. – 2022. – V. 12(3) – P. 295. doi: 10.3390/ani12030295.

81. Juodka, R. Effects of dietary hempseed or camelina cakes on fatty acid composition of quail meat / R. Juodka, R. Nainienė, A. Šiukščius, R. Leikus, G. Šarauskas // *Life (Basel)*. – 2023. – V. 14(1) – P. 53. doi: 10.3390/life14010053.

82. Kalmendal, R. Effects of a high oil and fibre diet and supplementary roughage on performance, injurious pecking and foraging activities in two layer

hybrids / R. Kalmendal, H. Wall // *Br Poult Sci.* – 2012. – V. 53(2) – P. 153-61. doi: 10.1080/00071668.2012.682146.

83. Kalmendal, R. High-fibre sunflower cake affects small intestinal digestion and health in broiler chickens / R. Kalmendal, K. Elwinger, L. Holm, R. Tauson // *Br Poult Sci.* – 2011. – V. 52(1) – P. 86-96. doi: 10.1080/00071668.2010.547843.

84. Kalogianni, AI. The effects of replacing soybean meal with rapeseed meal, cottonseed cake, and fava beans on the milk yield and quality traits in milking ewes / AI. Kalogianni, M. Moschovas, F. Chrysanthakopoulou, T. Lazou, G. Theodorou, I. Politis, I. Bossis, AI. Gelasakis // *Animals (Basel)*. – 2022. – V. 12(3) – P. 274. doi: 10.3390/ani12030274.

85. Kao, TH. Functional components in soybean cake and their effects on antioxidant activity / TH. Kao, BH. Chen // *J Agric Food Chem.* – 2006. – V. 54(20) – P. 7544-55. doi: 10.1021/jf061586x.

86. Karabulut, G. A comprehensive review on hempseed protein: production, functional and nutritional properties, novel modification methods, applications, and limitations / G. Karabulut, O. Kahraman, K. Pandalaneni, R. Kapoor, H. Feng // *Int J Biol Macromol.* – 2023. – V. 253 – P. 127240. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2023.127240.

87. Karamać, M. Use of different proteases to obtain flaxseed protein hydrolysates with antioxidant activity / M. Karamać, A. Kosińska-Cagnazzo, A. Kulczyk // *Int J Mol Sci.* – 2016. – V. 17(7) – P. 1027. doi: 10.3390/ijms17071027.

88. Karlsson, L. Effects of increasing amounts of hempseed cake in the diet of dairy cows on the production and composition of milk / L. Karlsson, M. Finell, K. Martinsson // *Animal.* – 2010. – V. 4(11) – P. 1854-60. doi: 10.1017/S1751731110001254.

89. Karlsson, L. Effects of temperature during moist heat treatment on ruminal degradability and intestinal digestibility of protein and amino acids in hempseed cake / L. Karlsson, M. Ruiz-Moreno, MD. Stern, K. Martinsson //

Asian-Australas J Anim Sci. – 2012. – V. 25(11) – P. 1559-67. doi: 10.5713/ajas.2012.12213.

90. Kassab, Z. Sunflower oil cake-derived cellulose nanocrystals: extraction, physico-chemical characteristics and potential application / Z. Kassab, M. El Achaby, Y. Tamraoui, H. Sehaqui, R. Bouhfid, AEK. Qaiss // Int J Biol Macromol. – 2019. – V. 136 – P. 241-252. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2019.06.049.

91. Kaur, R. Sunflower protein isolates-composition, extraction and functional properties / R. Kaur, G. Ghoshal // Adv Colloid Interface Sci. – 2022. – V. 306 – P. 102725. doi: 10.1016/j.cis.2022.102725.

92. Kiarie E, Romero LF, Nyachoti CM. The role of added feed enzymes in promoting gut health in swine and poultry. Nutr Res Rev. 2013 Jun;26(1):71-88. doi: 10.1017/S0954422413000048. Epub 2013 May 2. PMID: 23639548.

93. Kim, JW. Digestible, metabolizable, and net energy of camelina cake fed to growing pigs and additivity of energy in mixed diets / JW. Kim, B. Koo, CM. Nyachoti // J Anim Sci. – 2017. – V. 95(9) – P. 4037-4044. doi: 10.2527/jas2017.1759.

94. Klir, Z. Influence of pumpkin seed cake and extruded linseed on milk production and milk fatty acid profile in Alpine goats / Z. Klir, JM. Castro-Montoya, J. Novoselec, J. Molkentin, M. Domacinovic, B. Mioc, U. Dickhoefer, Z. Antunovic // Animal. – 2017. – V. 11(10) – P. 1772-1778. doi: 10.1017/S175173111700060X.

95. Kokošková, T. Assessing the impact of dietary camelina sativa (L.) crantz inclusion on meat quality and sensory traits of growing rabbits / T. Kokošková, E. Pontalti, TS. Aremu, E. Tůmová, D. Chodová, D. Bureš, N. Lebedová, Z. Volek, Y. Singh, M. Cullere, B. Palumbo, I. Galasso, A. Dalle Zotte // Meat Sci. – 2025. – V. 219 – P. 109679. doi: 10.1016/j.meatsci.2024.109679.

96. Kopacz, M. Performance and egg quality of laying hens fed diets containing raw, hydrobarothermally-treated and fermented rapeseed cake / M. Kopacz, AA. Dražbo, K. Śmiecińska, K. Ognik // Animals (Basel). – 2021. – V. 11(11) – P. 3083. doi: 10.3390/ani11113083.

97. Kotecka-Majchrzak, K. Proteomic analysis of oilseed cake: a comparative study of species-specific proteins and peptides extracted from ten seed species / K. Kotecka-Majchrzak, A. Sumara, E. Fornal, M. Montowska // *J Sci Food Agric.* – 2021. – V. 101(1) – P. 297-306. doi: 10.1002/jsfa.10643.

98. Kotecka-Majchrzak, K. The effect of hemp cake (*Cannabis sativa* L.) on the characteristics of meatballs stored in refrigerated conditions / K. Kotecka-Majchrzak, N. Kasalka-Czarna, A. Szychaj, B. Mikołajczak, M. Montowska // *Molecules.* – 2021. – V. 26(17) – P. 5284. doi: 10.3390/molecules26175284.

99. Lakhlifi El Idrissi, Z. Peanut (*Arachis hypogaea* L.) flour and oilcake flour: exploring the influence of roasting and varietal differences on proximal composition, elemental profiling, antimicrobial and antioxidant properties / Z. Lakhlifi El Idrissi, A. Oubihi, M. Ibourki, M. El Youssfi, S. Gharby, C. El Guezzane, R. Ullah, Z. Iqbal, KW. Goh, M. Gallo, A. Bouyahya, H. Harhar, M. Tabyaoui // *Food Chem X.* – 2024. – V. 24 – P. 101791. doi: 10.1016/j.fochx.2024.101791.

100. Lanzoni, D. Review: Nutritional aspects of hemp-based products and their effects on health and performance of monogastric animals / D. Lanzoni, E. Skrivanova, L. Pinotti, R. Rebucci, A. Baldi, C. Giromini // *Animal.* – 2024. – V. 18(2) – P. 101058. doi: 10.1016/j.animal.2023.101058.

101. Leonard, W. Transformation of hempseed (*Cannabis sativa* L.) oil cake proteome, structure and functionality after extrusion / W. Leonard, P. Zhang, D. Ying, S. Nie, E. Tindal, Z. Fang // *Food Chem.* – 2022. – V. 384 – P. 132499. doi: 10.1016/j.foodchem.2022.132499.

102. Li, D. Determination of apparent ileal amino acid digestibility in rapeseed meal and cake processed at different temperatures using the direct and difference method with growing pigs / D. Li, X. Pengbin, G. Liming, F. Shijun, H. Canghai // *Arch Tierernahr.* – 2002. – V. 56(5) – P. 339-49. doi: 10.1080/00039420215629.

103. Li, Y. Effects of replacing soybean meal with pumpkin seed cake and dried distillers grains with solubles on milk performance and antioxidant functions

in dairy cows / Y. Li, GN. Zhang, XP. Fang, C. Zhao, HY. Wu, YX. Lan, L. Che, YK. Sun, JY. Lv, YG. Zhang, CF. Pan // *Animal*. – 2021. – V. 15 (3) – P. 100004. doi: 10.1016/j.animal.2020.100004.

104. Li, Y. Replacing soybean meal with high-oil pumpkin seed cake in the diet of lactating Holstein dairy cows modulated rumen bacteria and milk fatty acid profile / Y. Li, J. Gao, J. Lv, MT. Lambo, Y. Wang, L. Wang, Y. Zhang // *J Dairy Sci*. – 2023. – V. 106 (3) – P. 1803-1814. doi: 10.3168/jds.2022-22503.

105. Lima, AGVO. Feeding sunflower cake from biodiesel production to santa ines lambs: physicochemical composition, fatty acid profile and sensory attributes of meat / AGVO. Lima, RL. Oliveira, TM. Silva, AM. Barbosa, TVC. Nascimento, VDS. Oliveira, RDX. Ribeiro, ES. Pereira, LR. Bezerra // *PLoS One*. – 2018 Jan 5;13(1):e0188648. doi: 10.1371/journal.pone.0188648.

106. Lima, MVG. Intake, digestibility, milk yield and composition, and ingestive behavior of cows supplemented with byproducts from biodiesel industry / MVG. Lima, AJV. Pires, FF. da Silva, FA. Teixeira, BR. de Carvalho Silva Castro Nogueira, LC. Rocha, GP. da Silva, WR. Andrade, GGP. de Carvalho // *Trop Anim Health Prod*. – 2021. – V. 53(1) – P. 169. doi: 10.1007/s11250-021-02618-1.

107. Liotta, L. In vivo performances, carcass traits, and meat quality of pigs fed olive cake processing waste / L. Liotta, V. Chiofalo, V. Lo Presti, B. Chiofalo // *Animals (Basel)*. – 2019. – V. 9(12) – P. 1155. doi: 10.3390/ani9121155.

108. Liu J., Chen D., Wu W. Nitrogen metabolism and protein utilization in broiler chickens: effects of feed additives // *Animal Nutrition*. 2023. Vol. 9. No. 2. P. 456–467

109. Liu, C. Ruminant protein degradability of sunflower cake, and effects of feeding sunflower cake on nutrient digestion, nitrogen balance, rumen fermentation, and blood metabolites compared with soybean meal / C. Liu, S. Asano, R. Okada, H. Takaya, R. Tunokami, K. Takahashi, H. Kajikawa // *Anim Sci J*. – 2022. – V. 93(1) – P. e13768. doi: 10.1111/asj.13768.

110. Liu, C. Sunflower cake versus soybean meal and alfalfa for nitrogen utilization when crude protein and non-fiber carbohydrate levels are equivalent / C.

Liu, S. Asano, N. Ishii, T. Kashimura, K. Niimi, T. Nomizo, Y. Numata, K. Takahashi, H. Kajikawa // Anim Sci J. – 2023. – V. 94(1) – P. e13881. doi: 10.1111/asj.13881.

111. Liu, H. Extraction, purification and primary characterization of polysaccharides from defatted peanut (*Arachis hypogaea*) cakes / H. Liu, N. Jiang, L. Liu, X. Sheng, A. Shi, H. Hu, Y. Yang, Q. Wang // Molecules. – 2016. – V. 21(6) – P. 716. doi: 10.3390/molecules21060716.

112. Lolli, S. Effect of different percentage of *Camelina sativa* Cake in laying hens diet: performance, welfare, and eggshell quality / S. Lolli, G. Grilli, L. Ferrari, G. Battelli, S. Pozzo, I. Galasso, R. Russo, M. Brasca, R. Reggiani, V. Ferrante // Animals (Basel). – 2020. – V. 10(8) – P. 1396. doi: 10.3390/ani10081396.

113. Lu, J. Genome-wide analysis of flax (*Linum usitatissimum* L.) growth-regulating factor (GRF) transcription factors / J. Lu, Z. Wang, J. Li, Q. Zhao, F. Qi, F. Wang, C. Xiaoyang, G. Tan, H. Wu, MK. Deyholos, N. Wang, Y. Liu, J. Zhang // Int J Mol Sci. – 2023. – V. 24(23) – P. 17107. doi: 10.3390/ijms242317107.

114. Luise, D. Effect of different doses of camelina cake inclusion as a substitute of dietary soyabean meal on growth performance and gut health of weaned pigs / D. Luise, F. Correa, G. Cestonaro, E. Sattin, G. Conte, M. Mele, I. Archetti, S. Viridis, C. Negrini, I. Galasso, C. Stefanelli, M. Mazzoni, L. Nataloni, P. Trevisi, E. Costanzo // Br J Nutr. – 2024. – V. 131(12) – P. 1962-1974. doi: 10.1017/S0007114524000722.

115. Magalhães, PJC. Experimental comparison between ethanol and hexane as solvents for oil extraction from peanut press cake / PJC. Magalhães, D. Gonçalves, KK. Aracava, CEDC. Rodrigues // Foods. – 2023. – V. 12(15) – P. 2886. doi: 10.3390/foods12152886.

116. Malomo G., Bolu S., Olutade S. Effects of dietary crude protein on performance and nitrogen economy of broilers // Sustainable Agriculture Research. 2013. Vol. 2. No. 3. P. 52–57. doi: 10.5539/sar.v2n3p52

117. Mangieri, N. Valorisation of bovine sweet whey and sunflower press cake blend through controlled fermentation as platform for innovative food materials / N. Mangieri, D. Ambrosini, S. Baroffio, I. Vigentini, R. Foschino, I. De Noni // *Foods*. – 2022. – V. 11(10) – P. 1417. doi: 10.3390/foods11101417.
118. Martin, A. Impact of rapeseed press cake on the rheological properties and expansion dynamics of extruded maize starch / A. Martin, R. Osen, HP. Karbstein, MA. Emin // *Foods*. – 2021. – V. 10(3) – P. 616. doi: 10.3390/foods10030616.
119. Martin, A. Linking expansion behaviour of extruded potato starch/rapeseed press cake blends to rheological and technofunctional properties / A. Martin, R. Osen, HP. Karbstein, MA. Emin // *Polymers (Basel)*. – 2021. – V. 13(2) – P. 215. doi: 10.3390/polym13020215.
120. Mattila, P. Nutritional value of commercial protein-rich plant products. / P. Mattila, S. Mäkinen, M. Euroola, T. Jalava, JM. Pihlava, J. Hellström, A. Pihlanto // *Plant Foods Hum Nutr.* – 2018. – V. 73(2) – P. 108-115. doi: 10.1007/s11130-018-0660-7.
121. Matusiewicz, M. Effect of dose and administration period of seed cake of genetically modified and non-modified flax on selected antioxidative activities in rats / M. Matusiewicz, I. Kosieradzka, M. Zuk, J. Szopa // *Int J Mol Sci.* – 2015. – V. 16(6) – P. 14259-75. doi: 10.3390/ijms160614259.
122. Melaku, S. Bodyweight and carcass characteristics of somali goats fed hay supplemented with graded levels of peanut cake and wheat bran mixture / S. Melaku, S. Betsha // *Trop Anim Health Prod.* – 2008. – V. 40(7) – P. 553-60. doi: 10.1007/s11250-008-9133-6.
123. Mele, M. The use of stoned olive cake and rolled linseed in the diet of intensively reared lambs: effect on the intramuscular fatty-acid composition / M. Mele, A. Serra, M. Pauselli, G. Luciano, M. Lanza, P. Pennisi, G. Conte, A. Taticchi, S. Esposto, L. Morbidini // *Animal.* – 2014. – V. 8(1) – P. 152-62. doi: 10.1017/S1751731113001924.

124. Mendo, S. Fermented blend from sunflower seed press-cake and bovine sweet whey: protein breakdown during in vitro gastrointestinal digestion / S. Mendo, ID. Costa, S. Cattaneo, F. Masotti, M. Stuknytė, I. Noni, R. Foschino // Food Chem X. – 2024. – V. 23 – P. 101745. doi: 10.1016/j.fochx.2024.101745.

125. Michalska-Ciechanowska, A. Exploiting the potential of powdered blends of recovered sunflower seed cake phenolics and whey-development of sustainable food additives / A. Michalska-Ciechanowska, J. Brzezowska, K. Lech, K. Masztalerz, M. Korzeniowska, A. Zambrowicz, M. Szoltysik // Foods. – 2024. – V. 13(10) – P. 1433. doi: 10.3390/foods13101433.

126. Mountzouris KC, Tsirtsikos P, Kalamara E, Nitsch S, Schatzmayr G, Fegeros K. Evaluation of the efficacy of a probiotic containing *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, and *Pediococcus* strains in promoting broiler performance and modulating cecal microflora composition and metabolic activities. Poult Sci. 2007 Feb;86(2):309-17. doi: 10.1093/ps/86.2.309. PMID: 17234844.

127. Nain, S. Camelina sativa cake for broilers: effects of increasing dietary inclusion from 0 to 24% on tissue fatty acid proportions at 14, 28, and 42 d of age / S. Nain, MA. Oryschak, M. Betti, E. Beltranena // Poult Sci. – 2015. – V. 94(6) – P. 1247-58. doi: 10.3382/ps/pev080.

128. Nakov, G. The Influence of the addition of hemp press cake flour on the properties of bovine and ovine yoghurts / G. Nakov, B. Trajkovska, N. Atanasova-Pancevska, D. Daniloski, N. Ivanova, M. Lučan Čolić, M. Jukić, J. Lukinac // Foods. – 2023. – V. 12(5) – P. 958. doi: 10.3390/foods12050958.

129. Neofytou, MC. Short-term forage substitution with ensiled olive cake increases beneficial milk fatty acids in lactating cows / MC. Neofytou, D. Miltiadou, S. Symeou, D. Sparaggis, O. Tzamaloukas // Trop Anim Health Prod. – 2021. – V. 53(2) – P. 257. doi: 10.1007/s11250-021-02706-2.

130. Neofytou, MC. The dietary inclusion of ensiled olive cake increases unsaturated lipids in milk and alters the expression of lipogenic genes in mammary and adipose tissue in goats / MC. Neofytou, AL. Hager-Theodorides, E.

Sfakianaki, P. Simitzis, S. Symeou, D. Sparaggis, O. Tzamaloukas, D. Miltiadou // *Animals (Basel)*. – 2023. – V. 13(21) – P. 3418. doi: 10.3390/ani13213418.

131. Ninčević Grassino, A. Carotenoid content and profiles of pumpkin products and by-products / A. Ninčević Grassino, S. Rimac Brnčić, M. Badanjak Sabolović, J. Šic Žlabur, R. Marović, M. Brnčić // *Molecules*. – 2023 – V. 28(2) – P. 858. doi: 10.3390/molecules28020858.

132. Nomikos, T. Pumpkin seed extracts inhibit proliferation and induce autophagy in PC-3 androgen insensitive prostate cancer cells / T. Nomikos, K. Gioti, M. Tsoukala, R. Tenta // *J Med Food*. – 2021. – V. 24(10) – P. 1076-1082. doi: 10.1089/jmf.2020.0200.

133. Nudda, A. Supplementation with extruded linseed cake affects concentrations of conjugated linoleic acid and vaccenic acid in goat milk / A. Nudda, G. Battaccone, MG. Usai, S. Fancellu, G. Pulina // *J Dairy Sci*. – 2006. – V. 89(1) – P. 277-82. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72092-6.

134. Oliveira, RL. Commercial cuts and chemical and sensory attributes of meat from crossbred boer goats fed sunflower cake-based diets / RL. Oliveira, AD. Palmieri, ST. Carvalho, AG. Leão, CL. de Abreu, CV. Ribeiro, ES. Pereira, GG. de Carvalho, LR. Bezerra // *Anim Sci J*. – 2015 – V. 86(5) – P. 557-62. doi: 10.1111/asj.12325.

135. Oliveira, RL. Composition and fatty acid profile of milk from cows supplemented with pressed oilseed cake / RL. Oliveira, SG. Neto, FH. de Lima, AN. de Medeiros, LR. Bezerra, ES. Pereira, AR. Bagaldo, CB. de Pellegrini, BR. Correia // *Anim Sci J*. – 2016 – V. 87(10) – P. 1225-1232. doi: 10.1111/asj.12571.

136. Orczewska-Dudek, S. The effect of dietary *Camelina sativa* oil or cake in the diets of broiler chickens on growth performance, fatty acid profile, and sensory quality of meat / S. Orczewska-Dudek, M. Pietras // *Animals (Basel)*. – 2019 – V. 9(10) – P. 734. doi: 10.3390/ani9100734.

137. Oryschak, MA. *Camelina sativa* cake for broiler chickens: effects of increasing dietary inclusion on clinical signs of toxicity, feed disappearance, and

nutrient digestibility / MA Oryschak, CB. Christianson, E. Beltranena // *Transl Anim Sci.* – 2020 – V. 4(2) – P. txaa029. doi: 10.1093/tas/txaa029.

138. Östbring, K. Emulsifying and anti-oxidative properties of proteins extracted from industrially cold-pressed rapeseed press-cake / K. Östbring, K. Nilsson, C. Ahlström, A. Fridolfsson, M. Rayner // *Foods.* – 2020. – V. 9(5) – P. 678. doi: 10.3390/foods9050678.

139. Östbring, K. Protein recovery from rapeseed press cake: varietal and processing condition effects on yield, emulsifying capacity and antioxidant activity of the protein rich extract / K. Östbring, C. Tullberg, S. Burri, E. Malmqvist, M. Rayner // *Foods.* – 2019 – V. 8(12) – P. 627. doi: 10.3390/foods8120627.

140. Östbring, K. The effects of oil extraction methods on recovery yield and emulsifying properties of proteins from rapeseed meal and press cake / K. Östbring, E. Malmqvist, K. Nilsson, I. Rosenlind, M. Rayner // *Foods.* – 2019 – V. 9(1) – P. 19. doi: 10.3390/foods9010019.

141. Palmieri, AD. Effects of substituting soybean meal for sunflower cake in the diet on the growth and carcass traits of crossbred boer goat kids / AD. Palmieri, RL. Oliveira, CV. Di Mambro Ribeiro, MD. Ribeiro, RD. Ribeiro, AG. Leão, MS. Agy, OL. Ribeiro // *Asian-Australas J Anim Sci.* – 2012 – V. 25(1) – P. 59-65. doi: 10.5713/ajas.2011.11140.

142. Paula, EM. Feeding canola, camelina, and carinata meals to ruminants / EM. Paula, LG. da Silva, VLN. Brandao, X. Dai, AP. Faciola // *Animals (Basel).* – 2019 – V. 9(10) – P. 704. doi: 10.3390/ani9100704.

143. Peeters K, Tamayo tenorio a. comparing analytical methods for erucic acid determination in rapeseed protein products. // *Foods.* – 2022 Mar 12;11(6):815. doi: 10.3390/foods11060815.

144. Petraru, A. Nutritional characteristics assessment of sunflower seeds, oil and cake. perspective of using sunflower oilcakes as a functional ingredient / A. Petraru, F. Ursachi, S. Amariei // *Plants (Basel).* – 2021. – V. 10(11) – P. 2487. doi: 10.3390/plants10112487.

145. Potortì, AG. The use of olive cake in the diet of dairy cows improves the mineral elements of Provola cheese / AG. Potortì, V. Lopreiato, V. Nava, F. Litrenta, V. Lo Turco, A. Santini, L. Liotta, G. Di Bella // *Food Chem.* – 2024. – V. 436 – P. 137713. doi: 10.1016/j.foodchem.2023.137713.
146. Presto, MH. Digestibility of amino acids in organically cultivated white-flowering faba bean and cake from cold-pressed rapeseed, linseed and hemp seed in growing pigs / MH. Presto, K. Lyberg, JE. Lindberg // *Arch Anim Nutr.* – 2011. – V. 65(1) – P. 21-33. doi: 10.1080/1745039x.2010.534897.
147. Raak, N. Shaping future foods through fermentation of side streams: microbial, chemical, and physical characteristics of fermented blends from sunflower seed press cake and cheese whey / N. Raak, N. Mangieri, R. Foschino, M. Corredig // *Foods.* – 2023. – V. 12(22) – P. 4099. doi: 10.3390/foods12224099.
148. Ramachandran, S. Oil cakes and their biotechnological applications--a review / S. Ramachandran, SK. Singh, C. Larroche, CR. Soccol, A. Pandey // *Bioresour Technol.* – 2007. – V. 98(10) – P. 2000-9. doi: 10.1016/j.biortech.2006.08.002.
149. Razavizadeh, S. Utilization of fermented and enzymatically hydrolyzed soy press cake as ingredient for meat analogues / S. Razavizadeh, G. Alencikiene, L. Vaiciulyte-Funk, P. Ertbjerg, A. Salaseviciene // *Lebensm Wiss Technol.* – 2022. – V. 165 – P. 113736. doi: 10.1016/j.lwt.2022.113736.
150. Razmaitė, V. Effects of dietary rapeseed (*Brassica napus*), hemp (*Cannabis sativa*) and camelina (*Camelina sativa*) seed cakes supplementation on yolk and albumen colour and nutritional value of yolk lipids in estonian quail eggs / V. Razmaitė, A. Šiukščius, R. Leikus // *Animals (Basel).* – 2022 – V. 12(22) – P. 3110. doi: 10.3390/ani12223110.
151. Razmaitė, V. Effects of dietary rapeseed and camelina seed cakes on physical-technological properties of goose meat / V. Razmaitė, A. Šiukščius, G. Šarauskas // *Animals (Basel).* – 2022. – V. 12(5) – P. 632. doi: 10.3390/ani12050632.

152. Russo, N. Influence of olive cake dietary supplementation on fecal microbiota of dairy cows / N. Russo, V. Floridia, E. D'&Alessandro, V. Lopreiato, A. Pino, V. Chiofalo, C. Caggia, L. Liotta, CL. Randazzo // *Front Microbiol.* – 2023 – V. 14 – P. 1137452. doi: 10.3389/fmicb.2023.1137452.

153. Rutkowska, J. Effects of replacing extracted soybean meal with rapeseed cake in corn grass silage-based diet for dairy cows / J. Rutkowska, M. Białek, E. Bagnicka, J. Jarczak, K. Tambor, N. Strzałkowska, A. Jóźwik, J. Krzyżewski, A. Adamska, E. Rutkowska // *J Dairy Res.* – 2015. – V. 82(2) – P. 161-8. doi: 10.1017/S0022029915000060.

154. Şahin, S. Olive tree (*Olea europaea* L.) leaf as a waste by-product of table olive and olive oil industry: a review / S. Şahin, M. Bilgin // *J Sci Food Agric.* – 2018 – V. 98(4) – P. 1271-1279. doi: 10.1002/jsfa.8619.

155. Šalavardić, ŽK. Effect of dietary hempseed cake on milk performance and haemato-chemicals in lactating alpine dairy goats / ŽK. Šalavardić, J. Novoselec, M. Đidara, Z. Steiner, S. Ćavar, A. Modić Šabić, Z. Antunović // *Animal.* – 2021. – V. 15(7) – P. 100255. doi: 10.1016/j.animal.2021.100255.

156. Saleh, A. Effects of replacing yellow corn with olive cake meal on growth performance, plasma lipid profile, and muscle fatty acid content in broilers / A. Saleh, M. Alzawqari // *Animals (Basel).* – 2021. – V. 11(8) – P. 2240. doi: 10.3390/ani11082240.

157. Saleh, AA. Olive cake meal and *Bacillus licheniformis* impacted the growth performance, muscle fatty acid content, and health status of broiler chickens / AA. Saleh, BA. Paray, MAO. Dawood // *Animals (Basel).* – 2020. – V. 10(4) – P. 695. doi: 10.3390/ani10040695.

158. Šamec, D. The potential of pumpkin seed oil as a functional food-A comprehensive review of chemical composition, health benefits, and safety / D. Šamec, MR. Loizzo, O. Gortzi, İT. Çankaya, R. Tundis, İ. Suntar, S. Shirooie, G. Zengin, HP. Devkota, P. Reboredo-Rodríguez, STS. Hassan, A. Manayi, HRK. Kashani, SM. Nabavi // *Compr Rev Food Sci Food Saf.* – 2022. – V. 21(5) – P. 4422-4446. doi: 10.1111/1541-4337.13013.

159. Scharlack, NK. Effect of the type and level of hydration of alcoholic solvents on the simultaneous extraction of oil and chlorogenic acids from sunflower seed press cake / NK. Scharlack, KK. Aracava, CE. Rodrigues // *J Sci Food Agric.* – 2017. – V. 97(13) – P. 4612-4620. doi: 10.1002/jsfa.8331.
160. Schetinin, MP. Research of quality indicators of confectionery paste with sunflower flour / MP Schetinin, AE. Frolova // *Vopr Pitan.* – 2021. – V. 90(3) – P. 116-124. doi: 10.33029/0042-8833-2021-90-3-116-124.
161. Schofs, L. The antimicrobial effect behind *Cannabis sativa* / L. Schofs, MD. Sparo, SF. Sánchez Bruni // *Pharmacol Res Perspect.* – 2021. – V. 9(2) – P. e00761. doi: 10.1002/prp2.761.
162. Schöne, F. Counteracting the negative effects of rapeseed and rapeseed press cake in pig diets / F. Schöne, B. Rudolph, U. Kirchheim, G. Knapp // *Br J Nutr.* – 1997. – V. 78(6) – P. 947-62. doi: 10.1079/bjn19970211.
163. Schöne, F. Effects of rapeseed-press cake glucosinolates and iodine on the performance, the thyroid gland and the liver vitamin a status of pigs / F. Schöne, F. Tischendorf, M. Leiterer, H. Hartung, J. Bargholz // *Arch Tierernahr.* – 2001 – V. 55(4) – P. 333-50. doi: 10.1080/17450390109386201.
164. Semwogerere, F. Bioavailability of bioactive phytochemicals in selected tissues and excreta from goats fed hempseed cake (*Cannabis sativa* L.) finisher diets / F. Semwogerere, OC. Chikwanha, CLF. Katiyatiya, MC. Marufu, C. Mapiye // *Trop Anim Health Prod.* – 2023. – V. 55(4) – P. 262. doi: 10.1007/s11250-023-03676-3.
165. Semwogerere, F. Chevron production and quality of kalahari red goats fed increasing levels of hempseed cake substituted for soybean meal / F. Semwogerere, OC. Chikwanha, CLF. Katiyatiya, MC. Marufu, C. Mapiye // *Meat Sci.* – 2022 – V. 187 – P. 108749. doi: 10.1016/j.meatsci.2022.108749.
166. Semwogerere, F. Health value and keeping quality of chevon from goats fed finisher diets containing hemp (*Cannabis sativa* L.) seed cake / F. Semwogerere, OC. Chikwanha, CLF. Katiyatiya, MC. Marufu, C. Mapiye // *Meat Sci.* – 2023. – V. 198 – P. 109114. doi: 10.1016/j.meatsci.2023.109114.

167. Semwogerere, F. Nutrient intake, digestibility, and utilization in goats fed graded levels of hempseed cake finisher diets / F. Semwogerere, OC. Chikwanha, CLF. Katiyatiya, MC. Marufu, C. Mapiye // *Trop Anim Health Prod.* – 2023. – V. 56(1) – P. 21. doi: 10.1007/s11250-023-03864-1.
168. Serrapica, F. High fiber cakes from mediterranean multipurpose oilseeds as protein sources for ruminants / F. Serrapica, F. Masucci, E. Raffrenato, M. Sannino, A. Vastolo, CMA. Barone, A. Di Francia // *Animals (Basel).* – 2019. – V. 9(11) – P. 918. doi: 10.3390/ani9110918.
169. Shaban, A. Pumpkin Seed oil: an alternative medicine. *int j pharmacogn phytochem res* / A Shaban, RP. Sahu – 2017. – V. 9(2) – P. 11. doi: 10.25258/phyto.v9i2.8066.
170. Shorstkii, I. Influence of pulsed electrical discharge, hydrostatic pressure and temperature on rheological properties of sunflower cake during oil pressing / I. Shorstkii, D. Khudyakov // *Heliyon.* – 2019. – V. 6(1) – P. e03046. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e03046.
171. Silva, TM. Carcass traits and meat quality of crossbred boer goats fed peanut cake as a substitute for soybean meal / TM. Silva, AN. de Medeiros, RL. Oliveira, S Gonzaga Neto, C. Queiroga Rde, RD. Ribeiro, AG. Leão, LR. Bezerra // *J Anim Sci.* – 2016. – V. 94(7) – P. 2992-3002. doi: 10.2527/jas.2016-0344.
172. Silva, TM. Ingestive behavior and physiological parameters of goats fed diets containing peanut cake from biodiesel / TM. Silva, RL. Oliveira, NG. do Nascimento Júnior, CB. de Pellegrini, S. Trajano Jda, TC. Rocha, LR. Bezerra, MS. Borja // *Trop Anim Health Prod.* – 2016 Jan;48(1):59-66. – doi: 10.1007/s11250-015-0920-6.
173. Silva, TM. Peanut cake as a substitute for soybean meal in the diet of goats / TM. Silva, AN. de Medeiros, RL. Oliveira, S. Gonzaga Neto, MD. Ribeiro, AR. Bagaldo, OL. Ribeiro // *J Anim Sci.* – 2015 – V. 93(6) – P. 2998-3005. doi: 10.2527/jas.2014-8548.

174. Smit, MN. Effects of feeding camelina cake to weaned pigs on safety, growth performance, and fatty acid composition of pork / MN. Smit, E. Beltranena // J Anim Sci. –2017. – V. 95(6) – P. 2496-2508. doi: 10.2527/jas.2016.1265.
175. Smit, MN. Increasing dietary inclusions of camelina cake fed to pigs from weaning to slaughter: safety, growth performance, carcass traits, and n-3 enrichment of pork / MN. Smit, E. Beltranena // J Anim Sci. –2017. –V. 95(7) –P. 2952-2967. doi: 10.2527/jas.2016.1308.
176. Smulikowska, S. Effect of an organic acid blend and phytase added to a rapeseed cake-containing diet on performance, intestinal morphology, caecal microflora activity and thyroid status of broiler chickens / S. Smulikowska, J. Czerwiński, A. Mieczkowska // J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). – 2010. – V. 94(1) –P. 15-23. doi: 10.1111/j.1439-0396.2008.00876.x.
177. Song, Y. Enzymatic fermentation of rapeseed cake significantly improved the soil environment of tea rhizosphere / Y. Song, L. Sun, H. Wang, S. Zhang, K. Fan, Y. Mao, J. Zhang, X. Han, H. Chen, Y. Xu, K. Sun, Z. Ding, Y. Wang // BMC Microbiol. – 2023. – V. 23(1) – P. 250. doi: 10.1186/s12866-023-02995-7.
178. Song, Y. Enzymes and microorganisms jointly promote the fermentation of rapeseed cake / Y. Song, L. Sun, S. Zhang, K. Fan, H. Wang, Y. Shi, Y. Shen, W. Wang, J. Zhang, X. Han, Y. Mao, Y. Wang, Z. Ding // Front Nutr. – 2022 – V. 9 – P. 989410. doi: 10.3389/fnut.2022.989410.
179. Sousa, D. Degradation of lignocellulosic matrix of oilseed cakes by solid-state fermentation: fungi screening for enzymes production and antioxidants release / D. Sousa, JM. Salgado, M. Cambra-López, AC. Dias, I. Belo // J Sci Food Agric. – 2022. – V. 102(4) – P. 1550-1560. doi: 10.1002/jsfa.11490.
180. Sowa, I. Biofortification of soy (*Glycine max* (L.) Merr.) with strontium ions / I. Sowa, M. Wójciak-Kosior, M. Strzemski, S. Dresler, W. Szwer, T. Blicharski, G. Szymczak, R. Kocjan // J Agric Food Chem. – 2014. – V. ;62(23) – P. 5248-52. doi: 10.1021/jf501257r.

181. Starzyńska-Janiszewska, A. Fermentation with edible *Rhizopus* Strains to enhance the bioactive potential of hull-less pumpkin oil cake / A. Starzyńska-Janiszewska, R. Duliński, B. Stodolak *Molecules*. – 2020. – V. 25(24) – P. 5782. doi: 10.3390/molecules25245782.
182. Stastnik, O. The milk thistle seed cakes and hempseed cakes are potential feed for poultry / O. Stastnik, L. Pavlata, E. Mrkvicova // *Animals* (Basel). – 2020. – V. 10(8) – P. 1384. doi: 10.3390/ani10081384.
183. Strąkowska, A. Effects of physical and chemical modification of sunflower cake on polyurethane composite foam properties / A. Strąkowska, S. Członka, A. Kairytė, K. Strzelec / *Materials* (Basel). – 2021. – V. 14(6) – P. 1414. doi: 10.3390/ma14061414.
184. Strychalski, J. Usability of rapeseed cake and wheat-dried distillers' grains with solubles in the feeding of growing californian rabbits / J. Strychalski, J. Juśkiewicz, A. Gugolek, P. Wyczling, T. Daszkiewicz, C. Zwoliński // *Arch Anim Nutr*. – 2014. – V. 68(3) – P. 227-44. doi: 10.1080/1745039X.2014.921482.
185. Styrzewska, M. Flax terpenoid pathway as a source of health promoting compounds / M. Styrzewska, A. Kulma, K. Kostyn, K. Hasiewicz-Derkacz, J. Szopa *Mini Rev Med Chem*. – 2013 – V. 13(3) – P. 353-64.
186. Švarc-Gajić, J. Chemical composition and bioactivity of oilseed cake extracts obtained by subcritical and modified subcritical water / J. Švarc-Gajić, F. Rodrigues, MM. Moreira, C. Delerue-Matos, S. Morais, O. Dorosh, AM. Silva, A. Bassani, V. Dzedik, G. Spigno // *Bioresour Bioprocess*. – 2022 – V. 9(1) – P. 114. doi: 10.1186/s40643-022-00603-6.
187. Symeou, S. Feeding olive cake silage up to 20% of DM intake in sheep improves lipid quality and health-related indices of milk and ovine halloumi cheese / S. Symeou, D. Miltiadou, C. Constantinou, P. Papademas, O. Tzamaloukas // *Trop Anim Health Prod*. – 2021. – V. 53(2) – P. 229. doi: 10.1007/s11250-021-02674-7.

188. Szumacher-Strabel, M. Camelina sativa cake improved unsaturated fatty acids in ewe's milk / M. Szumacher-Strabel, A. Cieślak, P. Zmora, E. Pers-Kamczyc, S. Bielińska, M. Stanisławski, J. Wójtowski // J Sci Food Agric. – 2011 – V. 91(11) – P. 2031-7. doi: 10.1002/jsfa.4415.
189. Tafa, A. Supplementation with linseed (*Linum usitatissimum*) cake and/or wheat bran on feed utilization and carcass characteristics of Arsi-Bale sheep / A. Tafa, S. Melaku, KJ. Peters // Trop Anim Health Prod. – 2010 – V. 42(4) – P. 677-85. doi: 10.1007/s11250-009-9475-8.
190. Tallawi, M. A novel polysaccharide/zein conjugate as an alternative green plastic / M. Tallawi, D. Amrein, G. Gemmecker, KE. Aifantis, K. Drechsler // Sci Rep. – 2023 – V. 13(1) – P. 13161. doi: 10.1038/s41598-023-40293-4.
191. Tang, H. Determination and prediction of amino acid digestibility in rapeseed cake for growing-finishing pigs / H. Tang, G. Feng, J. Zhao, Q. Ouyang, X. Liu, X. Jiang M. Deng, Z. Xie, F. Chen, X. Zhou, R. Li, Y. Yin // Animals (Basel). – 2024. – V. 14(19) – P. 2764. doi: 10.3390/ani14192764.
192. Tanner, JC. Reducing age at first calving in N'Dama heifers using groundnut cake as a supplement to grazed natural pasture in the gambia / JC. Tanner, DA. Little, SJ. Holden, K. Dampha // Trop Anim Health Prod. – 1995 – V. 27(2) – P. 113-20. doi: 10.1007/BF02236323.
193. Tate, PV. Processing of commercial peanut cake into food-grade meal and its utilization in preparation of cookies / PV. Tate, JK. Chavan, PB. Patil, SS. Kadam // Plant Foods Hum Nutr. – 1990. – V. 40(2) – P. 115-21. doi: 10.1007/BF02193768.
194. Teterycz, D. Hemp seed (*Cannabis sativa* L.) enriched pasta: Physicochemical properties and quality evaluation // D. Teterycz, A. Sobota, D. Przygodzka, P. Łysakowska // PLoS One. – 2021 – V. 16(3) – P. e0248790. doi: 10.1371/journal.pone.0248790.
195. Troise, AD. Impact of rapeseed press-cake on maillard reaction in a cookie model system / AD. Troise, JD. Wilkin, A. Fiore // Food Chem. – 2018 – V. 243 – P. 365-372. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.09.153.

196. Trung, NT. Influence of varying levels of supplemental cassava root meal without or with groundnut cake on performance of growing Laisind cattle / NT. Trung, J. Berg, VC. Cuong, NP. Kjos // Trop Anim Health Prod. – 2014– V. 46(6) –P. 925-30. doi: 10.1007/s11250-014-0586-5.
197. Tufarelli, V. Hemp seed (*Cannabis sativa* L.) cake as sustainable dietary additive in slow-growing broilers: effects on performance, meat quality, oxidative stability and gut health / V. Tufarelli, C. Losacco, L. Tedone, L. Passantino, S. Tarricone, V. Laudadio, MA. Colonna // Vet Q. – 2023. – V. 43(1) – P. 1-12. doi: 10.1080/01652176.2023.2260448. Epub 2023 Sep 16.
198. Tufariello, M. Patè olive cake: possible exploitation of a by-product for food applications / M. Tufariello, M. Durante, G. Veneziani, A. Taticchi, M. Servili, G. Bleve, G. Mita // Front Nutr. – 2019. – V. 6 – P. 3. doi: 10.3389/fnut.2019.00003.
199. Turner, TD. Dietary influence on the m. longissimus dorsi fatty acid composition of lambs in relation to protein source / TD. Turner, L. Karlsson, C. Mapiye, DC. Rolland, K. Martinsson, ME. Dugan // Meat Sci. – 2012 – V. 91(4) – P. 472-7. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.02.034.
200. Van Nhiem, D. Effects of replacing fish meal with soy cake in a diet based on urea-treated rice straw on performance of growing Laisind beef cattle / D. Van Nhiem, J. Berg, NP. Kjos, NX. Trach, BQ. Tuan // Trop Anim Health Prod. – 2013. – V. 45(4) – P. 901-9. doi: 10.1007/s11250-012-0304-0.
201. Vichare SA and Morya S (2024) Exploring waste utilization potential: nutritional, functional and medicinal properties of oilseed cakes. Front. Food. Sci. Technol. 4:1441029. doi: 10.3389/frfst.2024.1441029
202. Vonapartis, E., Aubin, M.-P., Seguin, P., Mustafa, A. F., & Charron, J.-B. (2015). Seed composition of ten industrial hemp cultivars approved for production in Canada. Journal of Food Composition and Analysis, 39, 8–12. doi:10.1016/j.jfca.2014.11.004
203. Wang, L. Development and validation of equations for predicting the metabolizable energy value of double-low rapeseed cake for growing pigs / L.

Wang, Q. Hu, P. Li, C. Lai, D. Li, J. Zang, S. Ni // *Animals (Basel)*. – 2021. – V. 11(4) – P. 1168. doi: 10.3390/ani11041168.

204. Wiedemair, V. Technological changes in wheat-based breads enriched with hemp seed press cakes and hemp seed grit / V. Wiedemair, K. Gruber, N. Knöpfle, KE. Bach // *Molecules*. – 2022. – V. 27(6) – P. 1840. doi: 10.3390/molecules27061840.

205. Winders, TM. Effects of hempseed cake on ruminal fermentation parameters, nutrient digestibility, nutrient flow, and nitrogen balance in finishing steers / TM. Winders, BW. Neville, KC. Swanson // *J Anim Sci*. – 2023. – V. 101 – P. skac291. doi: 10.1093/jas/skac291.

206. Winders, TM. Influence of hempseed cake inclusion on growth performance, carcass characteristics, feeding behavior, and blood parameters in finishing heifers / TM. Winders, EM. Serum, DJ. Smith, BW. Neville, GK. Mia, S. Amat, CR. Dahlen, KC. Swanson // *J Anim Sci*. – 2022. – V. 100(6) – P. skac159. doi: 10.1093/jas/skac159.

207. Woyengo TA. Nutritive value of cold-pressed camelina cake with or without supplementation of multi-enzyme in broiler chickens / TA. Woyengo, R. Patterson, BA. Slominski, E. Beltranena, RT. Zijlstra // *Poult Sci*. – 2016. – V. 95(10) – P. 2314-21. doi: 10.3382/ps/pew098.

208. Woyengo, TA. Nutritive value of multienzyme supplemented cold-pressed camelina cake for pigs / TA. Woyengo, R. Patterson, CL. Levesque // *J Anim Sci*. – 2018 – V. 96(3) – P. 1119-1129. doi: 10.1093/jas/skx025.

209. Xiong, C. Enhancing the potential of rapeseed cake as protein-source food by γ -irradiation / C. Xiong, X. Zou, CW. Phan, W. Huang, Y. Zhu // *Biosci Rep*. – 2024 – V. 44(3) – P. BSR20231807. doi: 10.1042/BSR20231807.

210. Yadav, M. Medicinal and biological potential of pumpkin: an updated review / M. Yadav, S. Jain, R. Tomar, GB. Prasad, H. Yadav // *Nutr Res Rev*. – 2010. – V. 23(2) – P. 184-90. doi: 10.1017/S0954422410000107.

211. Yang, ZT. Extraction and Separation of Sinapine from Rapeseed Cake and the Mode of Action of Melanin Production Inhibition / ZT. Yang, DX. Lu, EK.

Hong, BY. Zhang, M. C Jiang, YJ. Yang, DJ. Zhang // Mol Biol (Mosk). – 2020. – V. 54(6) – P. 1037-1045. Russian. doi: 10.31857/S0026898420050122.

212. Yasuda, K. Growth performance, carcass traits, physiochemical characteristics and intramuscular fatty acid composition of finishing Japanese black steers fed soybean curd residue and soy sauce cake / K. Yasuda, M. Kitagawa, K. Oishi, H. Hirooka, T. Tamura, H. Kumagai // Anim Sci J. – 2016 – V. 87(7) – P. 885-95. doi: 10.1111/asj.12510.

213. Zago, E. Influence of thermal treatments on the antioxidant activity of hemp cake polar extracts / E. Zago, R. Nandasiri, U. Thiyam-Holländer, NA. Michael Eskin // J Food Sci Technol. – 2022. – V. 59(8) – P. 3256-3265. doi: 10.1007/s13197-021-05325-9.

214. Zamindar, N. Antioxidant efficacy of soybean cake extracts in soy oil protection / N. Zamindar, M. Bashash, F. Khorshidi, A. Serjouie, MA. Shirvani, H. Abbasi, A. Sedaghatdoost // J Food Sci Technol. – 2017. – V. 54(7) – P. 2077-2084. doi: 10.1007/s13197-017-2646-0.

215. Zargi H. Application of xylanases and beta-glucanase to improve nutrient utilization in poultry fed cereal base diets: Used of enzymes in poultry diet // Insights Enzym Res. 2018. Vol. 2. No. 1. Article 11. doi: 10.21767/2573-4466.100011.

216. Zhai, SS. Fermentation of flaxseed cake increases its nutritional value and utilization in ducklings / SS. Zhai, T. Zhou, MM. Li, YW. Zhu, MC. Li, PS. Feng, XF. Zhang, H. Ye, WC. Wang, L. Yang // Poult Sci. – 2019. – V. 98(11) – P. 5636-5647. doi: 10.3382/ps/pez326.

217. Zhang, T. Composition and antioxidant ability of extract from different flaxseed cakes and its application in flaxseed oil / T. Zhang, Z. Zhang, X. Wang // J Oleo Sci. – 2023 – V. 72(1) – P. 59-67. doi: 10.5650/jos.ess22181..

218. Zhao, M. Anti-obesity effects of dietary fibers extracted from flaxseed cake in diet-induced obese mice / M. Zhao, B. Wang, L. Li, W. Zhao // Nutrients. – 2023. – V. 15(7) – P. 1718. doi: 10.3390/nu15071718.

219. Zhu, LP. The effects of varieties and levels of rapeseed expeller cake on egg production performance, egg quality, nutrient digestibility, and duodenum morphology in laying hens / LP. Zhu, JP. Wang, XM. Ding, SP. Bai, QF. Zeng, ZW. Su, Y. Xuan, TJ. Applegate, KY. Zhang // *Poult Sci.* – 2019. – V. 98 (10) – P. 4942-4953. - doi: 10.3382/ps/pez254.

220. Zubiria, I. Effect of feeding cold-pressed sunflower cake on ruminal fermentation, lipid metabolism and bacterial community in dairy cows / I. Zubiria, A. Garcia-Rodriguez, R. Atxaerandio, R. Ruiz, H. Benhissi, N. Mandaluniz, JL. Lavín, L. Abecia, I. Goiri // *Animals (Basel)*. – 2019. – V. 9(10) – P. 755. doi: 10.3390/ani9100755.

221. Волик В.Г., Исмаилова Д.Ю., Зиновьев С.В., Фисинин В.И., Лукашенко В.С., Салеева И.П. Переработка побочного сырья и использование полученных продуктов в кормлении бройлеров/ *Птица и птицепродукты*. 2021. № 2. С. 59-62.

222. Егоров И. А., Вертипрахов В. Г. Антиоксидантная система сельскохозяйственной птицы // *Сельскохозяйственная биология*. 2021. Т. 56. № 6. С. 1084–1096.

223. Фисинин В.И. Динамика и перспективы развития мирового и отечественного птицеводства. Результаты работы яичного и мясного птицеводства России в 2024 году/ *Птицеводство*. 2025. № 3. С. 4-10.

224. Фисинин В.И., Лукашенко В.С., Салеева И.П., Овсейчик Е.А., Журавчук Е.В., Волик В.Г., Исмаилова Д.Ю. Ферментированные гидролизаты из отходов переработки птицы в рационах бройлеров/ *Птицеводство*. 2018. № 11-12. С. 20-22.

225. Фисинин В.И., Ушаков А.С., Дускаев Г.К., Казачкова Н.М., Нуржанов Б.С., Рахматуллин Ш.Г., Левахин Г.И. Изменение иммунологических и продуктивных показателей у цыплят-бройлеров под влиянием биологически активных веществ из экстракта коры дуба/ *Сельскохозяйственная биология*. 2018. Т. 53. № 2. С. 385-392.

226. Фисинин В.И., Егоров И.А., Манукян В.А., Лаптев Г.Ю., Новикова Н.И., Никонов И.Н., Ильина Л.А., Йылдырым Е.А. Замена соевого шрота подсолнечниковым в комбикормах для кур-несушек и их влияние на микрофлору кишечника/ Зоотехния. 2016. № 9. С. 23-26.

227. Фисинин В.И., Егоров И.А., Ленкова Т.Н. Использование нетрадиционных кормов в рационе птицы/ Птица и птицепродукты. 2016. № 4. С. 14-17.

Приложения

Приложение 1 - Химический состав жмыхов, использованных в экспериментах

Питательность кормов			
Массовая доля %	Жмыхи		
	Конопляный	Льняной	Подсолнечниковый
жира	12,56	12,78	19,45
сухого вещества	93,6	93,0	64,9
сырого протеина	28,31	38,44	30,25
клетчатки	35,4	10,8	25,3
золы	4,8	3,4	4,0

Приложение 2 - Жирнокислотный состав жмыхов, использованных в экспериментах

Массовая доля %	Жмыхи		
	Конопляный	Льняной	Подсолнечниковый
C16:0 Пальмитиновая	7,1	15,4	10,2
C16:1 Пальмитоловая	0,6	0,1	0,6
C18:0 Стеариновая	3,8	5,3	5,2
C18:1 Олеиновая	17,7	25,4	16,5
C18:2 Линолевая	57,2	18,8	64,5
C18:3 Линоленовая	13,1	34,5	2,0
C20:0 Арахидовая	0,6	0,5	1,0