

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии  
имени В.Р. Вильямса (ФНЦ «ВИК» им. В.Р. Вильямса)

*На правах рукописи*

**Зарудный Владимир Алексеевич**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ СУРЕПИЦЫ  
В РАЦИОНАХ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ**

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

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:  
доктор биологических наук,  
профессор, академик РАН  
Егоров Иван Афанасьевич

Лобня – 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	9
1.1. Использование нетрадиционных кормов в питании птицы.....	9
1.2. Роль отдельных питательных веществ и обменной энергии в кормлении цыплят-бройлеров.....	18
1.3. Характеристика сурепицы.....	46
1.3.1 Биологические особенности сурепицы.....	46
1.3.2. Питательная ценность сурепицы.....	48
1.4. Использование продуктов переработки сурепицы в рационах цыплят-бройлеров .....	53
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	56
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	66
3.1. Изучение химического состава и питательной ценности сурепного жмыха. Опыт 1 .....	66
3.1.1. Использование сурепного жмыха при выращивании цыплят.....	69
3.1.2. Мясные качества, химический, жирнокислотный состав и оценка мяса цыплят.....	76
3.1.3. Основные биохимические показатели крови цыплят-бройлеров.....	78
3.1.4. Показатели минерального и углеводного обмена у цыплят-бройлеров...	79
3.2. Масло сурепное сорта «Надежда» в комбикормах цыплят-бройлеров и его влияние на качественные и количественные показатели мяса. Опыт 2 .....	81
3.2.1. Жирнокислотный состав и уровень кислотного и перекисного чисел масла сурепицы .....	81
3.2.2. Зоотехнические показатели цыплят-бройлеров при включении в комбикорм масла сурепицы.....	83
3.2.3. Переваримость основных питательных веществ корма с маслом сурепицы .....	84

3.2.4. Мясные качества, жирнокислотный, химический состав и оценка мяса цыплят .....	86
3.3. Экономическая эффективность.....	90
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОВЕРКИ ОПЫТА.....	94
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	96
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	99
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	114

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследований.** Ведущее место в мясном птицеводстве страны принадлежит бройлерному производству, которое в последние годы развивается особенно быстрыми темпами в результате интенсификации отрасли.

Решение проблемы дефицита кормового белка и энергии включает расширение посевов и повышение урожайности богатых белком и энергией растений, таких как люцерна, клевер, горох, подсолнечник, соя и другие. Для укрепления кормовой базы также планируется увеличение производства продуктов микробиологического синтеза, которые являются источниками аминокислот в рационах птицы. Одним из основных резервов растительного белка высокой биологической ценности являются такие продукты переработки крестоцветных технических культур, как шрот – при применении маслоэкстракционного процесса и жмых – продукт отжима сырья. Кроме традиционных масличных культур, в различных регионах России начато освоение возделывания рапса, рыжика и сурепицы [Амиранашвили Е.И., 2011].

Использование крестоцветных культур в России становится все более популярным благодаря их высокой устойчивости к морозам и засухе, а также возможности использования в качестве предшественников для зерновых. Однако из-за особенностей химического состава семян крестоцветных культур, их применение в птицеводстве ограничено. Содержание эруковой кислоты и глюкозидов в семенах может вызывать отравление птицы. Зарубежный опыт показывает возможность использования продуктов переработки крестоцветных культур в кормлении птицы, однако необходимо ограничить включение шрота, жмыха и масла из этих семян в комбикорма до 5-7% для бройлеров и 3-5% для кур несушек, чтобы избежать негативных последствий. Результаты исследований о применении крестоцветных культур и их продуктов в птицеводстве зависят от множества факторов, поэтому оптимальные дозировки, предложенные различными исследователями, не могут гарантировать положительных результатов в птицеводстве.

Улучшение качества семян путем селекции позволяет значительно расширить границы использования продуктов переработки семян крестоцветных в рационах птицы. Жмых и шрот из новых сортов семян (каноловых) с низким содержанием вредных веществ можно вводить в комбикорма бройлеров в количестве до 20%, в комбикорма кур – 10% [Егоров И., 2012].

Селекционерами ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (г. Лобня, Московская область) создан перспективный сорт сурепицы «Надежда», который хорошо приспособлен к климатическим условиям во всех зонах возделывания культуры. При вегетационном периоде от 74 до 90 дней сурепица дает урожайность от 2,0 до 2,5 т/га. Имеет средние показатели масличности (45,0-47%) и содержание сырого протеина до 25%. Сурепица сорта «Надежда» отличается отсутствием эруковой кислоты в масле семян и низким содержанием глюкозинолатов, что позволяет использовать его в кормлении птицы без ограничений. Исследования, проведенные в ФНЦ «ВНИТИП» РАН и ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», направлены на поиск новых энерго-протеиновых компонентов кормов для птицы с использованием комбикормов с разными уровнями жмыха и масла из этого сорта [Амиранашвили Е.И., 2011].

Настоящая работа является актуальной, т.к. в результате ее выполнения установлена возможность использования в кормлении птицы нового кормового ресурса – жмыха и масла сурепицы, что имеет важное значение в условиях дефицита белковых и энергетических кормов.

**Степень разработанности темы исследований.** Изучению поиска новых источников кормового белка для сельскохозяйственных животных и птицы посвящены многолетние исследования специалистов-птицеводов [Егоров И.А., Ленкова Т.Н., Фисинин В.И.].

**Цель и задачи исследований.** Цель данного исследования заключается в разработке рецептов комбикормов для выращивания цыплят-бройлеров с использованием жмыха и масла из сурепицы сорта «Надежда».

В рамках исследования были поставлены задачи по изучению химического состава и питательности сурепных масла и жмыха, разработки рецептов

комбикормов с использованием сурепного жмыха и масла, определения влияния комбикорма на рост и мясную продуктивность цыплят-бройлеров, а также расчета экономических показателей выращивания цыплят-бройлеров на разработанных комбикормах.

**Научная новизна.** Впервые в условиях Московской и Калининградской областей использовали для кормления цыплят-бройлеров продукты глубокой переработки сырья, полученные из сурепицы сорта «Надежда», с низким содержанием глюкозинолатов и без эруковой кислоты. Были разработаны рецепты кормосмесей с различными дозами сурепного масла и жмыха, а также изучены их влияние на зоотехнические, физиологические и гематологические показатели, количество и качество продукции. Кроме того, были рассчитаны экономические показатели использования сурепного жмыха в комбикормах при выращивании цыплят-бройлеров.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Рецепты комбикормов были созданы и проверены на примере выращивания цыплят-бройлеров, где в качестве источников жирных кислот и протеина использовались сурепное масло и жмых. Замена подсолнечного масла на 1,5% и 3% сурепным маслом в рационах привела к увеличению живой массы бройлеров на 5,27% и 6,19% соответственно, а затраты корма на прирост 1 кг живой массы уменьшились на 1,99% и 3,05%. Кроме того, сохранность птицы составила 100%.

**Методология и методы исследований.** Для исследования применена методология, которая обычно используется при изучении вопросов кормления, обмена веществ и здоровья сельскохозяйственной птицы. Исследования проводились в ФНЦ «ВНИТИП» РАН и ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Тема исследования является частью научно-исследовательской работы, осуществляемой ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», направленной на повышение полноценности кормления сельскохозяйственных животных и птицы. В работе были использованы общие методы научного познания, такие как анализ, сравнение и обобщение, а также экспериментальные методы, включая наблюдение и сопоставление, и специальные методы, такие как зоотехнические, физиологические, биохимические

и экономические. Чтобы обработать полученные данные, был использован метод вариационной статистики с помощью программного обеспечения Microsoft Excel.

**Степень достоверности и апробации результатов.** Основные материалы исследований обсуждались и докладывались на международных, всероссийских конференциях и мероприятиях: Форум-открытие карбонового полигона Калининградской области «Росянка» (г. Калининград, 2021 г.); Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Научное обеспечение развития АПК в Российской Федерации в условиях импортозамещения» (г. Ярославль, 2022 г.); Международный конгресс по кормам, посвященный 100-летию ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (г. Москва, 2022 г.); Международная конференция «Научное обеспечение кормопроизводства в России» (г. Лобня, Московская обл., 2022 г.); Международная научно-практическая конференция «Проблемы продовольственной безопасности» (EPFS 2023) (Республика Беларусь, г. Горки, 2023 г.); Рабочем совещании по вопросам внедрения и использования кормов российского производства для обеспечения аквакультуры Калининградской области (Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Калининград, 2023 г.).

**Личный вклад соискателя.** Автором диссертационной работы представлены результаты исследований, выполненных в лаборатории ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» и ФНЦ «ВНИТИП» РАН, а также на производстве вивария СГЦ «Загорское ЭПХ» и хозяйстве ООО «ТПК «Балтптицепром» в период с 2019 по 2023 годы. Автор принимал участие в получении результатов и анализе данных на 88%. Работа включает разработку схемы исследований, поиск литературных источников, анализ экспериментальных данных, формулирование выводов и рекомендаций для производства, а также подготовку научных статей, рукописей диссертации и автореферата.

**Публикации.** По материалам диссертационной работы опубликовано 6 печатных работ, из них 4 научные работы в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ.

**Положения диссертации, выносимые на защиту:**

- кормовая ценность жмыха и масла, полученных из семян сурепицы сорта «Надежда» в рационах цыплят-бройлеров;

- влияние комбикормов с разными дозировками масла и жмыха, полученных из семян нового сорта сурепицы на усвояемость питательных веществ, жирнокислотный состав мышечной ткани цыплят-бройлеров;

- экономическая эффективность применения жмыха и масла из семян сурепицы сорта «Надежда» в рационах цыплят-бройлеров.

**Объем и структура диссертации.** Представленная диссертационная работа напечатана на 117 страницах компьютерного текста и включает: введение, 4 главы, заключение, список литературы и приложения. Диссертация содержит 3 рисунка, 38 таблиц и 2 приложения. Список литературы включает 128 источников, из которых 28 иностранных.



## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Использование нетрадиционных кормов в питании птицы

С ростом продуктивности птицеводства комбикормовая промышленность начинает испытывать значительные трудности, конкурируя с пищевой промышленностью по многим кормовым ресурсам. Использование пшеницы, кукурузы, сои, подсолнечного масла приводит как к удорожанию собственно рационов птицы, так и к росту цен на продукты питания в силу постоянного усиления давления на сырьевых рынках. Поэтому исследования в области кормопроизводства на основе перспективных нетрадиционных кормовых ресурсов представляются весьма многообещающими. Специалисты ФНЦ «ВНИТИП» РАН выделяют несколько групп нетрадиционных кормовых ресурсов: белковые, высокоэнергетические, витаминные, минеральные, углеводистые, заменяющие зерновые и марикультуры [Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. 2021].

В промышленном птицеводстве возникают определенные, постоянно усугубляющиеся серьезные вызовы: экологические аспекты ведения производства, запрет на использование кормовых антибиотиков, запрет на ГМО сою и кукурузу, вопросы нарастающей резистентности по ряду фитопатологических факторов. Среди этих проблем нехватка белка, второго по стоимости питательного вещества после ресурсов обменной энергии, является одной из наиболее острых. Из-за постоянно растущей потребности в кормовом белке его экономическая доступность для птицеводов снижается: большая часть соевого шрота, традиционного источника белка, в основном производится из генетически модифицированных сортов и завозится в Россию. Другой важный источник белка – рыбная мука – также растет в цене, поскольку ее общее производство сокращается из-за чрезмерного вылова рыбы в океанах [ФАО, 2014]. Однако существуют перспективные, но пока нешироко используемые альтернативные источники белка, которые могут быть включены в кормопроизводство и выступить альтернативой соевому шроту и рыбной муке [Mezes M., 2018].

Основным источником энергии для птицы являются зерновые культуры, при этом ячмень составляет 29% от общего объема зерна в рационах, кукуруза - 5%, овес - 3%, зернобобовые - 3%, пшеница и другие занимают 60%. Однако максимальное увеличение доли незерновой части в рационах может значительно снизить расходы на корма. В передовых хозяйствах ЕЭС до 16% комбикормов для животных составляют отходы пищевой промышленности, а доля зерна снижена до 35-44%.

Сравнение использования незерновых ингредиентов в России и за границей показывает, что многие из них еще не получили широкого распространения в отечественном сельском хозяйстве. Несмотря на то, что сухая молочная сыворотка, сухой свекловичный жом и пивная дробина являются ценными источниками корма, они практически не используются в комбикормовой промышленности, хотя ежегодно в России производится более 1 млн тонн сухой пивной дробины и сухой послеспиртовой барды. Кроме того, меласса также не получила должного применения, поскольку в зарубежном кормопроизводстве ее доля составляет до 4% по массе, в то время как в России - всего 0,1%. К нетрадиционным кормам относятся также горох, люпины, рапс и сурепица, продукты микробиологического синтеза, отходы переработки животноводческой продукции, сушеный картофель и другие [Фисинин В.И. и др., 2016].

Зернобобовые культуры содержат большое количество сырого протеина, хотя и бедны в основной своей массе серосодержащими аминокислотами, о которых будет рассказано в соответствующем разделе данной работы, тем не менее по содержанию протеина они уступают лишь кормам животного происхождения [Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. 2021].

Из-за наличия в зернобобовых продуктах антипитательных компонентов, таких как ингибиторы трипсина, алкалоиды, танины и дубильные вещества, они долгое время не использовались должным образом. В то же время прогресс в области синтеза и применения современных мультиферментных препаратов позволяет в большой степени преодолеть эти недостатки. Благодаря прогрессу в области прикладной биохимии зернобобовыми культурами частично возможно

заменить дорогостоящие корма животного происхождения, такие как мясокостную или кровяную муку, при обязательной прецизионной балансировке рациона по незаменимым аминокислотам [Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. 2021].

Учитывая незаслуженно малое распространение в российских севооборотах люпина белого или, как его часто тривиально называют, люпина сладкого, можно начать характеристику нетрадиционных кормовых ресурсов с него. Сладкий люпин издавна считается источником белка из-за его высокого процентного содержания, в зависимости от сорта и способа очистки от оболочки. Усвояемость белка и аминокислот в сладком люпине составляет около 85%, что может быть улучшено гидротермальной обработкой и тонким измельчением или экструдированием. Аминокислотный состав неполноценен и требует добавления метионина, особенно для домашней птицы. Ограничение использования люпина – высокое содержание алкалоидов (люпинина и лупинидина), которое может быть уменьшено с помощью селекции и выведения новых малоалкалоидных сортов, чем успешно занимается Брянский институт люпина. Если содержание люпинина ниже 0,04%, то добавление протеина белого люпина безопасно даже для молодых животных. Высокое содержание некрахмальных полисахаридов в сладком люпине также может вызвать нежелательные эффекты у домашней птицы, которые можно уменьшить путем удаления оболочки и добавления ферментов, таких как ксиланаза и целлюлаза [Mezes M., 2018]. В зависимости от сорта, люпин белый содержит до 40% сырого протеина, до 0,7 % лизина, 0,4-0,7% метионина и других незаменимых аминокислот [Фисинин В.И. и др., 2016]. Современные сорта сладкого люпина отечественной селекции, такие как Кристалл, Старт, Мановицкий, Мичуринский, содержат не более 0,12% алкалоидов, что фактически снимает с них ограничения в кормлении сельскохозяйственных животных. При использовании ферментных препаратов фитазного спектра, таких как МЭК-КП-4, Мультифабазим, люпин в комбикорма можно включать до 20%. Экструдирование зерна люпина позволяет увеличить питательные качества люпина при условии увеличения витаминной обеспеченности цыплят и обогащении комбикормов метионином [Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. 2021].

Бобы кормовые являются известным и хорошо себя зарекомендовавшим в практике кормопроизводства кормовым ресурсом. При обеспеченности протеинами, достигающей до 30%, измельченные кормовые бобы богаты аминокислотами, хотя им и не хватает цистина и метионина. В то же время ингибиторы трипсина кормовых бобов составляют не более 5% от антитрипсиновой активности бобов сои и вместе с другими антипитательными факторами, такими как таннины и фазеолюнатин, могут быть инактивированы при десятиминутном нагревании до 120° С. Содержание сырого протеина в кормовых бобах ниже, чем в соевом шроте (25-27%), но его аминокислотный состав близок к соевому, и усвояемость его белка и аминокислот также хорошая. Другая возможность снижения влияния антипитательных факторов заключается в выборе сортов с низким содержанием антипитательных соединений. Культура содержит и другие потенциально токсичные соединения, например, алкалоидные гликозиды вицин и дивицин, которые могут вызывать аллергические реакции как у людей, так и у животных, однако существуют некоторые исследования о потенциале использования антиоксидантов против токсического действия алкалоидных гликозидов [Mezes M., 2018].

Зерно вики по содержанию сырого протеина еще более превосходит кормовые бобы: оно достигает до 38% по массе. Следует все же с осторожностью включать повышенные дозы вики в корма, поскольку они также обладают антитрипсиновой активностью и содержат гликозиды в количестве до 20-20,8 мг на 100 г. Вику современных сортов, содержащую до 6 мг гликозидов и ингибитора трипсина до 25-30 мг, можно включать в количестве 5% молодняку птицы и 10% взрослой птице [Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. 2021].

Горох полевой, или пелюшка, является широко культивируемым зерном бобовых, поскольку он имеет важное значение в питании животных. Содержание белка в семенах гороха полевого высокое (21-25%), а его аминокислотный состав близок к соевому, поэтому при использовании в кормлении животных с однокамерным желудком требуется лишь умеренное добавление аминокислот. Из-за содержания в пелюшке такого антипитательного соединения, как ингибитора

трипсина, перед употреблением требуется термическая обработка. Горох содержит больше лизина в протеинах, чем зерновые и другие бобовые культуры [Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. 2021].

Нут (*Lathyrus sativus*) не является распространенным источником белка, но содержание сырого протеина в нем составляет 26-27%, а аминокислотный состав аналогичен составу полевого гороха, а именно требует добавления метионина и цистеина при использовании в кормах для домашней птицы. В нуте содержатся некоторые антипитательные факторы, такие как ингибитор трипсина, поэтому перед употреблением птицей требуется термическая обработка. Он также содержит нейротоксичное соединение,  $\beta$ -N-оксалил-L- $\alpha$ ,  $\beta$ -диаминопропионовую кислоту, которая также может быть эффективно разложена гидротермальной обработкой [Mezes M., 2018].

Помимо зернобобовых перспективных культур в практику товарных хозяйств можно рекомендовать введение нетрадиционных кормовых культур, таких как пайза, чумиза, амарант, тритикале [Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. 2021].

Зерно злаков традиционно считается базой для составления комбикорма, с них начинается балансирование комбикорма по основным параметрам кормления на заданную продуктивность. Между тем при решении некоторых имеющихся недостатков, таких как наличие танинов и высокий уровень клетчатки, малую обеспеченность лизином, семена просяных культур также являются ценным кормовым ресурсом, и их можно и нужно вводить в рационы птицы [Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. 2021]. Так, дробленая пайза может включаться в количестве до 15% для начального этапа выращивания бройлеров и до 20%-для второго и третьего этапов.

Чумиза обладает сравнительно более мягкой оболочкой, если сравнивать ее с обыкновенным пищевым просо. Она имеет хорошую урожайность, доходящую до 30 ц зерна с гектара, в зависимости от сорта и принятой агротехники содержание сырого протеина может достигать до 15%. Выращивание современных сортов тонкопленчатого проса позволяет увеличить его использование до 30%. Недавно

прошло испытание лептодермальное просо, которое имеет еще меньшую долю сырой клетчатки, его можно вводить до 40% в рационы мясной птицы.

Сорго также является весьма многообещающим кормовым ресурсом, не уступающим по комплексу питательных характеристик зерну кукурузы. Являясь засухоустойчивой культурой, сорго может иметь урожайность по зерну до 70 ц с гектара и содержит при этом 60-80% крахмала, 7-12% протеина, 1,5-6% жира. К сожалению, высокое содержание танинов, достигающее до 3%, ограничивает его кормовое использование, но применение ферментных препаратов нового поколения способствует повышению массы цыплят на 5,8%, яйценоскость кур – на 7,3% [Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. 2021].

Амарант – культура, сравнительно недавно получившая распространение в нашей стране. Крупное растение с мощной вегетативной массой, хорошо облиственное, способно образовывать до 500 тыс. семян, средняя масса тысячи семян которых составляет 0,9 г и отличается высокой урожайностью. Семена амаранта имеют хороший аминокислотный профиль, особенно по таким ценным аминокислотам как лизин, метионин и цистин. По лизину семена амаранта превосходят зерно кукурузы в 2,1-3,1 раза, по содержанию метионина – в 1,8-2,2 раза и цистина 0,7-2,7 раза.

Тритикале, гибрид пшеницы и ржи, наследовал лучшие качества родительских форм. Обладая мощной корневой системой, способной обеспечивать жизнедеятельность растения даже на кислых почвах, тритикале характеризуется высокой урожайностью, до 100 ц с га, содержит сырого протеина до 18% и по обменной энергии уступает лишь кукурузе (11,93 МДж/кг). В целом, тритикале обладает лучшими качествами зерновых и бобовых культур. Тритикале можно использовать в кормлении птицы в значительно больших количествах, чем рожь или ячмень, поскольку антипитательный фон тритикале значительно более благоприятный для птицы. Селекция тритикале по незаменимым аминокислотам в будущем позволит не только заместить кукурузу и пшеницу в рационах птицы, но и снизить использование такого дефицитного компонента комбикорма как соевые бобы [Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. 2021].

Определенный интерес в кормлении птицы представляет голозерный овес, одним из представителей которого является сорт «Местный Красноярский». Он превосходит традиционный овес по уровню протеина на 4%, при этом содержит клетчатки ниже в 7,5 раза за счет отсутствия у зерновки внешних покровных оболочек, характерных для овса. В опытах на цыплятах-бройлерах определена оптимальная доза ввода в рацион, составляющая 20-30% [Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. 2021].

Продукты переработки масличных культур традиционно являются высокопротеиновыми и высокоэнергетическими компонентами отечественных кормов. В основном распространение получили жмыхи и шроты.

Анализ содержания незаменимых аминокислот в основных зерновых кормах показывает, что кукуруза, рожь, просо и ячмень не обеспечивают потребность цыплят-бройлеров в аргинине. Гистидина не хватает в основном в овсе, содержание изолейцина, лейцина, фенилаланина и валина в протеине зерна злаковых даже избыточно для цыплят, по содержанию лейцина в протеине оказалась дефицитна лишь рожь (96% обеспеченности). В составе протеинов ржи наблюдается дефицит тирозина при одновременном избытке фенилаланина. По треонину зерновые бедны, триптофан дефицитен во ржи и просе, глицина мало в ячмене, овсе, просе и ржи. Большинству злаковых культур не хватает метионина, но главной дефицитной аминокислотой злаковых зерновых культур является лизин (65-97% обеспеченности) [Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. 2021].

В отличие от зерна злаковых фуражных культур бобовые зерновые корма содержат в 2-3 раза больше сырого протеина. Однако энергетическая ценность бобовых культур, как правило, ниже, поэтому рекомендуется комбинировать эти два источника энергии и аминокислот. Бобовые бедны серосодержащими аминокислотами, но содержат больше лизина, а также аргинина, гистидина и треонина. Однако меньше, чем зерновые обеспечены триптофаном, лейцином и фенилаланином. По данным А. П. Дмитроченко, протеин зерна эффективно обогащать метионином [Дмитроченко А.П., 1964].

Жмыхи и шроты наиболее часто используются для балансировки обменной энергии и протеина корма. В них в зависимости от вида растительного сырья содержится от 30 до 50% сырого протеина. Наиболее ценны протеины соевого шрота, которые по составу незаменимых аминокислот приближаются к кормам животного происхождения, в том числе за счет наличия дефицитного лизина [Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. 2021].

Мука из семян масличных культур или рапсовая мука из канолы являются хорошо известными и широко используемыми источниками белка в питании животных в качестве замены соевого шрота. Содержание сырого протеина в соевом шроте составляет 30-40% и зависит от способа извлечения масла. Основным ограничивающим фактором для использования рапсовой муки является содержание в ней антипитательных соединений, в частности глюкозинолатов, которые оказывают нежелательное действие на птицу. Однако содержание антипитательных факторов можно снизить с помощью целенаправленного отбора и селекции растений, и в последнее время появились сорта с низким содержанием глюкозинолатов. Максимальная концентрация глюкозинолатов в компонентах корма для животных с однокамерным желудком должна составлять менее 12 000 мг/кг семян и менее 20160 мг/кг экстрагированной муки. Хорошим способом использования продуктов переработки рапса и сурепицы являются концентраты рапсового протеина, поскольку в них практически нет глюкозинолатов, а содержание белка выше, около 57% [Mezes M., 2018].

Подсолнечниковый шрот также является хорошо известным альтернативным источником белка, но в нем относительно высокое содержание фенольных соединений, в частности, хлорогеновой кислоты, что ухудшает доступность белка, и это является основным ограничивающим фактором его использования. Аминокислотный состав белка подсолнечного шрота не является оптимальным для моногастричных животных, поэтому при его использовании требуется добавление аминокислот [Mezes M., 2018].

Экстрагированный хлопковый шрот также является потенциальной альтернативой соевому шроту, но основная проблема с его использованием в том,



что в большинстве стран доступны только генетически модифицированные сорта этой культуры, чья селекция была направлена на формирование волокна. Шрот хлопчатника беден лизином, также содержит антипитательное соединение госсипол, которое не может быть инактивировано традиционными технологиями производства кормов. Госсипол обладает свойством вступать в органические соединения с металлами, поэтому при скармливании требуется добавление железа. Соответственно, этот источник протеина может потенциально рассматриваться для соответствующих географических регионов.

Перспективными представляются продукты переработки зеленой массы бобовых культур. Люцерна дает наибольшее количество белка с гектара. Исходя из расчета, что среднее содержание сырого протеина в ней составляет 19%, а урожайность составляет около 13 тонн с гектара, это означает 2400 кг белка, что примерно в три раза больше, чем урожайность сои. Выход белка из люцерны зависит от процентного содержания в листьях, поэтому предпочтительны те сорта, у которых он самый высокий. Долгое время использование люцерны в кормлении было ограничено из-за содержания в ней сапонинов, но недавно появились сорта, не содержащие сапонинов. Зеленая масса подлежит высокотемпературной сушке и является не только источником протеина, но и витаминно-минеральным комплексом. Сушка и хранение люцерны снижают ее кормовую ценность в результате образования лизиноаланина окисленными полифенолами или в результате рацемизации, которые снижают усвояемость лизина и других аминокислот [Mezes M., 2018].

Рапсовый, сурепный и подсолнечниковый жмыхи являются хорошими источниками метионина. Потребность птицы в метионине может быть обеспечена, в том числе протеином подсолнечникового шрота. Низкое содержание метионина наблюдается в арахисовом и льняном шротах. Во всех видах шротов и жмыха содержится недостаточное для кормления птицы количество цистина. Хлопчатниковый и льняной жмыхи и шроты содержат лейцина меньше, чем того рекомендуют нормы кормления для птицы всех видов, количество остальных незаменимых аминокислот в протеине жмыхов и шротов полностью соответствует

потребности в них молодняка и взрослой птицы. Наиболее подходящим для кормления птицы является соевый шрот, который после экструдирования или иной тепловой обработки может составлять до 30% рациона по весу. Подсолнечниковый шрот содержит больше клетчатки и содержит меньше протеина, поэтому его не добавляют более 20% от массы рациона. Тем не менее, после тщательной очистки подсолнечникового шрота от шелухи для снижения содержания сырой клетчатки, его количество в рационе можно увеличить до 40% [Григорьев Н.Г., 1972]. Льняной жмых и шрот добавляют в рацион птицы в ограниченном 5% по весу количестве, так как большие пропорции могут вызвать задержку роста и развития цыплят-бройлеров, а также могут вызвать пищеварительные расстройства за счет наличия в льняном шроте антиростовых факторов и цианогенного глюкозида линамарина [Mezes M., 2018].

Данная диссертационная работа посвящена изучению использования жмыха и масла из сурепицы сорта «Надежда», а также перспективам использования данной культуры в рационах цыплят-бройлеров. Ниже приводится характеристика в целом основных питательных веществ применительно к кормлению птицы.

## **1.2. Роль отдельных питательных веществ и обменной энергии в кормлении цыплят-бройлеров**

Основная задача промышленного птицеводства состоит из производства яиц и мяса птицы – важнейших и незаменимых пищевых продуктов практически каждой российской семьи. Столь важными эти продукты являются в силу наличия полноценного белка – усвояемость белка яичного яйца является эталоном переваримости. В яйце и мясе цыплят-бройлеров содержание протеина доходит до 20%. Если учесть, что на долю воды в этих продуктах приходится до 70%, то в сухом веществе мяса птицы и в куриных яйцах основная масса приходится на белки.

Протеин является главным структурным и функциональным компонентом клеток тканей и органов птицы, обеспечивает большинство физиологических процессов организма [Ferket P.R., Middelton, 1999].

Для постоянного образования и обновления протеинов организма птица должна непрерывно получать значительное количество аминокислот в доступной для биосинтеза форме, они являются вместе с нуклеиновыми кислотами исходным материалом для азотистого обмена, именно из них совершается сборка протеинов клетки под стоящие перед ней функциональные задачи. По существу, именно обеспечение птицы необходимыми аминокислотами и энергией и является главной задачей кормления птицы. Важной прикладной проблемой является качественный состав поступающих с кормом аминокислот – их неоптимальное сочетание вкупе с антипитательными факторами способны значительно снизить эффективность кормления, что приводит как к перерасходу кормов, так и к непроизводительным затратам предприятия [Ferket P.R., Middelton, 1999].

Понимание сложных, но тем не менее хорошо изученных закономерностей азотистого обмена организма птицы, позволяет снизить нормы кормового белка, уменьшить в некоторых половозрастных группах птицы использование кормов животного происхождения, которые являются наиболее затратной частью рационов.

Экономические вопросы не менее важны, чем биохимические: балансирование протеинов и аминокислот рационов птицы осуществляется подбором наиболее доступных растительных кормов, их научно обоснованное и экономически оправданное использование способствует дальнейшему повышению продуктивности птицы [Григорьев Н.Г., 1972].

Спрос и предложение влияют на стоимость кормов. Перед оценкой стоимости и питательной ценности необходимо рассмотреть вопрос о достаточной обеспеченности кормовыми ингредиентами. Как правило, доступность кормовых ресурсов и их цена варьируются в зависимости от сезона. В некоторых случаях необходимо найти более дешевую альтернативу для замены более дорогого компонента без негативного воздействия на продуктивность бройлеров. Например,

соевый шрот может быть частично заменен другими альтернативными источниками белка, такими как рапс и сурепица. Применение ферментов широко используется в производстве кормов для бройлеров. Это может смягчить воздействие антипитательных факторов и снизить затраты на корма. Однако некоторые ферменты могут распадаться при нагревании, поэтому рекомендуется их вносить в жидком виде после грануляции [Hauschild L. et al., 2015].

Современные исследователи принимают за аксиому, что каждый вид сельскохозяйственной птицы, а также порода и кросс, с учётом функциональной и возрастной группы, обладает биологическими различиями – анатомо-физиологическими особенностями организма, спецификой пищеварения, обмена веществ и прочими отличиями, которые важно учитывать при организации рационального кормления и составлении рационов.

Питательная ценность корма – это его способность удовлетворять потребность птицы в питательных веществах: углеводах, жирах, белках, витаминах и минералах. Чем выше питательность, тем выше здоровье и продуктивность птицы, качество продукции. Питательность корма определяется его химическим составом и усвояемостью питательных веществ в пищеварительном тракте.

Сельскохозяйственная птица питается основным образом растительными кормами, которые содержат одни и те же компоненты, но имеют различный химический состав. Современные кроссы птицы имеют генетический потенциал для быстрого прироста массы, что достигается изменением программ кормления и содержания птицы, расширением ассортимента кормов и добавлением кормовых и минеральных добавок. Для достижения максимальной продуктивности и полной реализации генетического потенциала птицы необходимо оптимизировать рационы кормления, учитывая физиологическую потребность цыплят-бройлеров в лимитирующих факторах роста и использовать сбалансированное кормление по комплексу питательных, биологически активных веществ и обменной энергии. Кроме того, для высокой продуктивности птицы и конверсии кормов в продукцию важно составление рациона с учетом возраста птицы и направления ее выращивания.

В мировой практике существуют разные варианты схем выращивания птицы. Традиционными считаются двух-, трех- и четырехфазовые схемы выращивания бройлеров. Современные исследования предлагают многофазовые программы кормления (до 14 фаз) [Гущин В.В., Лищенко В.Ф., 2012]. В зависимости от схемы разрабатываются рекомендации по содержанию питательных веществ в рационах бройлеров [Измайлович И.Б., 2021; Рядчиков В.Г., 2012; Хамитова В.З. и др., 2021].

В России требования к характеристикам и показателям кормовой ценности комбикорма для бройлеров закреплены на государственном уровне в Межгосударственном стандарте «Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы», принятом в 2019 году [ГОСТ 18221-2018]. Значения показателей комбикорма для бройлеров в возрасте от 1 до 4 недель и свыше 4 недель представлены на рисунках 1 и 2.

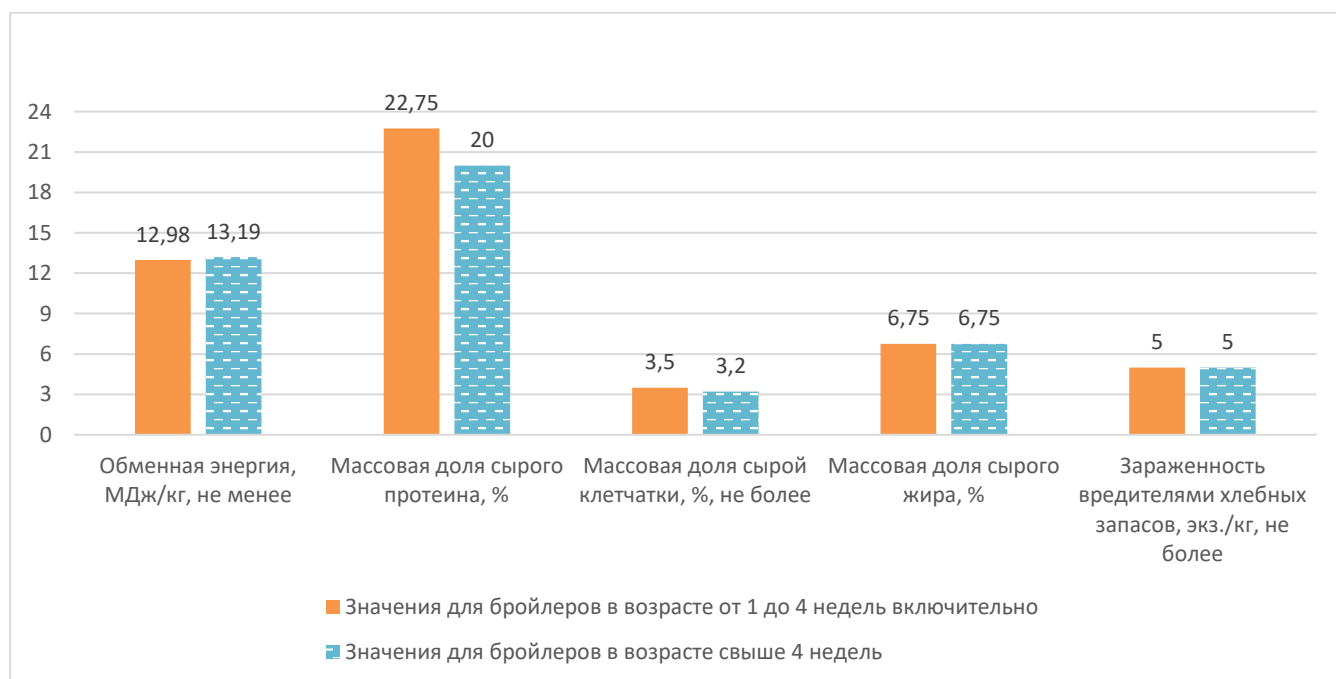
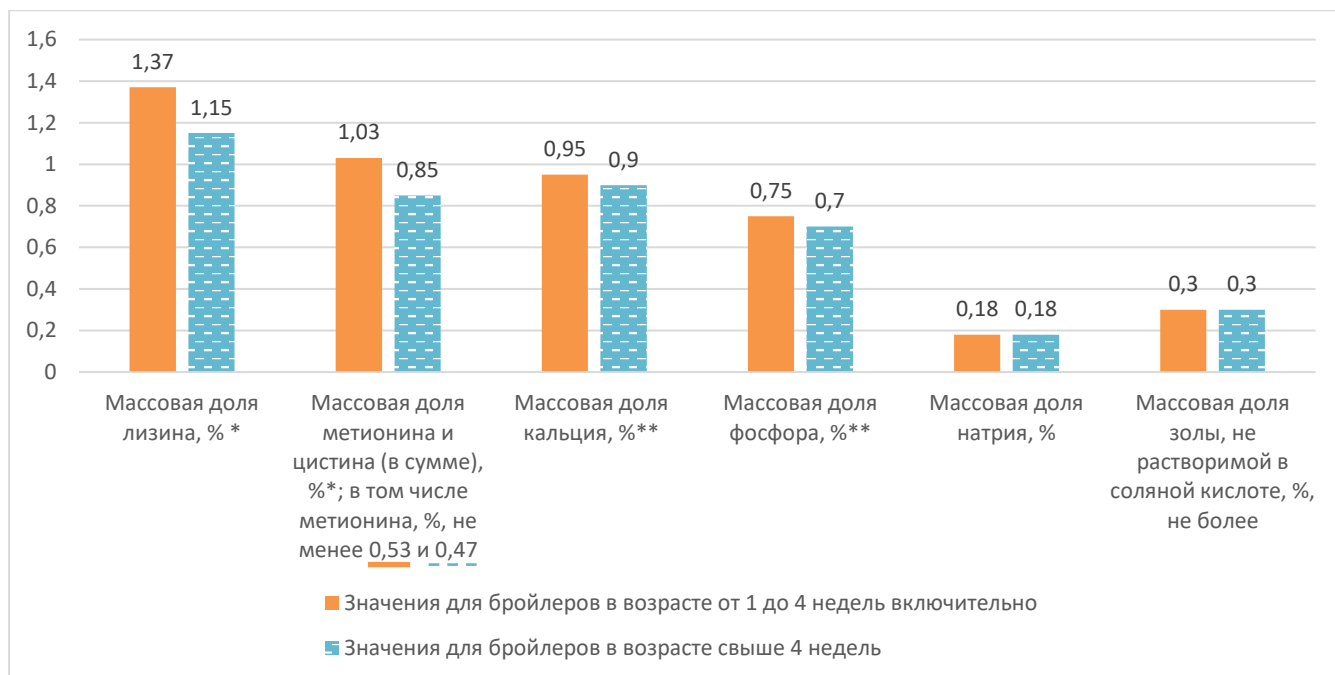


Рисунок 1 - Требования к характеристикам и показателям кормовой ценности комбикорма для бройлеров



\* При выработке комбикормов для птицы без применения синтетических аминокислот допускается увеличение массовых долей лизина, метионина и цистина (в сумме) выше указанных пределов.

\*\* Допускается изменение массовых долей кальция, фосфора и натрия с учетом требований по их содержанию для отдельных кроссов птицы по согласованию с приобретателем

## Рисунок 2 - Требования к некоторым зоотехническим показателям кормовой ценности комбикорма для бройлеров

Для достижения максимальной продуктивности и реализации генетического потенциала птицы в современном птицеводстве необходимо использовать оптимизированные рационы кормления, которые учитывают физиологическую потребность цыплят-бройлеров в лимитирующих факторах роста и включают оптимальные добавки и компоненты. Основным требованием является сбалансированное кормление по комплексу питательных, биологически активных веществ и обменной энергии, при этом уровень энергетического питания является наиболее часто критическим фактором. Обеспеченность рационов энергией является важнейшим критерием полноценности кормления птицы, так как продуктивность птицы зависит от обеспечения ее энергией на 40-50% [Околелова Т.М., 2007].

Энергия вырабатывается при окислении молекул углеводов, жиров и белков корма. Уравнение потребности птицы в обменной энергии и количество доступной

энергии в компонентах корма являются основными задачами для правильного составления рациона.

При недостатке энергии птица значительно увеличивает потребление корма, в иных случаях теряет свой вес за счет использования собственного жира и белка. При избытке энергии птица, как правило, снижает потребление корма, вместе с этим снижается потребление аминокислот и минеральных веществ, и повышается образование жировых отложений. У родительского стада бройлеров также возможно проявление синдрома беспорядочной овуляции и дефектных яиц.

Обеспеченность рационов птицы энергией в соответствии с нормами позволяет поддерживать все функции организма птицы:

- функционирование органов и основной обмен, включающий дыхание, движение крови, сокращение мышц, пищеварение, выделение, обновление и перестройка тканей массы тела;

- процесс синтеза органических соединений, в том числе ферментов;

- контроль температуры тела, особенно когда птица содержится при температуре ниже оптимальной;

- прирост белка и жира тела, составляющего собственно массу тела, для продукции яйца.

Для достижения максимальной эффективности и раскрытия генетического потенциала птиц в современном птицеводстве необходимо использовать оптимальные рационы кормления, которые учитывают физиологические потребности цыплят-бройлеров в ограничивающих факторах роста и содержат оптимальные добавки и компоненты. Ключевым критерием правильного кормления птиц является наличие достаточного количества энергии в рационах, которая часто ограничивает их продуктивность. Основным источником энергии для птиц являются зерновые корма, содержащие экстрактивные вещества без азота, которые составляют до 72% энергетических запасов зерна. При анализе кормов углеводы разделяют на две группы - сырую клетчатку и экстрактивные вещества без азота. Сырая клетчатка состоит из сложного комплекса углеводов, определяющего энергетическую питательность корма, включая целлюлозу,

гемицеллюлозу, пентозаны, гексозаны и инкрустирующие вещества (лигнин, кутин, суберин).

Недостаток клетчатки, равно как и ее избыток, вредно влияет на пищеварение птицы. При недостатке клетчатки в корме замедляется работа пищеварительного тракта, нарушается пищеварение, а при избытке – теряется кормовое достоинство: ухудшается переваривание других частей корма, что снижает его питательность. В умеренном количестве она нужна для стимуляции работы кишечного тракта птицы – улучшает развитие пищеварительных органов, увеличивает размер желудочно-кишечного тракта и несколько уменьшает размер тонкого кишечника, повышает уровень желчных кислот и выработку ферментов, в связи с чем более полно усваиваются элементы питания. Это, в свою очередь, ведет к изменению поведенческих характеристик птиц, уменьшая склонность к агрессии, расклеву и каннибализму [Исмаил С.Х., 2012; Каы З., 2018; Околелова Т.М. и др., 2021].

Для правильного кормления птицы необходимо различать растворимые и нерастворимые источники клетчатки, так как они влияют на вязкость содержимого желудка по-разному. Растворимая клетчатка находится в овощах и фруктах, легко растворяется в воде и превращается в гелеобразное вещество в толстом кишечнике. Нерастворимая клетчатка не изменяется при прохождении через желудочно-кишечный тракт и содержится в цельных зернах и бобовых. Преимущества и недостатки каждого типа клетчатки приведены в таблице 1 [Питч М., Коренник И., 2021; Питч М., 2019].

Таблица 1 - Преимущества и недостатки растворимых и нерастворимых источников клетчатки

Растворимые волокна	Нерастворимые волокна
Снижают скорость транзита содержимого кишечника	Увеличивают скорость прохождения химуса по кишечнику
Ухудшают переваримость жиров, белков и крахмала	Улучшают переваримость крахмала
Обладают эффектом пребиотика	Обеспечивают организм структурированными волокнами
Влияют на вязкость химуса	Стимулируют ворсинки кишечника
Хорошо ферментируются	Плохо ферментируются
Увеличивают количество влаги в помёте	Снижают количество влаги в помёте
Связывают питательные вещества	Предотвращают каннибализм



Безазотистые экстрактивные вещества корма (БЭВ) – большая группа разнообразных не содержащих азота органических веществ кормового продукта: крахмал, органические кислоты, сахара, пектин, гемицеллюлозу, инулин, глюкозиды и др. (за исключением жиров и сырой клетчатки), растворяющихся при кипячении в слабых кислотах и щелочах. Ввиду преобладания в БЭВ углеводов, группу эту обычно отождествляют с углеводами и по отношению к ней высчитывают кормовые рационы для животных [Мысик А.Т., 2007].

Содержание БЭВ в кормах птицы колеблется от 3% (диффузионные остатки) до 70 % (зерна) [Гайстер А.И., 1934].

Основными компонентами этой группы питательных веществ являются крахмал и сахара. Крахмал, который представляет собой сложный углевод в форме полисахаридов, таких как амилоза и амилопектин, содержится в клеточных мембранах растений и присутствует в большом количестве в семенах, плодах и клубнях, но мало в листьях и стеблях. Способность птицы переваривать крахмал зависит от содержания некрахмалистых полисахаридов (НПС), таких как пентозаны и бета-глюканы, которые повышают вязкость зерна и могут вызывать проблемы с пищеварением у птицы. Поэтому важно контролировать вязкость зерна и использовать ферментные препараты для улучшения усвоения питательных веществ.

Полноценность усвоения крахмала зависит от содержания в зерне полисахаридов, таких как пентозаны и бета-глюканы, которые связывают воду и увеличивают вязкость зерна. Если в рационе птицы содержится избыток растворимых полисахаридов, то система пищеварения не справляется с ними, что приводит к водянистому помету, снижению потребления корма и усвоения питательных веществ. Поэтому важно контролировать вязкость зерна и использовать ферментные препараты для улучшения пищеварения.

Обмену веществ и ключевой роли ферментов в пищеварении сельскохозяйственной птицы посвящены научные работы многих ученых: Н.А. Меньковой [2016, 2017], Т.М. Околеловой [2004, 2007], Н.И. Чернышева и др. [2011], В.М. Газдарова [1990], F. M. Khattak [2006] и др. А также работы о влиянии

ферментов на цыплят-бройлеров: И.А. Егорова [2015, 2018], Б.С. Калоева [2017], Н.Ю. Лазаревой [2011, 2015], О.В. Молокановой [2019], А. К. Kies [1997, 2001] и др.

Моносахариды (глюкоза и фруктоза) и дисахариды (мальтоза и сахароза) являются основными формами сахаров в растительных кормах, таких как корнеплоды сахарной свеклы, морковь, сорго и злаковые травы. Эти сахара накапливаются как резервные вещества и могут составлять до 22% сухого вещества. Недостаток этих веществ может привести к различным нарушениям, таким как ацидоз, накопление кетоновых тел и снижение щелочного резерва крови, что отрицательно сказывается на продуктивности и воспроизводительных функциях птиц. Растительные кормовые ресурсы традиционно используются как источники двух типов углеводов: легко гидролизующихся внутриклеточных и структурных углеводов клеточной стенки. Для определения норм кормления животных необходимо знать полную характеристику используемого сырья, поэтому было проведено исследование состава углеводов в жмыхах масличных культур (подсолнечном, льняном, рапсовом, сурепном и рыжиковом) (таблица 2).

Таблица 2 - Состав различных форм углеводов в жмыхах масличных культур

Жмых	Клетчатка		Лигнин	Гемицеллюлоза	Целлюлоза	БЭВ	В том числе	
	нейтрально-детергентная	кислотно-детергентная					крахмал	сахар
Содержится в сухом веществе, %								
Подсолнечный	29,6	23,9	9,7	5,7	14,2	15,5	1,5	12,2
Рапсовый	25,9	18,9	6,6	7,0	12,3	15,0	1,5	13,1
Льняной	26,8	16,1	3,4	10,7	12,7	19,9	1,7	7,3
Сурепный	23,3	18,6	5,8	4,7	12,8	12,8	1,7	11,1
Рыжиковый	28,0	19,9	6,9	8,1	13,0	11,4	3,7	7,7

Гемицеллюлозы и целлюлозы в сочетании с лигнином в подсолнечном жмыхе содержится на до 23,9%, что делает его трудноперевариваемым продуктом. В сурепном жмыхе, рапсе, льняном жмыхе и рыжиковом содержание трудноперевариваемых углеводов не превышает 13%, а лигнина и того меньше – до 7%. Жиры (липиды), состоящие из углерода, водорода и кислорода, имеют наибольшую калорийность по сравнению с другими питательными веществами. В

организме птиц они обеспечивают в 2,2 раза больше энергии, чем равное количество углеводов или протеина. Кроме того, они являются растворителями и переносчиками витаминов А, D и Е [Лютых О., 2020], а также, поставщиками незаменимой (критической) линолевой кислоты, из которой синтезируются линоленовая и арахидоновая кислоты.

Согласно стандартам ВНИТИП [2021], в комбикорм для цыплят-бройлеров рекомендуется добавлять жиры и масла в диапазоне от 2% до 6%, что способствует повышению продуктивности, улучшению использования питательных веществ и обмена веществ, а также снижению затрат на кормление для получения продукции (таблица 3) [Амиранашвили Е.И., 2011].

Таблица 3 - Рекомендуемая питательная ценность полноценного комбикорма, отношение ненасыщенных жирных кислот к насыщенным, в рационах бройлеров

Цыплята-бройлеры (3 фазы кормления)	Обменная энергия в 100 г, кДж	Сырой протеин, %	Линолевая кислота, %	Жиры и масла, %	Ненасыщенные жирные кислоты, %	Насыщенные жирные кислоты, %
1-14	1297	23,0	1,4	0-6	100	0
15-21	1318	21,0	1,3	0-6	75	25
22 и до убоя	1339	20,0	1,2	0-8	50	30

Линолевая кислота является критически важной жирной кислотой, которая имеет определяющее значение для роста цыплят-бройлеров. Если ее уровень недостаточен, то замедляется рост и увеличивается чувствительность к респираторным заболеваниям. Чтобы избежать этого, необходимо поддерживать минимальный уровень линолевой кислоты на уровне 1,25%. Недостаток жирных кислот у взрослой птицы приводит к нарушению обменных процессов, снижению продуктивности и жизнеспособности. Жиры являются необходимыми элементами организма птицы, используются для синтеза гормонов, витаминов и других биологически активных веществ. Они также являются источником энергии, участвуют в регулировании теплового баланса и защищают организм от механических воздействий.

Белки являются неотъемлемой частью тела птицы и других животных. Кормовой белок, который содержится в яйцах и мясе, строится из протеина корма, поэтому его важная роль в регулировании питания птицы неоспорима. Недостаток или избыток протеина в рационе может негативно сказаться на продуктивности, росте и здоровье птицы, что в конечном итоге приводит к неэкономичному расходованию кормов и повышению стоимости продукции. Аминокислоты, которые составляют 16% белков и содержат азот, играют важную роль в жизнедеятельности организма, так как каждый белок уникален и существует для определенных целей. Аминокислоты являются ценными элементами питания, так как они образуются в результате расщепления белковых цепей в корме [Суржин А., 2011; Чернышев Н.И. и др., 2011].

При высоком уровне протеина в рационе его избыток используется не на образование яиц или мышечной ткани, а на энергетические цели, что ведет к ускорению всех биосинтетических процессов в организме, что, в конечном счете, ведет к снижению эффективности производства продукции птицеводства [Измайлович И.Б., 2021; Лемешева М.М., 2003; Фисинин В.И. и др., 2000].

Среди 200 аминокислот, известных науке, лишь 20 используются в составе протеинов. Они подразделяются на заменимые и незаменимые. Заменимые аминокислоты, которые могут быть синтезированы птицей, обеспечивают около 55-60% потребности в белках и включают аланин, аспартовую кислоту, аспарагин, глутаминовую кислоту, гидроксипролин, глицин, серин и пролин. Некоторые заменимые аминокислоты могут быть синтезированы из других аминокислот, например, тирозин из фенилаланина, цистин из метионина и гидроксизин из лизина. Организм птицы не может синтезировать незаменимые аминокислоты, которые составляют около 40-45% необходимого белка. Эти аминокислоты включают аргинин, лизин, гистидин, лейцин, изолейцин, валин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин. Отсутствие хотя бы одной из них приводит к нарушениям в работе организма и даже к смерти птицы. Эксперименты показали, что недостаток аминокислот у птиц вызывает три патогенетических периода: быструю потерю веса, удлинение периода с минимальным жизненно необходимым

весом органов и новую скоротечную потерю веса, которая может привести к смерти. Правильное составление рационов для птицы должно основываться на закономерностях белкового обмена, чтобы обеспечить сбалансированную поставку незаменимых аминокислот.

При этом важно учитывать, что в практических ситуациях уровень аминокислот в комбикорме не может определяться независимо от содержания других аминокислот и питательных веществ, поэтому при выборе уровня аминокислот для корма необходимо учитывать возможность следующих проблем:

- дефицит – одна или несколько аминокислот не поступают достаточно с кормом. При этом содержание аминокислот может быть идеально сбалансировано, но потребление корма не будет соответствовать ожидаемому;

- несбалансированность – когда содержание хотя бы одной аминокислоты меньше требуемого уровня;

- антагонизм – когда уровень содержания одной аминокислоты влияет на усвояемость другой, при этом общий результат снижается в соответствии с создавшимся дефицитом аминокислот;

- токсичность – проявляется при очень высоком уровне аминокислот (обычно в 2 раза больше потребности) и приводит к ухудшению приростов и здоровья птицы [Мысик А.Т., 2007, Лемешева М.М., 2003].

Определение правильной дозировки аминокислот в корме является главным и наиболее важным аспектом работы специалистов, направленной на улучшение качества мяса птицы, особенно бройлеров. Для достижения быстрого роста цыплят-бройлеров необходимо использовать высокие концентрации аминокислот. Исследование Н. А. Мальцевой и ее коллег [2012] подтвердило, что увеличение содержания лизина и других серосодержащих аминокислот на 10-20% в кормовых смесях положительно влияет на рост и выживаемость цыплят-бройлеров. Это также снижает потребление корма и его затраты на 1 кг прироста, что увеличивает выход мяса и рентабельность производства.

Изучению аминокислот, их нормирования и соотношения в рационах птицы, в том числе бройлеров, посвящены научные работы многих российских [Григорьев

Н.Г., 1972; Подобед и др., 2006; Мальцева Н.А. и др., 2012] и зарубежных ученых [Pack M. et al., 2002]; лизину [Андрианова Е.Н. и др., 2018; Tian D.L. et al., 2019; Watanabe G. et al., 2020], метионину [Бондарук В. и др., 2004; Паркер Д., 2005; Peng et al., 2018], треонину [Дзядзько Н., Митропольская А., 2009; Лемме А., 2008, Kidd M.T., 2000], аргинину [Ибатуллин И. и др., 2019] и триптофану [Злепкин Д.А. и др., 2016].

Так, недостаток заменимых аминокислот в рационе птицы влияет на рост пера (глицин), формирование эмбрионов (глутаминовая кислота), рост и вес у молодняка, снижается или прекращается производство яиц у взрослых особей (валин, лейцин, изолейцин).

Недостаток незаменимых аминокислот ведет к еще большим нарушениям и отклонениям в организме птицы.

Лизин необходим цыплятам, особенно в первые 70 дней, его недостаточность в рационе прежде всего выражается в задержке роста пера и нарушении пигментации. Превышение аминокислоты в рационе приводит к снижению аппетита и замедлению роста цыплят. Лизин - одна из наиболее важных аминокислот, необходимых в питании домашней птицы. Лизин необходим для роста и поддержания здоровья, и он считается эталонной аминокислотой в идеальных белковых рационах. Лизин взаимодействует с другими аминокислотами, такими как треонин, посредством своих метаболических путей, поскольку он способствует утилизации белка в кормах для животных. Поэтому при определении концентрации лизина в рационе необходимо учитывать его доступность и усвояемость. Хорошо известно, что сырой протеин, лизин и их взаимодействие считаются важнейшим фактором, влияющим на продуктивность и качество тушки растущих цыплят, и поэтому потребность в белке с кормом – это прежде всего потребность в лизине, содержащемся в кормовом белке. Известно, что лизин является второй лимитирующей аминокислотой после метионина. Таким образом, лизин входит в число аминокислот, жизненно важных для производства мяса птицы [Ferket P.R., Middelton, 1999].

Лизин также вовлечен в обменные процессы жирных кислот. Можно предположить, что пептидные гормоны, такие как адипонектин, который участвует в пути липогенеза, играют определенную роль в энергетическом гомеостазе и потреблении пищи, когда концентрация лизина в корме варьируется [Амиранашвили Е.И., 2011].

Одним из наиболее важных направлений в птицеводстве является улучшение конверсии корма. Регулирование потребления корма контролируется пептидными гормонами, такими как лептин и грелин. Геном курицы содержит высоко специализированный рецептор лептина, который связан с восприятием питательных веществ и передачей сигналов. Совсем недавно были идентифицированы гены лептина в геномах курицы и утки. Ген рецептора лептина, который был клонирован и секвенирован у цыплят, опосредует физиологические функции лептина.

Метионин и цистин - серосодержащие аминокислоты, связанные с белками. Метионин является неполярной аминокислотой, которая играет важную роль в связывании и распознавании липидов. Метионин не только действует как пластический компонент белка, но также участвует в широком спектре других метаболических реакций, включая выработку аденозилметионина, цистеина, глутатиона, таурина, сульфата, фосфолипидов, и может участвовать в образовании d-глюкозы и гликогена. Обладая тиоловой боковой цепью, цистин является гидрофильной аминокислотой и действует как важный структурный и функциональный компонент многих белков и ферментов, образуя дисульфидные мостики (димеры) в некоторых белках, которые играют важную роль в сворачивании белковой цепи.

Цистин не считается незаменимой аминокислотой, поскольку он может быть синтезирован из метионина, но не наоборот. При скармливании птице комбикормов с недостаточным уровнем цистина часть метионина непосредственно включается в белок, а часть – превращается в цистин. И наоборот, если в корм включено достаточное количество цистина, это снижает потребность в метионине. Таким образом, для определения общего содержания комплекса метионин + цистин

или потребности в метионине следует учитывать содержание цистина в рационе. Цистин важен для формирования тканей скелета и мышечного каркаса, участвует в обеспечении гомеостаза, белковом, жировом и углеводном обменах, в синтезе желчных кислот, участвует в синтезе антител к агрессивным соединениям, активно вовлечен в синтез кератина. Эта аминокислота в кормах может быть полностью заменена метионином. Недостаток цистина способствует развитию патологических процессов в печени, нарушается рост перьев, снижается общий иммунитет организма.

Триптофан активно вовлечен в синтез гормонов гомеостаза, андрогенов и эстрогенов, входит в состав белков плазмы крови, светочувствительных протеинов глазного яблока, является активным участником окисления пиридина при синтезе никотиновой кислоты. Исходя из вышеназванных функций, дефицит триптофана приводит к пеллагре, дисфункции яичников, снижению яйценоскости, рахиту, нарушениям зрения и анемии.

Гистидин обеспечивает работу актин-миозинового комплекса мышц, входит в ферментные комплексы белков в цепи передачи электрона при синтезе АТФ, структурно участвует в синтезе гема и комплекса гемоглобина, соответственно, наличие этой аминокислоты является критическим для ростовых процессов организма. При недостатке гистидина снижается аппетит, организм плохо растет и развивается (наблюдается тугорослость), наблюдается жировой гепатоз печени, отмечаются нарушения в формировании грудных мышц, у несушек нарушается синтез желтка.

Лейцин широко представлен в аминокислотной формуле большинства протеинов, соответственно участвует в широкой номенклатуре биосинтетических реакций. Дефицит угнетает ЦНС, страдают эндокринная и нервная системы. Испытывающая недостаточное поступление с кормом лейцина птица плохо питается, становится раздражительной, плохо растет [Кузнецова Т.С. и др., 2007].

Фенилаланин широко распространен в протеинах организма, связан с синтезом тирозина, и, соответственно, влияет на функцию щитовидной железы, коры надпочечников, в кормах редко бывает в дефиците, поскольку является



прекурсором тирозина и способен к обратным реакциям. Недостаток клинически трудно определяется ввиду широкой неспецифической представленности в белках.

Треонин – третья лимитирующая кислота после серосодержащих и лизина, участвует в цикле трикарбоновых кислот, входит в состав многих протеинов соединительной ткани, участвует в передаче нервного импульса. Недостаток треонина повышает нервную возбудимость птицы, которая затем переходит в атонию и оцепенение [Амиранашвили Е.И., 2011].

Несмотря на отсутствие энергетической ценности, важность макроэлементов в питании птицы не может быть переоценена из-за их обширного включения в биохимические процессы клеток. При составлении рецептур кормления птицы учитываются макро- и микроэлементы, такие как кальций, фосфор, калий, магний, натрий, сера, хлор, железо, цинк, бром, йод, кобальт, марганец, медь, молибден, селен, фтор и хром [Кузнецова Т.С. и др., 2007].

Для удовлетворения повышенной потребности в минеральных веществах у высокопродуктивной птицы необходимо увеличивать их долю в рационе. Обычно минеральные вещества в кормах представлены зольным остатком, полученным при сжигании сухой массы корма, который содержит макроэлементы и микроэлементы. Для удовлетворения потребности птицы в макроэлементах добавляют ракушку, мел, известняк и поваренную соль в рацион, а микроэлементы вводятся в виде премиксов в комбикорм [Измайлович И.Б., 2021].

Несмотря на то, что микроэлементы даются в легкоусвояемой форме, увеличение уровня скармливания традиционных минеральных добавок часто ухудшает вкусовые свойства комбикорма и снижает поедаемость рациона в целом [Рядчиков В.Г., 2012; Gorelik O. et al, 2020]. В связи с чем становится актуальным разработка рецептур кормов, обогащенных минеральными веществами, с улучшенными вкусовыми свойствами.

Сбалансированное по витаминно-минеральному составу кормление позволяет улучшить состояние здоровья птицы, восполнить недостаток витаминов и минералов в организме, увеличить яйценоскость и привесы.

Тема минерального питания сельскохозяйственной птицы раскрыта в научных трудах советских и российских учёных: В.И. Георгиевского [1979], Б.Д. Кальницкого [1985], В.А. Бакулина [2006], Б.Ф. Бессарабова [2002, 2005], А.В. Архипова [2005], а также зарубежных авторов – М.М. Лемешевой [2003], Т. Li [2020], M.W. Neathery [1976].

Кальций выполняет важную функцию, входя в состав костной ткани. Соли кальция являются структурным каркасом опорно-двигательного аппарата. Будучи активным катионом, кальций участвует в передаче нервного сигнала от спинного мозга в мышечные волокна, его наличие необходимо для действия фибрина и фибриногена, т.е. кальций необходим для свертываемости крови.

Фосфор и его соли незаменимы при развитии костяка организма. Помимо значимых функций пластического свойства, фосфор важен в энергетическом обмене клеток, поскольку входит в состав аденозиндифосфата и аденозинтрифосфата – конечного продукта окислительного фосфорилирования.

Калий вместе с натрием обеспечивает проницаемость мембран клеток за счет работы избирательного натрий-калиевого насоса, поддерживает баланс электролитов и парциальное давление жидкостей в клеточной среде.

Хлор содержится в сыворотке крови, соединительной ткани, кожных покровах и желудочном соке. Недостаток хлора пагубно отражается на росте животных, способен вызывать нарушение гомеостаза, поскольку тесно связан с содержанием натрия и калия, участвует в создании равновесной электролитической системы клеточной среды. Дефицит этого микроэлемента отражается на состоянии пера птицы, приводит к нарушениям опорно-двигательного аппарата.

Железо в основном откладывается в организме в виде гемосидерина и ферритина, и больше половины всего железа участвует в формировании гемоглобина. Насыщены этим элементом органы малого таза – печень, почки, селезенка; железо играет ключевую роль в работе ферментов клеток. Особенно чувствителен дефицит железа для молодых животных, у птиц при его недостатке развиваются патологии форменных элементов крови.

Марганец является ключевым элементом жирового обмена, ферментов карбоксилирования, щелочной фосфатазы, формирует структуры опорно-двигательного аппарата, необходим в формировании скорлупы яиц. Патологии формирования скелета, задержка в онтогенезе, атаксия, изменение цитоформулы клеток являются характерными признаками дефицита марганца.

У молодняка птицы при дефиците цинка нарушается дыхание, утолщаются суставы конечностей, наблюдается патология перьев, при превышении содержания цинка свыше 1500 мкг на один килограмм корма наступает отравление, доходящим до падежа поголовья.

Кроме основных компонентов клеток и тканей - углеводов, белков и жиров, в организме птиц присутствуют важные вещества - витамины, которые выполняют функции биологических катализаторов. Витамины не являются источником энергии или строительным материалом, но их недостаток или избыток могут привести к нарушениям в метаболизме. Потребность птиц в витаминах зависит от возраста, физиологического состояния и наличия стресс-факторов. Недостаток витаминов может привести к заболеваниям и снижению продуктивности птицы, поэтому важно обеспечить ее полноценным питанием через естественные источники и добавление витаминных препаратов. Для высокой продуктивности и воспроизводительной способности птицы необходимы 14 видов витаминов.

На данный момент известно более 40 видов витаминов, для которых нормы потребления выражаются в граммах на 1 тонну комбикорма, за исключением витаминов А и D, для которых потребность обычно измеряется в единицах биологической активности. Корма содержат как жирорастворимые (А, D, Е, К), так и водорастворимые (С и группы В) витамины, которые могут быть получены как из естественных источников питания птицы, так и из витаминных добавок. Изучению витаминов, их значения для здоровья птицы, а также нормирования в рационах бройлеров посвящены научные работы: Ю.И. Микулец [2002], Т.М. Околеловой и Р.И. Шарипова [2017], Н.А. Прокудиной и В.К. Бондаренко [2009], В.А. Бакулина [2006], Е. Шастак [2016, 2019], А. Хеннинга [1976].

Холекальциферол, или витамин D, обеспечивает формирование костяка птицы, его дефицит может вызвать истончение скорлупы и даже ее полное отсутствие, наблюдается хондродистрофия эмбрионов, снижение выводимости цыплят – все это характерные признаки недостатка кальциферола.

Филлохинон (витамин K) активно участвует в регенеративных процессах, обеспечивает работу протромбин-тромбинового комплекса фибриногена, структурно активен в построении костной и хрящевой тканей, скорлупы у несушек.

Недостаток аскорбиновой кислоты угнетает воспроизводительную функцию птицы, наблюдаются нарушения костной ткани, птица хуже набирает вес, у несушек показатели яйценоскости падают. Витамины группы B необходимы для правильного развития птиц и их роста. Помогают предотвратить появление многих болезней, влияют на яйценоскость и качество яиц.

Витамин B<sub>1</sub> (тривиальное название тиамин, еще более старое аневрин) активно участвует во всех основных обменных процессах клеток: углеводном, жировом и азотном, - поскольку входит в состав ферментов и сам является коферментом пируватдекарбоксилатного комплекса в обеспечении пентозофосфатного пути – альтернативного пути окисления глюкозы. Недостаток может вызвать энцефалопатию и другие заболевания нервной системы.

Дефицит холина способен повлиять на развитие костяка, к воспалительным заболеваниям брюшной полости. Поскольку холин является донором метильных групп, его дополнительное внесение в корма может несколько снизить дефицит метионина в кормах для бройлеров.

Недостаток пиридоксина способен отразиться на развитии кожных тканей, животные становятся анемичными, показатели воспроизводительной функции и выводимость цыплят резко снижаются.

Содержание питательных веществ в зерне растений, используемых в кормлении животных и птиц, различны.

В зерне злаковых культур общий уровень белка относительно невысок. При использовании в рационах птицы его необходимо балансировать высокопротеиновыми компонентами растительного и животного происхождения.

Из злаковых культур наиболее полно отвечает потребностям птицы очищенный от пленок овес, особенно для взрослой птицы, тем не менее злаковые зерновые корма являются в большей степени энергетическими кормами.

Следует отметить, в первую очередь, низкую обеспеченность злаковых культур лизином, особенно в пшенице, кукурузе и просе. Содержание лизина несколько выше в овсе, ржи и ячмене. Однако рожь занимает одно из последних мест среди злаковых культур по содержанию метионина (65% от потребности).

По содержанию аргинина зерна злаковых уступают бобовым культурам. Особенно низкое содержание этой аминокислоты наблюдается в зерне кукурузы, проса и ржи. Рожь характеризуется весьма низким содержанием триптофана, практически наравне с кукурузой и просом. По метионину злаковые культуры выглядят более полноценными по сравнению с зернобобовыми культурами. Содержание глицина, особенно в зерне проса, в зерновых не соответствует потребностям птицы в этой аминокислоте.

В научной литературе имеются обширные данные о факторах, влияющих на переваримость и биологическую доступность аминокислот. Одним из главных таких факторов является слабая переваримость ряда протеинов. Некоторые протеины слабо растворяются в водной среде, из-за чего почти не подвергаются действию пищеварительных ферментов. К таким нерастворимым в воде протеинам относятся зеин, протеины шерсти и пера, кератины, богатые рядом незаменимых аминокислот. Могут снижать эффективность пищеварения и инактивирующие вещества, такие как ингибитор трипсина в зерне сои, госсипол в семенах хлопчатника. Исследования с цыплятами, проводимые Н.С. Saxena, L.S Jensen, J. McGinnis [1963], показали, что при введении в их рацион сырого соевого шрота переваримость протеинов снижалась, наблюдалось замедление роста цыплят. Добавка четырнадцати аминокислот в такие рационы не давала такого ростового эффекта, как включение в корм прогретого соевого шрота, из чего следует вывод об адресном действии ингибитора трипсина на усвоение протеина корма. Дальнейшие исследования показали, что при скармливании как очищенного препарата ингибитора трипсина, так и сырого протеина корма увеличивалась

потребность в цистине, следовательно, ингибитор воздействует избирательно на доступность цистина. Интересны опыты J.D. Garlich и M.C. Nesheim [1965], по отрицательным результатам балансирования рационов цыплят по химическому составу аминокислот, что объясняется различиями в аминокислотном составе разных фракций кормового белка, подвергающихся разной скорости и глубине переваривания, из-за чего следует учитывать данные отклонения усвоения от расчетных по химическому анализу.

Также могут негативно сказываться высокомолекулярные полисахариды в растительных оболочках корма, такие как пентозаны и целлюлоза, не поддающиеся гидролизу пищеварительными ферментами и приводящие к недоступности ряда белков.

Может снижать биодоступность аминокислот и технология заготовки, хранения кормов за счет возможных химических реакций между свободными аминогруппами аминокислот и углеводами. С.Н. Lea и R.S. Hannan [1950], установили наличие химической реакции аминогрупп лизина и углеводов при изучении казеино-глюкозной смеси. При температуре 37°C и 7% влажности почти весь лизин, содержащийся в обезвоженном молочном порошке, вступал в реакцию с углеводами и терял питательную ценность. Это следует учитывать при длительном хранении готовых комбикормов, биологическая ценность протеинов, которых снижается. Другим негативным фактором, который следует учитывать при анализе питательной ценности белков кормов, являются реакции аминогрупп аминокислот с жирами, что делает актуальной добавку антиоксидантов в корма и не только позволяет сохранить витамины, но и повысить аминокислотное качество кормов.

Влажность кормов имеет непосредственное воздействие на стабильность аминокислот протеина корма. Пересушенные корма, имеющие влажность до 14%, окисляются быстрее. С другой стороны, отмечается, что воздействие гидросульфита натрия, натрийформальдегидсульфатоксилата или гидросульфита натрия тормозят взаимодействие углеводов и аминогрупп аминокислот и, тем самым, способствуют сохранению аминокислот рациона.

По мнению А. Harper, Н. DeMuelenaere и др. [1963], метаболический антагонизм между отдельными аминокислотами корма может быть причиной снижения питательности кормов. L-аминоадипиновая кислота, содержащаяся в растительных протеинах и образующаяся при распаде лизина, является антагонистом самого лизина и ухудшает усвоение лизина, замещая его в реакциях биосинтеза. Аналогично можно наблюдать антагонистическое взаимодействие между лизином и аргинином, лейцином и изолейцином, между треонином и триптофаном, тирозином и треонином. Метионин может быть в антагонизме с глицином и аргинином [Lewis J.C., 1969]. Аминокислоты со сходной структурой, имея аналогичные структурные и пространственные формы, могут мешать друг другу во время прохождения через мембраны клетки и изменять оптимальное соотношение наличных аминокислот в аминокислотном депо.

Эффективное ведение животноводства, в частности мясного птицеводства, требует точного выполнения норм кормления птицы по содержанию основных аминокислот, минеральных веществ, биологически активных витаминов и обменной энергии. В этой связи важными являются условия хранения корма, его качественная и аминокислотная оценка, учет биохимических особенностей, входящих в состав корма белков и их взаимодействия с углеводами.

Антипитательные факторы могут быть определены как вещества, которые образуются в кормах в результате метаболизма и с помощью различных механизмов (например, инактивации некоторых питательных веществ, замедления процесса пищеварения или метаболического использования корма), и которые оказывают действие, препятствующее оптимальному усвоению питательных веществ корма. Антипитательные вещества снижают потребление питательных веществ, переваривание, абсорбцию и утилизацию и могут вызывать другие неблагоприятные эффекты. Они широко распространены в царстве растений, особенно в растениях, используемых в качестве корма для животных и в питании человека. Многие растительные компоненты, например, семена бобовых, содержат в сыром виде широкий спектр антипитательных веществ, которые потенциально токсичны. Некоторые из этих химических веществ обладают высокой

биологической активностью. Большинство антипитательных веществ вызывают вредное биологическое воздействие на организм, в то время как некоторые широко применяются в кормлении в качестве фармакологически активных агентов, таких как фитобиотики [Tadele Y., 2015].

Антипитательные факторы можно разделить на две основные категории:

-белковой природы (такие как лектины и ингибиторы протеаз), чувствительные к температуре обработки растительного сырья перед скармливанием;

-другие органические соединения, которые стабильны и устойчивы к этим температурам и которые включают, среди многих других, полифенольные соединения (главным образом, конденсированные дубильные вещества), небелковые аминокислоты и галактоманнанные камеди. К основным из них относятся: токсичные аминокислоты, сапонины, цианогенные гликозиды, дубильные вещества, фитиновая кислота, госсипол, оксалаты, зобогены, лектины (фитогемагглютинины), ингибиторы протеаз, хлорогеновая кислота и ингибиторы амилазы.

Чаще всего одно растение может содержать два или более токсичных соединения, как правило, из двух категорий [Tadele Y., 2015].

Дубильные вещества можно охарактеризовать на примере танина. Танин – это вяжущее, горькое растительное полифенольное соединение, которое связывает, либо осаждает белки и другие органические соединения, включая аминокислоты и алкалоиды. Дубильные вещества являются наиболее распространенными антипитательными факторами, содержащимися в растительных кормах. [Амиранашвили Е.И., 2011]

Дубильные вещества обладают свойством связываться с белком с образованием обратимых и необратимых комплексов, благодаря существованию ряда фенольных гидроксильных групп. Дубильные вещества представляют собой водорастворимые фенольные соединения с молекулярной массой более 500, а гидролизуемые танины и конденсированные танины представляют собой две разные группы этих соединений. Эти два типа различаются по своему



питательному и токсическому воздействию. Конденсированные танины обладают более выраженным снижающим усвояемость эффектом, чем гидролизуемые танины, тогда как последние могут вызывать различные токсические проявления из-за гидролиза в желудочно-кишечном тракте [Tadele Y., 2015].

Дубильные вещества устойчивы к нагреванию, и они снижают усвояемость белка в организме, либо делая белок частично недоступным, либо подавляя пищеварительные ферменты и увеличивая содержание азота в помете. Известно, что дубильные вещества подавляют активность трипсина, хемотрипсина, амилазы и липазы, снижают качество белка в пищевых продуктах и препятствуют усвоению железа с кормом. Известно, что дубильные вещества ответственны за скорость роста, эффективность корма и усвояемость белка в опытах на птице. Если концентрация танина в рационе становится слишком высокой, активность микробных ферментов, включая целлюлазу, может быть снижена, замедляя пищеварение в кишечнике в целом. Дубильные вещества также образуют нерастворимые комплексы с белками, и комплексы с танинпротеином могут быть ответственны за антипитательные эффекты продуктов, содержащих танин [Tadele Y., 2015].

Сапонины – это вторичные соединения, которые обычно известны как нелетучие, поверхностно-активные вещества, которые широко распространены в природе, встречаясь главным образом в царстве растений. Они представляют собой структурно разнообразные молекулы и состоят из неполярных агликонов, соединенных с одним или несколькими моносахаридными фрагментами. Такое сочетание полярных и неполярных структурных элементов в их молекулах объясняет их мылоподобное поведение в водных растворах. Структурная сложность сапонинов обуславливает ряд физических, химических и биологических свойств, которые включают сладость и горечь, пенообразование и эмульгирование, фармакологические и лечебные, гемолитические свойства, а также антимикробную, инсектицидную активность. Сапонины снижают усвоение определенных питательных веществ, включая глюкозу и холестерин, в кишечнике за счет внутрипросветного физико-химического взаимодействия. Следовательно,

они оказывают гипохолестеринемическое действие. У цыплят сапонин снижает рост, эффективность корма и препятствует усвоению пищевых липидов и витаминов (А и Е). Сапонины входят в число нескольких растительных соединений, которые оказывают положительное воздействие на организм. К числу различных биологических эффектов сапонинов относятся антибактериальные и антипротозойные. [Tadele Y., 2015]

Цианогены – это гликозиды сахара или сахаров и цианид, содержащие агликон. Он может быть гидролизован с высвобождением HCN ферментами, которые находятся в цитозоле. Повреждение растения происходит, когда ферменты и гликозид образуют HCN. Гидролитическая реакция может протекать в кишечнике под воздействием микробной активности. HCN всасывается и быстро выводится из организма в печени ферментом роданезом, который превращает CN в тиоцианат (SCN). Избыток цианид-иона ингибирует цитохромоксидазу. Это останавливает образование АТФ, ткани испытывают недостаток энергии, и за этим развивается гипоэнергетический синдром. Смертельная доза HCN для птицы составляет 2,0-4,0 мг на кг массы тела. [Tadele Y., 2015]

Оксалат. Прочные связи образуются между щавелевой кислотой и различными другими минералами, такими как кальций, магний, натрий. Это химическое сочетание приводит к образованию оксалатных солей. Оксалат - это антипитательное вещество, которое при нормальных условиях содержится в отделах кишечника, однако, когда оксалат переваривается, он вступает в контакт с питательными веществами в желудочно-кишечном тракте. При высвобождении щавелевая кислота связывается с питательными веществами, делая их недоступными для организма. При регулярном употреблении корма с чрезмерным содержанием щавелевой кислоты возникнет дефицит питательных веществ, а также сильное раздражение слизистой оболочки кишечника. Оксалаты вступают в реакцию с кальцием с образованием нерастворимого оксалата кальция, снижающего всасывание кальция. Это приводит к нарушению соотношения поглощаемого кальция и фосфора, что вызывает мобилизацию минеральных веществ из костной ткани для облегчения гипокальциемии, и, как следствие, ко

вторичному гиперпаратиреозу при питании или фиброзной остеодистрофии. [Tadele, 2015]

Эруковая кислота - это одненасыщенная жирная кислота с 22 углеродами и единственной двойной связью в позиции омега-9. Она составляет от 30% до 60% общего количества жирных кислот в семенах рапса и горчицы, а также может присутствовать в некоторых морских жирах. Из-за опасений, связанных с высоким содержанием эруковой кислоты в корме и ее негативным влиянием на здоровье лабораторных крыс, были проведены селекционные работы по отбору растений с низким содержанием этой кислоты для производства рапсового масла. Эти растения были использованы для создания канолы, которая относится к группе *Brassica napus* и *B. campestris* с содержанием эруковой кислоты менее 2%. Канола имеет улучшенные агрономические характеристики и является основным источником рапсового масла в мире. Максимальный уровень эруковой кислоты в каноле составляет 1,6% от общего количества жирных кислот [Birch A.N.E. et al., 1998; Halkier B.A., Gershenzon J., 2006].

Возросший спрос на растительные масла для технических целей в последнее время вызвал интерес к *Camelina sativa* (ложному льну или рыжику) и его возможному использованию в качестве альтернативной масличной культуры и в качестве источника сырья для кормов для животных и птицы. [Tadele Y., 2015]

Глюкозинолаты представляют собой разнообразный класс алкилальдоксим-О-сульфатных эфиров с  $\beta$ -D-тиоглюкопиранозидной группой, присоединенной к гидроксиминутлероду в Z-конфигурации к сульфатугруппы. Они могут быть синтезированы из семи аминокислот, включая аланин, лейцин, тирозин, триптофан, валин, фенилаланин, метионин и гомологи метионина с удлиненной цепью. В соответствии с различиями в их структуре было охарактеризовано более 120 отдельных соединений, и вполне вероятно, что это число увеличится, когда будет проанализировано больше сортов растений. В соответствии с их структурой глюкозинолаты были классифицированы как алифатические, ароматические,  $\omega$ -метилтиоалкильные и гетероциклические (индол-) глюкозинолаты. [Fahey J.W., 2001]

Глюкозинолаты и различные продукты их распада обычно известны как глюкозиды горчичного масла или тиоглюкозиды. В масличных культурах (*Brassica napus* (рапс канолы), *Brassica campestris* (рапс) и *Sinapis alba* (белая горчица) гидрофильные глюкозинолаты остаются в жмыхе после экстракции масла и, следовательно, присутствуют в приготовленных кормах для животных и птицы. Для растений глюкозинолаты являются частью врожденной защитной системы. Они передают различные сигналы насекомым, привлекая паразитических хищных ос и благоприятствуя или противодействуя откладыванию яиц насекомыми. Защитная система включает также тиоглюкозидазы, широко известные как мирозиназы. В неповрежденном растении, глюкозинолаты и мирозиназы изолированы в разных отделах [Tadele Y., 2015]. При повреждении растения (например, насекомыми или при пережевывании во время приема растительного материала) происходит ферментативная реакция, катализируемая мирозиназами и приводящая к образованию изотиоцианатов, тиоцианатов, оксазолидинтионов (включая 5-винил-2-оксазолидинтион (VOT) и 5-винил-1,3-оксазолидин-2-тион (5-VOT), а также нитрилы и эпитионитрилы. Токсичность глюкозинолатов для сельскохозяйственных животных была связана, в частности, с образованием тиоцианатов, оксазолидинтионов и нитрилов. Эти соединения препятствуют усвоению йода (тиоцианаты) и синтезу гормонов щитовидной железы Т3 и Т4 (оксазолидинтионы), что в конечном итоге приводит к гипотиреозу и увеличению щитовидной железы (зоб) [Birch A.N.E. et al., 1998; Halkier B.A., 2006].

Вследствие этих изменений функции щитовидной железы нарушается обмен веществ почти во всех тканях, включая репродуктивные органы. Более того, различные продукты гидролиза глюкозинолата вызывают раздражение слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта с последующим локальным некрозом и гепатотоксичностью. Впоследствии основные клинические признаки токсичности, описанные у сельскохозяйственных животных, включают задержку роста, снижение продуктивности, нарушение репродуктивной активности и нарушение функций печени и почек, последнее приписывается образовавшимся нитрилам [Mawson R. et al., 1994].

Ранние экспериментальные данные указывали на то, что изотиоцианаты при определенных уровнях введения являются мутагенными и слабо генотоксичными в различных фазах метаболизма, вызывая клеточный окислительный стресс. Совсем недавно интерес был сосредоточен на антиканцерогенных свойствах изотиоцианатов (которые присутствуют в растениях рода Brassica). Эти антиканцерогенные эффекты были приписаны ингибированию ферментов цитохрома P450 и сопутствующей индукции ферментов детоксикации II фазы, тем самым предотвращая активацию проканцерогенов и улучшение их конъюгации и элиминации.

### 1.3. Характеристика сурепицы

#### 1.3.1. Биологические особенности сурепицы.

В настоящее время научные учреждения ищут дешевые нетрадиционные кормовые средства, которые были бы биологически ценными и могли заменить дорогостоящие белковые корма животного и растительного происхождения в рационе птицы [Фисинин В.И. и др., 2016]. Это направление имеет важное значение в связи с внедрением безотходных технологий производства, где отходы одной отрасли используются в другой. Основным источником энергии и протеинов для птиц являются смеси зерновых кормов и кормовых жиров. Однако высокая стоимость кукурузы и сои повышает затраты на производство, поэтому использование альтернативных источников кормового протеина для птиц становится все более важным. Для снижения потребления фуражного зерна можно максимально увеличить незерновую часть в комбикормах. Введение перспективных масличных и кормовых культур является экологически безопасным способом пополнения ресурсов растительного масла и кормового белка. Крестоцветные культуры имеют высокий потенциал продуктивности и разнообразный жирнокислотный состав масла, а проростки семян капустных обладают антиоксидантным и антиканцерогенным эффектом и содержат биоактивные компоненты, витамины, минералы и каротиноиды [Иванова М.И., Кашлева А.И., 2016; Поморова Ю.Ю., 2005].

Среди всех видов капустных обращает на себя внимание однолетнее травянистое масличное кормовое растение, семена которого можно использовать в качестве жировой и протеиновой добавки в значительных количествах в рационах сельскохозяйственной птицы, – капуста полевая или сурепица (лат. *Brassica rapa* L. subsp. *campestris* (L.) A. R. Clapham Brās). Другие названия, входящие в синонимику растения и встречающиеся в научных текстах [Schoch C.L. et. al., 2020]:

- *Brassica rapa* subsp. *sylvestris* Janch., 1953 (nomen invalidum);
- *Brassica rapa* subsp. *campestris* (L.) A.R. Clapham, 1952;
- *Brassica rapa* var. *sylvestris* Purchas & Ley, 1889 (nomen illegitimum);

- *Brassica rapa* subsp. *oleifera* (DC.) Metzg., 1833.

Ареал распространения сурепицы обширный: страны Европы, Азии, Северной и Южной Америки [Гаганов А.П. и др., 2021]; специально культивируется в Канаде, Финляндии, Швеции, на севере Европейской части России и Восточной Сибири [Коломейченко В.В., 2015; Шпаар Д., 2014].

Сурепица является одной из исходных форм рапса, поэтому она схожа с ним по морфологическим и физиологическим свойствам, но отличается более низкой урожайностью (семян меньше на 10-20%, зеленой массы – на 30-50%). Несмотря на это, сурепица обладает повышенной скороспелостью, устойчивостью к болезням и низкой себестоимостью производства.

Сурепица имеет стержневой, тонкий, глубоко уходящий в почву корень. Стебель прямой, ветвистый, покрытый восковым налетом, голый или опушенный внизу редкими волосками, высотой 50-110 см. Листья травянисто-зеленые без воскового налета, разные: нижние, или розеточные, черешковые, лировидно-перисто-надрезанные, редко опушенные с нижней стороны; средние и верхние листья сидячие, цельнокрайние или слабозубчатые, чаще голые, обратноовальные, с глубокосердцевидным стеблеобъемлющим основанием. Соцветие – удлиненная щитковидная кисть с типичными для капустных цветков; лепестки менее яркие и мельче чем у рапса, золотисто-желтые, длиной 6-8 мм. Плод – стручок длиной 8 см, шириной до 3 мм, расположенный под острым углом к стеблю, гладкий или слегка бугорчатый, с удлинено-коническим носиком от  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{1}{2}$  длины стручка; семенных гнезд от 10 до 30. Семена округлой или шаровидной формы, красновато-коричневого цвета, матовые, размером 1,2-2 мм; масса 1000 штук от 2 до 2,5 г.; имеют высокую всхожесть с максимальным плодоношением одного растения до 20000 семян [Новоселов Ю.К. и др., 2012].

Сурепица характеризуется скороспелостью, холодостойкостью, отавностью и нетребовательностью к почвам.

По сравнению с рапсом, прохождение фаз развития и формирование урожая у сурепицы протекает более интенсивно. Вегетационный период в зависимости от погодных условий составляет 74–79 дней, что на две недели короче, чем у рапса.

Для формирования семян потребность в тепле у яровой сурепицы составляет 1200–1300 °С активных температур (выше 5 °С), что на 200–300 °С меньше, чем у ярового рапса. Это позволяет возделывать культуру на 250-300 км севернее рапса, что, в свою очередь, дает возможность значительно увеличить производство ценных в кормовом плане продуктов [Новоселов Ю.К. и др., 2012; Амиранашвили Е.И., 2011].

Сурепица предпочитает хорошо дренированные некислые почвы, но в целом малотребовательна к ним; минимальная температура прорастания семян в холодной почве 3-4°С, в оптимальных условиях всходы появляются через 3–4 дня после посева [Гольцев А.М., 1985].

При использовании в качестве сидерата сурепица коренным образом улучшает физическое и фитосанитарное состояние почв (разрыхляет и структурирует почву, повышает ее плодородие, очищает от сорняков), значительно повышает урожайность озимой и яровой пшеницы, ячменя, кукурузы и других культур. В настоящее время в Российской Федерации под сурепицей занято примерно 200 тыс. га.

### **1.3.2. Питательная ценность сурепицы.**

Сурепица является культурой, которая может использоваться как для производства мёда, так и для кормления животных. Для кормопроизводства используются зеленая масса, силос, а также продукты переработки семян, такие как масло, жмых и шрот. Эти продукты являются отличными источниками энергии и белка для животных и птицы. Сурепица имеет две формы - озимую и яровую. Озимая сурепица характеризуется высокой зимостойкостью и продолжительной стадией яровизации [Svalof F., 1985; Grabiek B., 1970]. Она также обладает более высокой семенной продуктивностью и содержанием жира по сравнению с яровой формой [Воловик В.Т., Медведева С.Е. 2012]. Яровая сурепица является хорошим предшественником для озимых зерновых культур и не подвержена полеганию. Однако при высоких температурах она может формировать неполноценный стебель. Сурепица является самой быстрорастущей культурой и может



использоваться как первая культура зеленого конвейера. Посев озимого рапса или озимой сурепицы в качестве пожнивной или поукосной культуры позволяет обеспечивать животных полноценным зеленым кормом до поздней осени [Воловик В.Т., 2018].

Сурепица яровая имеет много преимуществ как предшественник для озимых зерновых культур, так как она редко лежит и ее стручки не раскалываются при неблагоприятных погодных условиях во время сбора. Это растение устойчиво к засухе, но может образовывать не полностью развитый стебель при температурах выше 20-25 °С. Сурепица яровая обладает высокой потенциальной продуктивностью семян (20-30 ц/га), а также содержит высокое количество пищевого масла (40-48%) и зеленой массы (25-35 т/га). Белок в семенах сурепицы составляет от 20 до 25%, а в зеленой массе - от 3 до 4%, при оптимальной сбалансированности по аминокислотному составу [Новоселов Ю.К. и др., 2012; Суворова Ю.Н. и др., 2012; Суворова Ю.Н., 2006].

В совокупности с хозяйственными характеристиками и биологическими особенностями, которые позволяют возделывать данную культуру в любом регионе РФ, сурепица яровая представляется наиболее реальным резервом увеличения производства пищевого масла и кормового белка для тех регионов, где такие масличные культуры, как рапс и подсолнечник не всегда вызревают на семена [Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С., 2012].

Единственной проблемой при расширении ареала возделывания сурепицы является недостаточно высокая урожайность семян, однако благодаря грамотному подбору адаптированных высокопродуктивных сортов и совершенствованию технологии их возделывания, можно добиться увеличения урожая семян.

Масло сурепицы содержит большое количество ненасыщенных жирных кислот: олеиновая, линолевая, линоленовая (таблица 4) [Новоселов Ю.К. и др., 2012; Поморова Ю.Ю. и др., 2021].

По содержанию самой ценной олеиновой кислоты сурепное масло приравнивают к оливковому [Кузнецова Г.Н. и др., 2017; Лошкомойников И.А. и др., 2016].

Таблица 4 - Химический состав семян сурепицы

Биохимический состав семян, %	
масличность, %	21,6-51,8
белок, %	20,0-28,5
целлюлоза, %	8,0-16,0
зола, %	3,6-7,8
Глюкозинолаты, мкмоль/г	10,0
Валовая энергия, МДж/кг	28,1
Кормовые единицы в 1 кг	1,69
Жирные кислоты, входящие в состав масла семян, %	
пальмитиновая (16:0)	0,01-9,1
стеариновая (18:0)	0,4
олеиновая (18:1)	9,3-65,8
линолевая (18:2)	5,9-34,5
линоленовая (18:3)	5,2-20,8
арахиновая (20:0)	0,2
эйкозеновая (20:1)	0,8-13,7
эруковая (22:1)	0-59,9
Аминокислоты, входящие в состав белка семян, г/100 г протеина	
цистеин	0,1-2,5
аспарагиновая кислота	8,5-10,3
треонин	3,8-5,7
серин	4,0-4,9
глутаминовая кислота	14,3-22,1
глицин	5,5-5,8
фланин	2,1-5,5
валин	4,5-8,5
метионин	0,5-1,6
изолейцин	2,8-5,2
лейцин	5,7-9,0
тирозин	1,9-4,8
фенилаланин	4,0-5,1
гистидин	1,9-4,1
лизин	3,2-8,3
аргинин	5,3-7,3
триптофан	2,0-2,2
пролин	2,0-5,0

Из желтосемянных сортов сурепицы можно получить качественное растительное масло без больших затрат на его очистку и осветление.

Сурепный жмых после отделения масла становится высокобелковым концентратом, содержащим до 42% сырого протеина, биологически ценного за счет содержания незаменимых аминокислот и представляющим большую кормовую ценность для выращивания сельскохозяйственных животных и птицы, а шроты могут быть полноценным заменителем сои в их рационе [Суворова Ю.Н.,

2006], так как не уступают соевому шроту по количеству метионина, цистина, триптофана, лизина и других незаменимых аминокислот, что приближает протеины сурепицы по составу к белку пищевых продуктов [Воловик В.Т., Медведева С.Е., 2012].

Таблица 5 – Состав сурепного жмыха селекции ГНУ «Сибирской опытной станции ВНИИМК имени В.С. Пустовойта» [Шмаков П.Ф. и др., 2008; Амиранашвили Е.И., 2022]

Незаменимые аминокислоты	
лизин	12,2-15,1
метионин	1,1-3,1
метионин + цистеин	7,7-9,2
триптофан	4,0-4,5
валин	18,4-21,2
треонин	7,8-8,1
лейцин	18,2-20,3
изолейцин	6,4-11,6
гистидин	8,8-14,2
фенилаланин	10,4-16,1
глицин	13,5-15,0

Заменимые аминокислоты	
аспарагиновая кислота	12,1-13,5
глутаминовая кислота	41,1-42,3
серин	5,9-7,0
пролин	35,3-38,8
аланин	12,8-25,0
тирозин	6,7-7,7

Долгое время продукты, полученные из семян сурепицы, не использовались в промышленных масштабах из-за наличия антипитательных веществ, таких как глюкозинолаты в семенах и эруковая кислота в масле. В питании птицы эти вещества являются вредными, так как образуют изотиоцианаты и нитраты, которые негативно влияют на щитовидную железу, нарушают обмен веществ и снижают продуктивность. При использовании размолотых семян масличных культур с повышенным уровнем глюкозинолатов в рационах, вкусовые качества рациона страдают из-за острого и жгучего вкуса, что особенно серьезно влияет на молодую птицу – цыплят. Однако селекционная работа направлена на улучшение кормовых достоинств семян яровой сурепицы, что позволит использовать их более широко в составе рационов для сельскохозяйственной птицы. [Гаганов А.П. и др., 2021]

С 1973 ведется активная работа по выведению и испытанию сортов сурепицы с низким содержанием глюкозинолатов (сорта двунулевого типа) и отсутствием эруковой кислоты (сорта нулевого типа), публикуются различные научные материалы о перспективных сортах, а также методические рекомендации по

селекции и семеноводству безэруковых и низкоглюкозинолатных новых сортов: ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» [Воловик В.Т. и др., 2018, 2020; Косолапов В.М. и др., 2019]; ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта» [Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С., 2021; Бочкарева Э.Б. и др., 2017; Горлова Л.А. и др., 2017].

Согласно Госреестру селекционных достижений РФ на 2021 год (Приложение 1) набор высококачественных отечественных сортов озимой сурепицы насчитывает 13 наименований, яровой сурепицы – 18, одним из которых является сурепица яровая сорта «Надежда».

Сорт «Надежда» выведен из сложногибридной комбинации сотрудниками Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса совместно с ООО СП «АгроСемПоставка» [В.Т. Воловик, А.И. Большаков, В.А. Катков, Л.Т. Демкина, А.В. Петрова]. Является среднеспелым двулулевым сортом с вегетационным периодом в условиях Московской области – 74-90 дней. Высота растений – 95-105 см, высота прикрепления нижнего побега – 33-38 см. Характеризуется отсутствием эруковой кислоты в масле, содержание глюкозинолатов в семенах – 10-11 мкмоль/г, содержание жира – 45-47%, белка – до 25%. Средняя урожайность семян – 2,0-2,5 т/га. Отличается устойчивостью к полеганию и растрескиванию стручков, низким содержанием клетчатки, невысоким процентом семян с желтой окраской. Используется для получения семян, кормления скота и птицы в составе комбикормов. [Воловик В.Т. и др., 2018; Косолапов В.М. и др., 2019]

Допущен к использованию во всех зонах возделывания культуры для получения семян и кормления скота и птицы в составе комбикормов. Последние эксперименты показали, что продукты переработки, полученные из семян нового сорта «Надежда», можно вводить в рационы животных и птицы в повышенных нормах, без значительного снижения ее продуктивности и качества продукции. [Воловик В.Т. и др., 2018; Косолапов В.М. и др., 2019]

Сорт «Надежда» разрешен для использования во всех зонах выращивания культур, как для производства семян, так и для использования в кормлении скота и птицы в комбикормах. Последние исследования показали, что продукты, полученные из семян этого сорта, могут быть включены в рационы животных и птицы в повышенных дозах без значительного снижения продуктивности и качества продукции. Масло, полученное из семян этого сорта, содержит относительно низкое количество насыщенных жирных кислот (5,59%), при этом содержание пальмитиновой и стеариновой жирных кислот составляет всего 1,95%. Одной из особенностей этого масла является высокое содержание олеиновой кислоты (61,0%), которое превосходит подсолнечное масло на 33,9% при  $P \leq 0,001$ . [Зарудный В.А., 2022].

#### **1.4. Использование продуктов переработки сурепицы в рационах цыплят-бройлеров**

Хорошие данные по замене подсолнечного жмыха сурепным были получены на кроссе «Кобб-500» в ОАО «Краснодонское» Иловлинского района Волгоградской области в 2013 году [Злепкин А.Ф. и др., 2013, Шагай И.А., 2015]. Срок выращивания бройлеров составил 40 дней. Молодняку контрольной группы скармливался полнорационный комбикорм (ПК), в состав которого входили масло и жмых подсолнечные.

В состав комбикорма бройлеров I опытной группы вводили масло сурепное, взамен подсолнечного; II, III и IV опытных групп – жмых сурепный взамен подсолнечного, соответственно 5, 7 и 10% по массе. Для изучения крови у подопытного молодняка птицы в 40-дневном возрасте был произведен забор крови. Биохимию крови у птицы определяли по общепринятым методикам. Авторы пришли к заключению, что использование в кормах опытных групп цыплят масла и жмыха сурепного взамен масла и жмыха подсолнечного не выявило негативного влияния на окислительно-восстановительные и обменные процессы, протекающие

в организме цыплят-бройлеров. Морфологические и биохимические исследования крови цыплят-бройлеров согласуются с данными балансового (физиологического) опыта. У бройлеров опытных групп были выше усвояемость питательных веществ корма в сравнении с контролем. Это даёт возможность использовать в кормлении цыплят-бройлеров нетрадиционный источник энергии и протеина. При этом оптимальный уровень жмыха сурепного в рационе бройлеров является 7% (по массе), что способствует более интенсивному протеканию обменных процессов в их организме.

В 2011 году в ГНУ СибНИИП в селе Морозовка Омской области были проведены исследования кормов с добавлением сурепного жмыха на кроссе птицы «Сибиряк 2». Были сформированы одна контрольная группа и семь опытных групп, каждая состоящая из 50 голов суточных цыплят. Цыплята контрольной группы получали питательные компоненты по основному рациону, а содержание сурепного жмыха увеличивалось на 10%, 12,5%, 15%, и 20% соответственно в первой и второй, третьей и четвертой группах. Эксперимент продолжался 42 дня, а птица содержалась на глубокой подстилке на полу. Авторы пришли к выводу, что подобная замена не оказывает отрицательного влияния на физиологические и зоотехнические показатели, минеральный и витаминный обмены у цыплят-бройлеров, но при этом повышает рентабельность производства мяса.

Подобные опыты были проведены в стенах ФНЦ «ВИК имени В.Р. Вильямса» в поселке Луговая Московской области на семенах сурепицы сорта «Надежда», использовался молодняк селекции Росс-308, птица содержалась в клеточных батареях, и весь цикл откорма составил 39 дней. Изучалась динамика суточных приростов, обменные показатели, оценивались тушки цыплят и биохимия крови. В ходе экспериментов на цыплятах-бройлерах была установлена норма добавления семян яровой сурепицы сорта «Надежда» в комбикорм. Этот сорт относится к «каноловым», а его семена не оказывают вредного влияния на здоровье птицы и продуктивность при использовании не более 7% по массе. Использование семян яровой сурепицы позволяет уменьшить использование соевого шрота и подсолнечного масла. Семена яровой сурепицы сорта «Надежда»

обеспечивают птицу необходимыми питательными веществами и равную продуктивность. Эксперименты с заменой соевого шрота на сурепный жмых и масло не оказывают негативного влияния на физиологическое состояние птицы, а производные из сурепицы масличной улучшают качество мяса цыплят-бройлеров. [Шмаков П.Ф. и др., 2011]

Данные выводы были проверены в производственных условиях на базе опытного птичника ООО «ТПК «Балтптицепром» Калининградской области. Предприятие является крупнейшим региональным производителем мяса птицы, выпуская более 36 тысяч тонн мяса бройлеров в год. Компания включена в престижный Клуб Ross 400 с показателем индекса эффективности 403, что говорит о высокой эффективности содержания и кормления птицы. Высокие внутренние стандарты качества предприятия наложили дополнительную высокую ответственность на авторов исследования за его результаты, поэтому было принято решение о проведении испытания нового комбикорма с добавлением сурепного масла в рацион цыплят на поголовье в 10 тысяч голов. Изучались такие показатели как живая масса цыплят, сохранность поголовья, потребление корма птицей и среднесуточный прирост живой массы. Результат подтвердил высокую экономическую целесообразность включения сурепного масла в рацион цыплят-бройлеров.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Тема исследования является частью научно-исследовательской работы, осуществляемой ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», направленной на повышение полноценности кормления сельскохозяйственных животных и птицы.

В период 2021-2022 г. было проведено два научно-хозяйственных опыта: первый был направлен на исследование частичной замены соевого шрота жмыхом из семян сурепицы в кормах для бройлеров, второй – на исследование замены подсолнечного масла сурепным маслом в комбикорме для цыплят-бройлеров. После завершения экспериментов и систематизации полученных данных было проведено производственное испытание комбикорма с добавлением продуктов переработки сурепицы сорта «Надежда» в птичнике ООО «ТПК «Балтптицепром» в Калининградской области. Для исследования нового сорта сурепицы «Надежда» был осуществлен посев семян и проведено экологическое испытание сорта. Дальнейшее междисциплинарное исследование включало изучение зоотехнических, физиологических и биохимических показателей у цыплят-бройлеров при добавлении растительного комбикорма с разными уровнями соевого шрота и сурепного жмыха.

Поставленная задача по использованию жмыха из семян сурепицы в питании цыплят-бройлеров решалась путём формирования трёх опытных групп пар-аналогов в соответствии с требованиями ВНИТИП (Фисинин В.И., Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др., 2014). Выращивание цыплят-бройлеров кросса «Кобб 500» проводили в условиях вивария ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в клеточных батареях. Продолжительность опыта - с суточного возраста до 39 дней. Во все возрастные периоды выращивания микроклимат в помещении, фронт кормления и поения, а также плотность посадки цыплят обеспечивали в соответствии с рекомендациями (Егоров И.А., Манукян В.А., Ленкова Т.Н. и др., 2013). Химический анализ кормов, комбикормов и биологического материала определяли в аналитической лаборатории ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» по



общепринятым методикам зоотехнического анализа (Косолапов В.М. и др., 2011). В соответствии с рекомендациями по питательности кормов для цыплят-бройлеров (Кавтарашвили А.Ш., 2015) были разработаны стартерные и финишные рецепты комбикормов. Корм для контрольной группы не содержал сурепного жмыха, в корм для 1-й опытной группы вводили 5,0% (по массе) сурепного жмыха, для 2-й опытной — 7,5%, для 3-й — 10,0%, частично заменяя содержание соевого шрота и подсолнечного масла.

В соответствии с ГОСТ 11202–65 жмых сурепный предназначен в качестве сырья для комбикормов. Целесообразность его применения в качестве ингредиента комбикорма для цыплят-бройлеров определяется не только его химическим составом, но и отсутствием антипитательных факторов. Полученное сырьё содержало 12,4% сырого жира, 28,0% сырого протеина, 11,2% сырой клетчатки и 6,3% сырой золы при влажности 9,3%. Цвет и запах соответствовали показателям, свойственным для сурепного жмыха, без затхлости и плесени (Алиев А.А., 1980). Содержание жирных кислот в семенах и жмыхе представлено в рисунке 3.

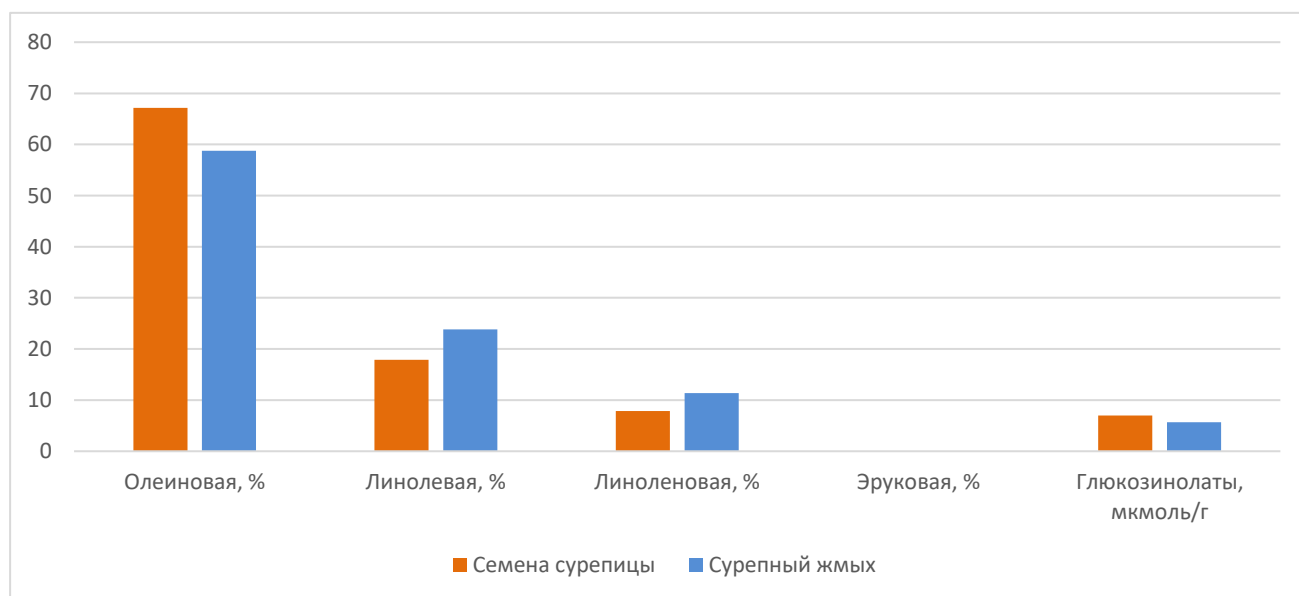


Рисунок 3 - Требования к характеристикам и показателям кормовой ценности комбикорма для бройлеров

Первый научно-хозяйственный опыт проводился на группах цыплят-бройлеров по 100 голов в каждой. В контрольной группе скармливаемый цыплятам-бройлерам комбикорм не содержал жмыха из семян сурепицы. В первой опытной группе стартовый и финишный комбикорм содержал 5% по массе сурепного жмыха от всего скармливаемого объема пищи. Во второй опытной группе сурепный жмых составлял 7,5%, и в третьей опытной группе – 10% сурепного жмыха от массы комбикорма (таблица 6).

Таблица 6 - Схема опыта 1. Влияние сурепного жмыха на цыплят-бройлеров

Группа	Особенности кормления	
	Стартовый период	Финишный период
Контрольная	ОР без сурепного жмыха	ОР без сурепного жмыха
1 опытная	Комбикорм содержит 5,0 % (по массе) сурепный жмых	Комбикорм содержит 5,0 % (по массе) сурепный жмых
2 опытная	Комбикорм содержит 7,5 % (по массе) сурепный жмых	Комбикорм содержит 7,5 % (по массе) сурепный жмых
3 опытная	Комбикорм содержит 10,0 % (по массе) сурепный жмых	Комбикорм содержит 10,0 % (по массе) сурепный жмых

Рецепты комбикормов приведены в таблицах 7,8 [Косолапов В.М. и др., 2023], а состав витаминно-минерального премикса – в таблице 9.

Таблица 7 - Состав и питательность стартерного комбикорма, %

Компонент	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Пшеница	50,84	48,40	47,21	46,52
Кукуруза	12,0	12,0	12,0	12,0
Соевый шрот	23,0	21,0	20,0	18,9
Сурепный жмых	0	5,0	7,5	10,0
Мясокостная мука	4,0	3,7	3,5	3,3
Рыбная мука	4,0	4,0	4,0	4,0
Масло подсолнечное	4,5	4,3	4,2	3,7
Премикс	1,5	1,5	1,5	1,5
Лизин	0,06	0,04	0,04	0,04
Метионин	0,1	0,06	0,05	0,04
В комбикорме содержалось:				
обменной энергии, МДж	1,29	1,29	1,29	1,29
сырого протеина, %	23,00	23,00	22,90	22,90
сырой клетчатки, %	3,64	4,01	4,30	4,56
кальция, %	1,19	1,19	1,18	1,17
фосфора общего, %	0,84	0,85	0,85	0,86
лизина, %	1,36	1,36	1,36	1,36

метионина, %	0,63	0,63	0,63	0,63
метионина + цистина, %	0,98	0,98	0,98	0,99
триптофана, %	0,36	0,32	0,31	0,31
треонина, %	0,81	0,82	0,82	0,83
валина, %	1,20	1,23	1,23	1,25

Таблица 8 - Состав и питательность финишного комбикорма, %

Компонент	Группа			
	контроль	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Пшеница	48,05	45,31	44,43	43,14
Кукуруза	18,0	18,0	18,0	18,0
Соевый шрот	18,9	17,0	16,0	15,0
Сурепный жмых	0	5,0	7,5	10,0
Мясокостная мука	3,8	3,7	3,5	3,3
Рыбная мука	4,0	4,0	4,0	4,0
Масло подсолнечное	5,6	5,4	5,0	5,0
Премикс ППК 5-1 для цыплят-бройлеров	1,5	1,5	1,5	1,5
Лизин	0,09	0,06	0,05	0,05
Метионин	0,06	0,03	0,02	0,01
В комбикорме содержалось:				
обменной энергии, МДж	1,34	1,34	1,33	1,33
сырого протеина, %	20,98	20,99	20,97	20,90
сырой клетчатки, %	3,51	3,95	4,00	4,45
кальция, %	1,14	1,17	1,16	1,15
фосфора общего, %	0,80	0,83	0,83	0,83
лизина, %	1,25	1,25	1,25	1,25
метионина, %	0,59	0,58	0,58	0,57
метионина + цистина, %	0,90	0,90	0,91	0,91
триптофана, %	0,36	0,31	0,31	0,31
треонина, %	0,81	0,82	0,82	0,83
валина, %	1,20	1,23	1,23	1,25

Таблица 9 - Добавки витаминов и микроэлементов в расчете на 1 кг корма

Компонент	Уровень ввода витаминов и микроэлементов	
	1-28 суток	29-35 суток
Витамин А, тыс. МЕ/кг	12,00	10,00
Витамин D3, тыс. МЕ/кг	3,50	3,00
Витамин Е, мг/кг	80,00	50,00
Витамин К3, мг/кг	2,00	1,00
Витамин В1, мг/кг	2,00	1,00
Витамин В2, мг/кг	8,00	6,00
Витамин В6, мг/кг	3,00	3,00
Витамин В12, мг/кг	0,025	0,025
Биотин, мг/кг	0,10	0,05
Холин, мг/кг	500,00	500,00
Фолиевая кислота, мг/кг	0,50	0,50

Никотиновая, мг/кг	30,00	50,00
Пантотеновая, мг/кг	10,00	10,00
Марганец, мг/кг	100,00	100,00
Цинк, мг/кг	70,00	70,00
Железо, мг/кг	25,00	25,00
Медь, мг/кг	3,50	3,50
Йод, мг/кг	0,70	0,70
Селен, мг/кг	0,300	0,300

Второй научно-хозяйственный опыт заключался в сборе и обработке экспериментальных данных о зоотехнических и физиолого-биохимических показателях бройлеров, которым вводили в корма растительного типа с различными уровнями подсолнечного масла (4,92%, 5,9% и 7,09%) и сурепного масла сорта «Надежда» в возрастающей пропорции (опытные группы), вместо подсолнечного масла. Исследования были проведены в ФНЦ «ВНИТИП» РАН, в филиале селекционно-генетического центра «Загорское ЭПХ» на бройлерах кросса «Смена 9» аутосексной материнской родительской формы в клеточных батареях Р-15, где каждая группа состояла из 35 голов, отобранных методом случайной выборки, в возрасте от 1 до 35 дней выращивания. [Зарудный В.А., 2022].

Нормы посадки, световой, температурный и влажностный режимы, фронт кормления и поения во все возрастные периоды соответствовали рекомендациям ВНИТИП и для всех групп были одинаковыми (Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы, [2013]; Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы [2021].

Птицу контрольной группы кормили вволю полнорационными комбикормами с питательностью по нормам ВНИТИП [2021].

Бройлеры первой, второй и третьей опытных групп получали полнорационные комбикорма, с включением в их состав масла сурепицы, согласно схеме опыта (таблица 10) [Зарудный В.А., 2022].

Таблица 10 - Схема опыта 2. Влиянию масла сурепицы на цыплят-бройлеров.

Группа	Количество цыплят-бройлеров, гол.	Особенности кормления цыплят-бройлеров подопытных групп
--------	-----------------------------------	---

Контрольная	35	Основной рацион (ОР) с включением подсолнечного масла в количестве 4,92%; 5,90% и 7,09% соответственно периодам выращивания 1-14; 15-21 и с 22-х суток до убоя, сбалансированный по всем питательным веществам согласно рекомендациям ВНИТИП 2021 г.
1 опытная	35	ОР, содержащий 1,5% масла сурепицы при снижении подсолнечного масла до 3,42%; 4,40% и 5,49% соответственно периодам выращивания 1-14; 15-21 и с 22-х суток до убоя
2 опытная	35	ОР, содержащий 3,0% масла сурепицы при снижении подсолнечного масла до 1,92%; 2,90% и 4,09% соответственно периодам выращивания 1-14; 15-21 и с 22-х суток до убоя
3 опытная	35	ОР, с полной заменой подсолнечного на масло сурепицы во все возрастные периоды выращивания бройлеров

Рецепты комбикормов с добавками в их состав витаминов и микроэлементов приведены в таблицах 11 и 12 [Зарудный В.А., 2022].

Таблица 11 - Рецепты комбикормов, % (опыт 2)

Показатель	Период выращивания		
	1-14	15-21	С 22 суток до убоя
Кукуруза	6,71	8,00	6,55
Соевый шрот, %	29,19	26,14	22,74
Пшеница	49,27	50,82	51,77
Масло подсолнечное*	4,92	5,90	7,09
Рыбная мука	3,00	1,00	0,00
Жмых подсолнечниковый	2,25	3,66	7,28
Монокальций фосфат	1,28	1,02	1,10
Известняк	1,39	1,50	1,58
Соль	0,29	0,34	0,35
Лизин	0,26	0,25	0,25
Метионин	0,31	0,27	0,17
Треонин	0,13	0,10	0,10
Премикс	1,00	1,00	1,00
Итого	100,00	100,00	100,00
В 100 г корма содержится:			
обменная энергия, Ккал/100г	300,00	308,00	315,00
обменная энергия, МДж/кг	12,55	12,89	13,18
сырой протеин	23,0	21,0	20,00
сырой жир	699	8,12	9,81
сырая клетчатка	4,00	4,10	4,50
сырая зола	4,71	4,13	4,09
кальций	1,00	0,90	0,90
фосфор общий	0,77	0,66	0,67
фосфор доступный	0,50	0,40	0,40
натрий	0,16	0,16	0,16

хлор	0,28	0,30	0,30
лизин	1,36	1,20	1,10
метионин	0,66	0,57	0,47
метионин + цистин	1,03	0,93	0,81
треонин	0,94	0,83	0,79
триптофан	0,29	0,27	0,26
аргинин	1,41	1,29	1,24
Аминокислоты усвояемые:			
лизин	1,23	1,09	1,00
метионин	0,63	0,55	0,44
метионин + цистин	0,93	0,84	0,73
треонин	0,81	0,71	0,68
триптофан	0,26	0,24	0,23
аргинин	1,31	1,20	1,16
линолевая кислота	3,90	4,20	4,42

\*В опытных группах подсолнечное масло заменялось сурепным в соответствии со схемой опыта.

Таблица 12 - Добавки витаминов и микроэлементов в расчете на 1 кг корма

Компонент	Уровни ввода витаминов и микроэлементов		
	стартер	ростовой	финишер
Витамин А, тыс. МЕ/кг	12,00	10,00	10,00
Витамин D3, тыс. МЕ/кг	3,50	3,00	3,00
Витамин Е, мг/кг	30,00	20,00	20,00
Витамин К3, мг/кг	2,00	1,00	1,00
Витамин В1, мг/кг	2,00	1,00	1,00
Витамин В2, мг/кг	8,00	6,00	6,00
Витамин В6, мг/кг	3,00	3,00	3,00
Витамин В12, мг/кг	0,025	0,025	0,025
Биотин, мг/кг	0,10	0,05	0,05
Холин, мг/кг	500,00	500,00	500,00
Фолиевая кислота, мг/кг	0,50	0,50	0,50
Никотиновая, мг/кг	30,00	50,00	20,00
Пантотеновая, мг/кг	10,00	10,00	10,00
Марганец, мг/кг	100,00	100,00	100,00
Цинк, мг/кг	70,00	70,00	70,00
Железо, мг/кг	25,00	25,00	25,00
Медь, мг/кг	3,50	3,50	3,50
Йод, мг/кг	0,70	0,70	0,70
Селен, мг/кг	0,300	0,300	0,300

В двух опытах были учтены и рассчитаны следующие показатели:

- сохранность поголовья, которая определяется путем учета отхода и выявления его причин, в процентах;

- живая масса бройлеров, которая измеряется индивидуальным взвешиванием всего поголовья по группам на электронных весах (модель МТ6В1ДА (2,230x230)) в возрасте 14, 21 и 35 суток, в граммах;
- потребление корма на каждую голову за весь период выращивания, в килограммах;
- затраты корма на 1 кг прироста живой массы в конце опыта, в килограммах;
- содержание обменной энергии сурепного жмыха, по формуле Всемирной научной ассоциации по птицеводству (WPSA), представленной в методическом пособии по кормлению сельскохозяйственной птицы в 2021 году, где  $КОЭ, \text{ ккал/100 г} = 3,70 \times СП + 8,20 \times \%СЖ + 3,99 \times \%Кр. + 3,11 \times \%Сах$ , где СП - сырой протеин, СЖ - сырой жир, Кр. - крахмал, Сах. - сахар;
- переваримость и использование питательных веществ корма бройлерами в возрасте 28-35 суток;
- уровень гигроскопической влаги в корме, помете, печени и грудных мышцах, который измеряется путем высушивания биологического материала при 100 градусах Цельсия до постоянной массы [ГОСТ 13496.3-92];
- содержание общего азота в кормах и помете, который определяется методом Кьельдаля на автоматическом анализаторе [ГОСТ Р51417-99], в процентах;
- содержание сырого жира в корме, помёте, печени и грудных мышцах, которое измеряется на аппарате Сокслета методом Рушковского [ГОСТ 13496.18-85], в процентах; содержание сырой золы в корме, помёте, печени и грудных мышцах, которое определяется методом сухого озоления образца, в процентах;
- активность пищеварительных ферментов дуоденального химуса и общих протеаз по методу Moore and Stein в модификации А.М.Уголева и Н.М.Тимофеевой, а также [Зарудный В.А., 2022];
- активность амилазы по методу Smith and Roe в модификации А.М.Уголева;
- активность липазы по методу Г.К.Шлыгина;

- рН содержимого двенадцатиперстной кишки потенциометрическим методом;

- концентрация свободных аминокислот в содержимом двенадцатиперстной кишки на аминокислотном анализаторе;

- уровень азота в помёте – по М.М. Дьякову;

- выход мяса, выход грудных мышц, %;

- органолептическая оценка мяса бройлеров, балл;

- мясные качества 35-суточных бройлеров, n=6;

- кислотное и перекисное числа сурепного и подсолнечного масел, мг КОН/г; содержание йода, %.

Для обеспечения объективности результатов все материалы были обработаны биометрически с помощью программы Microsoft Excel.

Для подтверждения научно-хозяйственного опыта была проведена производственная апробация на базе ООО «ТПК «Балтптицепром», где имеется специально модернизированный опытный птичник с системой кормораздачи, позволяющей проводить производственные испытания новых рецептов кормов в одинаковых условиях микроклимата с релевантной статистикой. Для этого были сформированы две группы птицы кросса «Кобб-500», где первая группа получала полноценный комбикорм, а вторая группа – рацион с полной заменой подсолнечного масла на масло сурепицы сорта «Надежда» (таблица 13), в соответствии со стоящей перед исследованием задачей. Изучались такие показатели, как сохранность цыплят по группам, живая масса цыплят, потребление корма по группам, были проведены расчеты индексов экономической эффективности производства мяса птицы.

Таблица 13 - Схема производственной апробации в ООО «ТПК «Балтптицепром»

Группа	Количество птицы, голов	Продолжительность, дней	Особенности кормления
Контрольная	10000	35	Основной рацион (ОР) с включением подсолнечного масла в количестве 4,92%; 5,90% и 7,09% соответственно периодам выращивания 1-14; 15-21 и с 22-х суток до убоя, сбалансированный по всем



			питательным веществам согласно рекомендациям ВНИТИП 2021 г.
Опытная	10000	35	ОР, с полной заменой подсолнечного на масло сурепицы во все возрастные периоды выращивания бройлеров

По завершению производственной проверки была дана оценка экономической эффективности применения масла сурепицы в комбикормах для цыплят-бройлеров.

## ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### 3.1. Изучение химического состава и питательной ценности сурепного жмыха. Опыт 1

Сбалансированное питание играет ключевую роль в правильном кормлении сельскохозяйственных животных и птицы. Оно включает в себя не только достаточное количество энергии и «строительных» материалов, но также учитывает сложные взаимоотношения между компонентами пищи, каждый из которых выполняет определенную функцию в обмене веществ. Чтобы достичь генетического потенциала продуктивности, необходимо учитывать потребности животных во всех факторах питания [Амиранашвили Е.И., 2011]. Недостаток или избыток отдельных компонентов пищи, а также наличие токсических факторов в кормах, могут привести к нарушению обмена веществ и снижению продуктивности животных. Поэтому предварительное изучение химического состава новых кормовых средств является важным этапом при оценке их эффективности, как это было сделано для сурепицы сорта «Надежда» в сравнении с соевым шротом и жмыхом из сурепицы (таблица 14) [Косолапов В.М. и др., 2023].

Таблица 14 - Химический и жирнокислотный состав семян сурепицы, сурепного жмыха и соевого шрота, %

Показатель	Семена сурепицы	Сурепный жмых	Соевый шрот
Влага	9,5	9,9	9,0
Обменная энергия, Мдж/кг	16,24	13,44	9,17
Сырой протеин	24,4	32,3	43,2
Сырой жир	4,32	9,40	1,96
Сырая клетчатка	3,11	8,02	7,12
Кальций	0,43	0,62	0,37
Фосфор	0,93	0,99	0,17
<b>Аминокислоты:</b>			
лизин	1,25	1,51	2,49
гистидин	0,92	1,76	1,21
аргинин	2,01	2,67	3,11
аспарагиновая кислота	2,10	3,08	4,88
треонин	1,22	1,95	1,49
серин	0,72	0,84	2,21

глутаминовая кислота	4,03	5,02	8,20
пролин	2,14	2,76	2,14
глицин	1,42	1,37	1,77
аланин	0,44		
цистин	0,82	0,85	0,59
валин	1,42	1,61	1,94
метионин	0,88	0,89	0,62
изолейцин	0,86	1,12	2,11
лейцин	1,61	2,01	3,20
тирозин	0,77	0,71	1,35
фенилаланин	1,01	1,80	2,14
Сумма аминокислот	23,62	31,19	41,25
<b>Жирная кислота:</b>			
олеиновая	67,15	58,74	
линолевая	17,91	23,86	
линоленовая	7,84	11,40	
Сумма моно- и полиненасыщенных	92,90	94,00	
в т. ч. полиненасыщенных	25,75	35,26	
Сумма насыщенных	5,35	4,48	
в т. ч. пальмитиновая + стеариновая	4,22	3,97	
Эруковая	–	–	
Глюкозинолаты, мкмоль/г	7,00	5,69	

При балансировании рациона для птицы необходимо учитывать энергетическую ценность комбикорма, так как до 50% продуктивности птицы зависит от поступления в организм обменной энергии. Недостаток обменной энергии является главной причиной низкой производительности выращивания птицы, поэтому концентрированные корма и жиры являются основными источниками энергии комбикорма, а сильные высококалорийные корма могут использоваться в качестве энерго-протеинового концентрата для компенсации недостатка переваримого протеина и обменной энергии корма. Оценка энергетической питательности кормов производится с использованием показателя «кажущаяся обменная энергия», скорректированного на нулевой баланс азота (КОЭа). Единицей измерения энергетической ценности кормов в СИ является джоуль (Дж), а 1 ккал соответствует 4,1868 кДж.

Учитывая потребности цыплят-бройлеров в питательных веществах, на основе химического состава ингредиентов были составлены сбалансированные

комбикорма, которые содержали 5,0%; 7,5; 10,0% жмыха сурепицы. Зооинженерный анализ кормов показал соответствие их питательного состава расчетным данным.

При рассмотрении данных таблицы 14 можно отметить, что содержание обменной энергии в семенах сурепицы составило 16,24 МДж/кг, сурепном жмыхе – 13,44 и в соевом шроте – 9,17 МДж/кг. При этом семена сурепицы содержат 24,4% сырого протеина; 43,2% – сырого жира при низком уровне сырой клетчатки 3,11% и уровне кальция 0,43%, а общего фосфора – 0,93%. Таким образом, высокая энергетическая ценность семян сурепицы обусловлена повышенным содержанием в них сырого жира.

Жмых сурепицы при меньшем содержании в нем сырого протеина в сравнении с соевым шротом является более богатым источником кальция, фосфора, гистидина, треонина, пролина, цистина, метионина. Однако в нем имеется меньше, чем в соевом шроте, аргинина, аспарагиновой кислоты, серина, глутаминовой кислоты, глицина, аланина, валина, изолейцина, тирозина, фенилаланина. В сурепном жмыхе лизина содержится меньше, чем в соевом шроте. Содержание метионина в нем больше, чем в соевом шроте.

Для опытного образца сурепного жмыха характерно наличие высокого уровня жира, что свидетельствует о низкой эффективности извлечения масла из семян сурепицы при отжиге. Содержание клетчатки в нем незначительно выше, чем в соевом шроте.

Все вышесказанное дает основание предположить, что при включении жмыха сурепицы в рационы вместо части соевого шрота и при балансировании питательных веществ за счет изменения соотношения соевого шрота и зерновых компонентов при применении синтетических аминокислот, можно достигать хорошей доступности питательных веществ организмом птицы из комбикормов, содержащих жмых сурепицы.

Таким образом, анализ данных химического состава семян сурепицы и сурепного жмыха свидетельствует о их достаточно высокой питательной, энергетической ценности, а низкий уровень глюкозинолатов и отсутствие

эруковой кислоты позволяет использовать этот продукт в сбалансированных комбикормах для птицы.

### 3.1.1. Использование сурепного жмыха при выращивании цыплят.

#### Опыт 1.

Включение сурепного жмыха в количестве 5,0; 7,5 и 10,0% (по массе) в состав стартовых и финишных комбикормов для цыплят-бройлеров уменьшило применение соевого шрота от 2,0–4,1 до 1,9–3,9%, подсолнечного масла — от 0,2–0,8 до 0,2–0,6% соответственно. После приучения цыплят к опытным образцам комбикормов, условиям содержания и режиму кормления и поения на 3–4-й неделе был проведён физиологический опыт. На основании полученных данных фактического среднесуточного потребления комбикормов и выделенного помёта был рассчитан коэффициент переваримости питательных веществ кормов (таблица 15).

Таблица 15 – Перевариваемость питательных веществ, %

Группа	СВ	ОВ	СК	СП	СЖ	БЭВ
Контрольная группа (ПК без сурепного жмыха)	73,64	75,33	18,79	91,07	84,50	81,44
1 опытная (ПК с 5,0% сурепного жмыха)	74,65	74,65	20,39	91,10	84,64	82,18
2 опытная (ПК с 7,5% сурепного жмыха)	68,22	69,59	23,58	89,90	82,03	77,09
3 опытная (ПК с 10,0% сурепного жмыха)	67,06	68,60	25,41	88,69	80,08	73,75

По результатам физиологического опыта установлено, что введение в состав комбикормов разных долей сурепного жмыха, согласно схеме опыта, оказало разное влияние на переваривание питательных веществ. Повышение содержания сурепного жмыха до 10,0% (по массе) в составе комбикорма снижало переваримость питательных веществ: протеина – на 2,38%, жира – на 4,42%, БЭВ — на 7,69%, что обусловлено меньшим потреблением данного комбикорма, характеризующегося низкими вкусовыми качествами и присутствием глюкозинолатов. Вместе с тем повысилась переваримость сырой клетчатки на

6,62% в сравнении контролем, что связано с повышением её концентрации в опытных образцах комбикормов. Ввиду меньшей доступности азота комбикорма для цыплят этой группы, использование его оказалось наименьшим (57,27%) в сравнении с другими группами. Влияние сурепного жмыха в составе комбикормов на зоотехнические показатели цыплят-бройлеров представлено в таблице 16. Сохранность цыплят-бройлеров в контрольной и 1-й опытной группах составила 100%.

Таблица 16 - Основные зоотехнические показатели цыплят-бройлеров

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная (5% жмыха сурепного)	2-я опытная (7,5% жмыха сурепного)	3-я опытная (10,0% жмыха сурепного)
Сохранность поголовья, %	100,0	100,0	97,1	91,4
Средняя живая масса, г: суточный цыплёнок в возрасте 35 дней	34,3±0,2 2148,2±22,8	34,3±0,2 2151,40±24,1	34,6±0,3 2085,0±20,1	34,6±0,3 1970,9±18,20*
Прирост живой массы, г	2114,0±19,1	2117±22,7	2050±19,6	1940±17,9*
Среднесуточный прирост живой массы, г	60,4	60,5	58,6	55,4
Затраты корма на 1 гол., кг	3,325	3,314	3,270	3,152
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,57	1,56	1,59	1,62
Эффективность использо- вания комбикорма, %	63,58	63,88	62,74	61,55
Индекс эффективности производства мяса, %	102,7	106,8	108,6	102,1

\* - разность между контрольной и 3-й опытной группами ≤0,01.

Ввод сурепного жмыха в количестве 7,5 и 10,0% (по массе) в состав комбикормов снизило сохранность цыплят-бройлеров на 2,9 и 8,6%. Отход цыплят-бройлеров был зафиксирован до 14-дневного возраста. При вскрытии трупов павших птиц анатомических отклонений в развитии органов брюшной полости не выявлено.

Максимальный среднесуточный прирост живой массы (60,5 г) получен у цыплят-бройлеров, потреблявших комбикорм с 5,0% сурепного жмыха, средняя живая масса к концу опыта – 2,15 кг. Меньше прирастали цыплята-бройлеры 3-й опытной группы, получавшие 10,0% (по массе) сурепного жмыха [Меркурьева

Е.К., 1970]. Это связано с меньшим потреблением опытного комбикорма, что негативно повлияло на прирост живой массы к концу опыта. В 1-й опытной группе затраты кормов на 1 кг прироста живой массы составили 1,56 кг, а введение 7,5 и 10,0% (по массе) сурепного жмыха способствовало повышению затрат на 1,90 и 3,18% соответственно по сравнению с контролем. Введение сурепного жмыха как энерго-протеиновой добавки в состав комбикормов от 5,0 до 10,0% (от массы) обеспечило меньшее использование соевого шрота на 2,0–4,1% и подсолнечного масла – на 0,2–0,8% абс., стоимость стартерных комбикормов снизилась на 2,07–4,93%, финишных – на 0,63–3,21%.

Повышенный уровень ввода сурепного жмыха (10% от массы комбикорма) снижал переваримость сырого протеина, сырого жира, БЭВ, но при этом увеличилось переваривание сырой клетчатки. Несмотря на уменьшение коэффициента переваримости питательных веществ комбикорма в 3-й опытной группе, при одновременном снижении стоимости стартерного и финишного комбикормов, эффективность выращивания цыплят-бройлеров была на уровне контроля.

В ходе эксперимента было замечено, что переваримость белка во всех кормах была достаточно высокой. Однако при добавлении 7,5% и 10% жмыха сурепицы в комбикорм, у бройлеров снизилось использование азота организмом. Самый низкий уровень усвоения азота был у цыплят, получавших рацион с 10% жмыха. Это свидетельствует о снижении биологической ценности белка в рационах с указанным количеством жмыха, которая зависит от усвояемости аминокислот.

Для того чтобы определить доступность аминокислот и биологическую ценность белка, необходимо учитывать его переваримость пищеварительными ферментами. При обработке корма высокой температурой может произойти снижение переваримости протеина и доступности аминокислот, причем лизин является наиболее чувствительной аминокислотой, которая может стать недоступной для пищеварительных ферментов при связывании с другими веществами, например, углеводами. В таблице 17 представлены результаты

балансового опыта по определению доступности аминокислот для организма цыплят, которые потребляли комбикорм, содержащий жмых сурепицы.

Таблица 17 - Показатели доступности аминокислот из кормосмесей в балансовом опыте на цыплятах-бройлерах

Показатель	Группа			
	Контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Аминокислоты:				
лизин	84,4	84,8	83,7	82,0
гистидин	70,7	70,9	70,1	68,9
аргинин	86,7	86,9	86,0	85,9
аспарагиновая кислота	82,7	82,9	82,0	81,3
треонин	77,6	78,0	76,0	75,4
серин	82,8	83,0	82,7	81,3
глутаминовая кислота	90,9	91,0	90,1	89,4
пролин	86,6	86,4	86,4	83,2
глицин	66,8	66,7	66,0	65,1
аланин	79,4	80,1	78,3	77,1
цистин	79,8	79,0	77,8	74,2
валин	82,9	83,1	81,6	81,1
метионин	88,4	88,3	85,9	84,3
изолейцин	84,3	84,2	83,4	82,5
лейцин	86,2	86,7	85,4	84,4
тирозин	82,9	83,0	81,1	80,4
фенилаланин	86,2	86,7	85,3	84,7

Данные таблицы 17 свидетельствуют о достаточно высокой доступности отдельных аминокислот из комбикормов, находящейся приблизительно на уровне контрольной группы. Некоторые колебания этих показателей согласуются с изменениями в переваримости протеина комбикормов.

Ферменты играют важную роль в обеспечении организма питательными веществами, разлагая пищу на отдельные элементы, которые могут проникать через эпителиальные ткани в кровеносные сосуды. В процессе расщепления пищи в двенадцатиперстной кишке белки превращаются в аминокислоты, углеводы - в моносахариды, а жиры - в жирные кислоты и глицерин. Количество и качество ферментов зависят от условий существования организма, и их активность может изменяться под влиянием температуры, рН среды и химических соединений. Некоторые соединения могут увеличивать активность ферментов (активаторы), а другие - уменьшать ее (ингибиторы). Активность ферментативных процессов в



пищеварительном тракте зависит от активности ферментов, которая определяется количеством субстрата, изменяющегося под влиянием фермента в единицу времени. Ферменты чувствительны к температуре и рН среды, а также могут быть активированы или угнетены химическими соединениями.

Изучение содержимого двенадцатиперстной кишки цыплят-бройлеров позволяет оценить их пищеварительный статус на основе активности общих протеаз и рН. Результаты исследования представлены в таблице 18.

Таблица 18 - Активность общих протеаз и рН содержимого двенадцатиперстной кишки цыплят-бройлеров

Показатель	Группа			
	Контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
28 суток				
Активность общих протеаз, усл.ед	510,3± 24,0	515,5± 32,6	472,6± 28,9	310,7± 15,0***
% от контроля	100	101,0	92,6	60,9
35 суток				
Активность общих протеаз, усл.ед	470,2± 30,3	482,1± 35,1	420,4± 25,4	365,7± 20,9***
% от контроля	100	102,5	89,4	77,8
рН	6,4± 0,12	6,5± 0,13	6,2± 0,09	5,49± 0,05*

\* Р < 0,05; Р \*\*\* < 0,001

Из данных таблицы 18 можно сделать вывод, что изменение рН содержимого двенадцатиперстной кишки бройлеров не следовало строгой закономерности. Вероятно, колебания значений рН были связаны с различиями в составе порции корма, поступившего из предшествующего отдела пищеварительного тракта. Отмечается, что группы цыплят, потребляющих комбикорма с 10% жмыха сурепицы, имели более низкий показатель рН. Биохимические анализы показали, что максимальная активность общих протеаз была характерна для цыплят контрольной группы и опытной группы 1 как в 28-, так и в 35-суточном возрасте.

При увеличении дозы жмыха сурепицы в кормосмесях свыше 5% наблюдалась тенденция к снижению активности протеолитических ферментов у цыплят в первой и во второй периоды выращивания. Так, при содержании в кормах 7,5 и 10% жмыха сурепицы активность общих протеаз в содержимом двенадцатиперстной кишки 35-суточных цыплят снижалась на 10,6 и 22,2%.

Максимальное снижение активности общих протеаз в 28 суток отмечено у цыплят, получавших 10% жмыха сурепицы в составе комбикорма. В 35-суточном возрасте различия менее выражены. Следует подчеркнуть, что снижение активности ферментов находилось в соответствии со снижением pH. Результаты изучения активности амилазы представлены в таблице 19.

Таблица 19 - Активность амилазы в содержимом двенадцатиперстной кишки цыплят-бройлеров

Показатель	Группа			
	Контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
28 суток				
Активность амилазы, усл.ед	67,7± 4,4	68,4± 5,9	42,2± 6,1*	35,2± 6,7***
% от контроля	100	101,0	62,3	52,0
35 суток				
Активность амилазы, усл.ед	62,2± 8,8	63,7± 7,1	60,0± 7,0	55,7± 6,2**
% от контроля	100	102,4	96,5	89,5

\* P < 0,05; \*\*\* P < 0,001.

Как свидетельствует таблица 19, активность амилазы изменяется с увеличением ввода жмыха сурепицы в кормосмеси. Достоверное снижение активности этого фермента отмечено во второй и третьей опытных группах и составляло соответственно 37,7% и 48,0% против контроля. В 35-суточном возрасте снижение активности амилазы выражено менее значительно. Максимальная активность ферментов была характерна для контрольной и первой опытной групп.

Изменение липолитической активности содержимого двенадцатиперстной кишки представлено в таблице 20.

Таблица 20 - Активность липазы в содержимом двенадцатиперстной кишки цыплят-бройлеров

Показатель	Группа			
	Контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
28 суток				
Активность липазы, усл.ед	75,2± 5,0	77,3± 6,9	74,0± 8,4	72,5± 3,8
% от контроля	100,0	102,8	98,4	96,4
35 суток				
Активность липазы, усл.ед	84,3± 3,2	84,9± 4,4	82,1± 9,4	79,2± 6,7
% от контроля	100,0	100,7	97,4	93,4

Из таблицы 20 видно, что в сравнении с контрольной группой активность липазы в меньшей степени снижалась с увеличением содержания жмыха сурепицы в комбикормах как в первом, так и во втором возрасте цыплят. Статистически достоверного снижения этого показателя между опытными и контрольной группами не установлено, как в 28-суточном, так и в 35-суточном возрастах.

Выявленное в опыте изменение активности пищеварительных ферментов, имеющее характер тенденции к снижению, говорит о возможности уменьшения интенсивности процессов гидролиза в кишечнике, т.е. замедления переваримости корма и усвоения питательных веществ при включении в комбикорма жмыха сурепицы по массе в количестве 7,5 и 10%.

Результаты изучения концентрации свободных аминокислот в содержимом двенадцатиперстной кишки представлены в таблице 21.

Таблица 21 - Концентрация свободных аминокислот в содержимом двенадцатиперстной кишки цыплят-бройлеров в возрасте 35 суток, мг%

Показатель	Группа			
	Контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Аминокислоты:				
лизин	10,91	11,21	9,62	8,31
гистидин	6,11	6,00	5,77	4,92
аргинин	10,33	10,42	9,07	8,45
аспарагиновая кислота	8,71	8,94	7,11	6,29
треонин	12,40	11,95	11,01	10,14
серин	9,33	10,42	8,17	7,20
глутаминовая кислота	16,21	16,22	14,40	13,71
пролин	9,51	9,64	8,30	7,07
глицин	7,81	7,90	7,04	6,50
аланин	8,87	8,90	7,44	6,15
валин	4,92	4,90	4,01	3,95
цистин	8,01	8,07	7,15	6,22
метионин	9,37	8,99	8,02	7,15
изолейцин	12,71	12,84	11,15	10,43
лейцин	6,92	6,90	5,82	5,10
тирозин	8,13	8,42	8,01	7,40
Сумма аминокислот	150,2	151,2	132,1	118,9

Согласно данным таблицы 21, во второй и третьей опытных группах наблюдался более низкий уровень свободных аминокислот. Снижение

концентрации аминокислот в содержимом двенадцатиперстной кишки цыплят, которые получали сурепный жмых, было связано с изменением активности пищеварительных ферментов и, возможно, привело к уменьшению процессов всасывания и усвоения аминокислот в указанных группах цыплят.

### 3.1.2. Мясные качества, химический жирнокислотный состав и органолептическая оценка мяса цыплят. Опыт 1.

Одним из способов увеличения прибыли в птицеводстве является сокращение прямых затрат на каждую единицу продукции. Эффективность птицеводства напрямую зависит от стоимости ингредиентов комбикормов, которые играют определяющую роль. Многие птицеводческие хозяйства используют продукты переработки крестоцветных культур для кормления цыплят-бройлеров, но выбор источников протеина остается важной задачей, их рациональная дозировка и соотношение с другими компонентами комбикорма, а также их влияние на качество мяса птицы представляют значительный практический интерес.

Для анализа мясных качеств тушек цыплят опытных и контрольной групп был осуществлен контрольный убой и проведена анатомическая разделка тушек 35-суточных цыплят-бройлеров. Данные приведены в таблице 22.

Таблица 22 - Мясные качества 35-суточных цыплят-бройлеров, n=6

Показатель	Группа			
	Контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Живая масса, г	2136±24,2	2138±19,6	2075±12,0	2015±23,4
Масса потрошёной тушки, г	1526±31,3	1533±34,4	1474±29,7	1394±33,5
Убойный выход, %	71,44	71,70	71,04	69,18
Масса грудной мышцы, г	472±7,7	478±8,3	457±6,9	437±7,4
Масса грудной мышцы, % от массы потр. тушки	30,93	31,18	31,0	31,35
Содержание абдоминального жира, г	37,2±0,29	35,3±0,33	37,6±0,40	37,7±0,29
Содержание абдоминального жира, % от массы потр. тушки	2,44	2,3	2,55	2,7

Как следует из приведенных в таблице 22 данных, убойный выход по всем группам составлял 69,18–71,70%. С увеличением включения в комбикорма жмыха сурепицы с 5 до 10 % убойный выход уменьшился с 71,7 до 69,18%. Наименьшая величина этого показателя отмечена у бройлеров третьей группы, которые получали с комбикормом 10% жмыха сурепицы с суточного возраста и до убоя. По массе грудных мышц отмечена аналогичная закономерность. В первой опытной группе, бройлеры которой получали комбикорм с добавкой 5% жмыха сурепицы, выход грудной мышцы был выше этого показателя контрольной группы на 1,27%, а цыплят третьей группы – ниже на 7,42%. Наименьшее содержание абдоминального жира отмечено у бройлеров опытной первой группы, а по другим группам этот показатель был практически одинаковым и находился в пределах 2,55-2,7%, а у цыплят контрольной группы – 2,44%.

Органолептическая оценка при применении в комбикормах разных уровней сурепного жмыха приведены в таблице 23.

Таблица 23 - Органолептическая оценка жареного мяса, балл. n=6

Показатели	Мышцы грудные				Мышцы ножные			
	Контр.	1 оп.	2 оп.	3 оп.	Контр.	1 оп.	2 оп.	3 оп.
Аромат	4,80± 0,34	4,90± 0,20	5,0± 0,24	4,8± 0,15	5,0± 0,17	5,0± 0,16	4,90± 0,20	4,70± 0,15
Вкус	4,85± 0,13	4,90±0,22	4,90± 0,24	5,0± 0,20	4,8± 0,21	4,9± 0,24	5,0± 0,20	4,80± 0,17
Нежность (жесткость)	4,72± 0,20	4,70± 0,16	5,0± 0,22	4,70± 0,20	5,0± 0,23	4,9± 0,12	4,9± 0,18	4,8± 0,21
Сочность	4,60± 0,15	4,60± 0,22	4,70± 0,14	4,60± 0,20	4,70± 0,20	4,80± 0,20	4,90± 0,23	4,90± 0,22
В среднем	4,74	4,79	4,90	4,78	4,88	4,90	4,90	4,80

На второй день после убоя была проведена оценка аромата, вкуса, нежности и сочности жареного мяса грудных и ножных мышц трех петушков и трех курочек из каждой группы. Результаты органолептической оценки показали, что между птицей разных групп не было значительных различий по этим показателям, общий балл у дегустаторов находился в пределах от 4,74 до 4,90. Таким образом, использование жмыха сурепицы в комбикормах не выявило отрицательного

влияния на качество мяса. В первом опыте было проведено аналогичное исследование, результаты которого также свидетельствуют об отсутствии отрицательного влияния использования жмыха сурепицы в комбикормах бройлеров на органолептические показатели мяса.

### 3.1.3. Основные биохимические показатели крови цыплят-бройлеров.

#### Опыт 1.

По сывороточным белкам крови, которые являются своеобразной базой данных агрессивных агентов, с которыми сталкивается организм животного в процессе онтогенеза, можно судить об интенсивности обменных процессов. Подразумеваемая правота гипотезы о тканевом происхождении белков крови, можно выстроить параллели между концентрацией сывороточных белков и возрастным генезисом протеинов организма животного в целом [Рядчиков В.Г., 2012].

Таблица 24 - Ферменты печени и жироподобные вещества крови. n=6

Группа	Общий белок, г/л	Холестерин, ммоль/л	Триглицериды, ммоль/л	Аспаратаминотрансфераза (АсАт), ед/л	Аланинаминотрансфераза (АлАт), ед/л
Контроль	33,3±1,45	3,53±0,03	0,30±0,03	385,00±51,73	1,33±0,33
1 опытная	33,7±1,33	3,63±0,07	0,34±0,01	383,33±61,99	1,33±0,33
2 опытная	32,0±0,58	3,75±0,25	0,33±0,03	304,33±6,57*	1,00±0,0
3 опытная	31,0±1,15	3,63±0,37	0,34±0,07	355,67±31,06	1,67±0,33

\*Разность между контролем и 2 опытной группы -  $P > 0,01$

Известно, что холестерол и другие липиды формируют структуру клеточных мембран, а также холестерол является прекурсором многих стероидов, участвует в синтезе витамина D, в гепатоцитах холестерол превращается в желчные кислоты и через желчевыводящие каналы поступает в кишечник в составе желчи.

Опыт не показал значимого изменения уровня холестерола в крови под воздействием изучаемых факторов введения сурепного жмыха в корм в 35-ти суточном возрасте, его содержание, в сравнении с контрольной группой, находилось в пределах 2,8-6,2%.

В опытных группах бройлеров в возрасте 35 дней наблюдалось незначительное повышение уровня триацилглицеролов - основных липидов крови. При изучении обмена веществ у цыплят-бройлеров были измерены показатели азотистого обмена и биологически активные вещества, включая ферменты, которые определяют уровень биохимических процессов в организме животных. Аспаратаминотрансфераза и аланинаминотрансфераза являются ферментами белкового синтеза, катализирующими процессы переаминирования. Было обнаружено, что добавление 7,5% сурепного жмыха в комбикорм приводит к снижению активности ферментов АлАт и АсАт на 20,96% и 24,82% соответственно. Это может быть связано с гепатопротекторным эффектом данной концентрации сурепного жмыха. Активность аспаратаминотрансферазы в первой опытной группе практически не отличалась от контрольной группы, а добавление 7,5% сурепного жмыха снизило ее активность. Таким образом, включение 5% не вызывает токсического действия на организм цыплят-бройлеров.

### **3.1.4. Показатели минерального и углеводного обмена у цыплят-бройлеров. Опыт 1.**

Углеводы – главный источник быстрой энергии в клетках. Участвуя в процессах окислительного фосфорилирования, они являются наиболее эффективным сырьем для синтеза АТФ. Углеводы поступают в организм в виде полисахаров, а также ди- и моносахаридов. Глюкоза способна накапливаться в печени в виде гликогена под воздействием инсулина и почечных ферментов. Многими тканями глюкоза не депонируется, поэтому ее обмен является важным для нормального функционирования нервной, мышечной и жировой ткани и столь информативным является ее мониторинг в крови цыплят изучаемых групп (таблица 25).

Таблица 25 - Показатели углеводного и минерального обменов в сыворотке крови цыплят-бройлеров

Группа	Глюкоза, ммоль/г	Мочевина, ммоль/г	Са, ммоль/г	Р, ммоль/г	Са/Р
Контроль	12,80±0,21	0,54±0,05	2,45±0,03	2,00±0	1,23±0,01

1 опытная	13,57±0,17	0,59±0,17	2,51±0,02	2,17±0,03	1,16±0,01
2 опытная	12,50±0,06	0,47±0,01	2,47±0,02	2,00±0,02	1,25±0,02
3 опытная	12,97±0,41	0,47±0,03	2,47±0,06	2,20±0,06	1,12±0,02

На 35-й день у молодых птиц из первой группы уровень глюкозы был на 6% выше, чем в контрольной группе, а во второй и третьей опытных группах - на 7,9% и 4,5% соответственно. Основным механизмом детоксикации аммиака в организме цыплят-бройлеров связан с образованием мочевины. Этот процесс происходит в клетках печени, где активность карбамоилфосфатсинтетазы регулирует скорость биосинтеза мочевины. Концентрация мочевины зависит от интенсивности белкового обмена, которая определяется степенью сорбции мономеров протеиновых молекул кишечными ворсинками. Высокая активность биоэнергетических процессов, связанных с окислительной деструкцией молекул моносахаридов и высших жирных кислот, увеличивает интенсивность ферментативного катализа благодаря повышению регулятивной активности белка [Егоров И.А. и др., 2018].

В сыворотке крови цыплят-бройлеров первой опытной группы содержание мочевины повысилось на 9,2% относительно контрольной группы, что очевидно связано с возрастанием массовой доли общего белка в её составе. ( $P < 0,05$ )

Кальций и фосфор определяют состояние электролитов клетки и её гомеостаз. В ходе исследований были проанализированы показатели кальция и фосфора в крови цыплят, а также и соотношение этих элементов. Данные таблицы 29 показывают, что содержание данных макроэлементов во всех опытных группах превышает контроль: на 0,8–2,4%, за исключением концентрации фосфора в сыворотке крови второй опытной группы.

Во второй опытной группе содержание фосфора оказалось на уровне контрольной группы.

Таким образом, показатели углеводного и минерального обмена в сыворотке крови у цыплят-бройлеров находились в пределах физиологической нормы. Результаты исследования крови у цыплят в первой опытной группе



свидетельствуют о положительном влиянии комбикормов, содержащих 5% сурепного жмыха, на состояние минерального обмена.

### **3.2. Использование масла сурепицы сорта «Надежда» в комбикормах для цыплят-бройлеров и его влияние на качественные и количественные показатели мяса. Опыт 2**

#### **3.2.1. Жирнокислотный состав и уровень кислотного и перекисного чисел масла сурепицы. Опыт 2.**

Жиры играют важную роль в жизнедеятельности организма. Их недостаток может привести к замедлению роста, снижению синтеза белка и уменьшению сопротивляемости организма к заболеваниям. Жиры также являются составной частью клеточных мембран и носителями биологически активных веществ, особенно полиненасыщенных жирных кислот. Недостаток этих кислот может нарушить обмен жирорастворимых витаминов и увеличить проницаемость капилляров. Важно, чтобы жирные кислоты, входящие в состав жиров, обеспечивали синтез структурных элементов клеточных мембран. Корм, содержащий незаменимые жирные кислоты, такие как арахидоновая кислота, может повлиять на их содержание в организме. Масло сурепицы соответствует нормативным показателям по кислотному и перекисному числам в соответствии с методическим руководством по кормлению сельскохозяйственной птицы 2021 года (таблица 26).

Таблица 26 - Нормативные показатели жиров и масел по кислотному и перекисному числам [Зарудный В.А., 2022].

Показатель	Корма растительного происхождения	Корма животного происхождения	Масла растительные и жиры животные кормовые	Комбикорма и кормосмеси
Кислотное число, мг КОН, не более	10	20	20	20
Перекисное число % йода, не более	0,6	0,1	0,1	0,3

Концентрация кислотных и перекисных чисел в масле сурепицы составляла 2,64 мг КОН/г и 0,0864% йода, а в подсолнечном масле - 6,30 мг/КОН/г и 0,12% йода соответственно. Состав жирных кислот в масле семян сурепицы, подсолнечника и рыжика приведен в таблице 27 [Зарудный В.А., 2022].

Таблица 27 - Жирнокислотный состав масла семян сурепицы, подсолнечника и рыжика, % (n=3)

Показатель	Культура		
	Сурепица	Подсолнечник	Рыжик
Миристиновая C <sub>14:0</sub>	0,33±0,03	0,1±0,02	0,04±0,00
Пальмитиновая C <sub>16:0</sub>	2,96±0,21	6,7±0,32	4,36±0,11
Стеариновая C <sub>18:0</sub>	1,52±0,02	4,3±0,12	2,37±0,01
Арахидиновая C <sub>20:0</sub>	0,43±0,01	0,3±0,03	1,22±0,13
Бегеновая C <sub>22:0</sub>	0,21±0,01	0,7±0,05	0,27±0,03
Лигноцериновая C <sub>24:0</sub>	0,14±0,01	0,2±0,02	0,20±0,03
Пальмитолеиновая C <sub>16:1</sub>	0,15±0,02	0,11±0,01	0,07±0,01
Олеиновая C <sub>18:1</sub>	61,00±0,94	27,1±0,26	17,82±0,41
Гондоиновая C <sub>20:1</sub>	1,24±0,01	-	14,27±0,94
Эруковая C <sub>22:1</sub>	0,46±0,06	0,07±0,01	2,58±0,40
Селахолиевая C <sub>24:1</sub>	0,18±0,00	-	0,70±0,06
Линолевая C <sub>18:2</sub>	20,07±0,50	57,1±0,87	15,99±0,08
Линоленовая C <sub>18:3</sub>	11,23±0,25	0,2±0,01	36,72±1,47
Эйкозодиеновая C <sub>20:2</sub>	0,08±0,00	-	1,89±0,18
Эйкозатриеновая C <sub>20:3</sub>	-	-	1,50±0,07
Сумма насыщенных жирных кислот	5,59	12,3	8,46
Сумма мононенасыщенных жирных кислот	63,35	27,28	35,44
Сумма полиненасыщенных жирных кислот	31,38	60,42	56,10

Растительные масла, получаемые из масличных культур, а также их побочные продукты – жмыхи и шроты – являются ценными источниками энергии и жирных кислот для птицы в рационах и комбикормах. Липиды, содержащиеся в основных видах растительных масел масличных культур, близки по своим физико-химическим свойствам и биологической ценности к липидам зерновых кормов. В зависимости от вида культур, из которых получают масло, их состав и физико-химические свойства могут значительно отличаться. Растительные масла могут быть жидкими или твердыми. К первой группе относятся соевое, подсолнечное, хлопковое, кукурузное, льняное, рапсовое, сафлорное, арахисовое, кунжутное, рыжиковое, сурепное и другие, а ко второй – кокосовое и пальмовое.

Жидкие масла содержат много ненасыщенных жирных кислот, включая линолевую. Подсолнечное масло содержит наибольшее количество полиненасыщенных жирных кислот, в том числе линолевой. Масло, полученное из семян сурепицы нового сорта «Надежда», отличается высоким содержанием олеиновой кислоты и низким уровнем эруковой кислоты, которая может быть вредна для организма птицы. В масле сурепицы сорта «Надежда» уровень эруковой кислоты очень низкий, что позволяет отнести его к безэруковым сортам [Зарудный В.А., 2022].

### 3.2.2. Зоотехнические показатели цыплят-бройлеров при включении в комбикорм масла сурепицы. Опыт 2.

Зоотехнические показатели 35-суточных цыплят-бройлеров при включении в комбикорма масла, полученного из сурепицы сорта «Надежда», представлены в таблице 28 [Зарудный В.А., 2022].

Таблица 28 - Зоотехнические показатели в опыте с сурепным маслом на цыплятах-бройлерах

Показатель	Группа			
	Контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Сохранность, %	100,0	100,0	100,0	100,0
Средняя живая масса, в сутки, г	44,16±0,17	44,19±0,17	44,18±0,18	44,18±0,17
14	392,60±1,66	401,60±2,28	410,11*±2,94	387,11±3,88
% к контролю	100,0	102,29	104,46	98,60
21	800,66±7,82	841,40*±9,96	869,60*±10,79	790,31±8,38
% к контролю	100,0	105,09	108,61	98,71
35 (в среднем)	2087,39	2197,49	2216,60	2079,43
% к контролю	100,0	105,27	106,19	99,62
в том числе: петушки	2205,07±18,15	2316,07*±21,09	2341,57*±24,97	2200,29±19,90
% к контролю	100,0	105,03	106,19	99,78
курочки	1969,71±17,70	2078,90*±20,99	2091,62*±23,70	1958,57±19,42
% к контролю	100,0	105,54	106,19	99,43
Среднесуточный прирост живой массы, г	58,38	61,52	62,07	58,15
% к контролю	100,0	105,38	106,32	99,61
Потреблено корма в расчёте на 1 голову, кг	3,279	3,387	3,380	3,271
% к контролю	100,0	103,29	103,08	99,76

Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,605	1,573	1,556	1,607
% к контролю	100,0	98,01	96,95	100,12

\*  $P \leq 0,001$

Согласно таблице 28, использование масла сурепицы в рационах цыплят-бройлеров приводит к сохранению молодняка на 100%. Живая масса бройлеров в первой и второй опытных группах превышает живую массу птицы контрольной группы на 5,09-8,61% и 5,27-6,19% соответственно в разные периоды выращивания. Масло сурепицы оказывает примерно одинаковое воздействие на живую массу курочек и петушков. В возрасте 35 дней живая масса курочек и петушков в первой и второй опытных группах была выше на 5,54-6,19% и 5,03-6,19% соответственно по сравнению с контрольной группой. В третьей опытной группе отмечалось снижение живой массы бройлеров в разные периоды выращивания, но использование масла сурепицы в рационах цыплят-бройлеров приводило к повышению среднесуточного прироста живой массы на 5,38-6,32% за весь период выращивания. Более высокая живая масса опытного молодняка и меньшее потребление комбикормов обеспечивали хорошую конверсию кормов. Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы в первой и второй опытных группах были ниже, чем у птицы контрольной группы на 1,99-3,05%, а в опытной группе 3 – на уровне бройлеров контрольной группы за весь период выращивания [Зарудный, 2022].

### **3.2.3. Переваримость основных питательных веществ корма с маслом сурепицы. Опыт 2.**

Известно, что у птиц отсутствуют ферменты, необходимые для переваривания компонентов клетчатки, таких как целлюлоза, гемицеллюлоза, пентозаны и глюканы, в их пищеварительном тракте. Это приводит к снижению переваримости питательных веществ в корме и снижению эффективности ферментной системы птиц, особенно при использовании зерновых культур. Добавление ферментов в корм, таких как сурепное масло, позволяет значительно расширить возможности использования растительных белковых кормов для

цыплят-бройлеров. Таблица 29 представляет основные показатели переваримости и использования питательных веществ в корме [Зарудный, 2022].

Таблица 29 – Основные показатели переваримости и использования питательных веществ комбикорма у цыплят-бройлеров в возрасте 30-35 суток

Показатель	Группа			
	Контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Переваримость протеина, %	90,20	91,41	91,90	89,40
Использование азота, %	52,60	53,20	53,91	52,03
Доступность, %:				
лизина	86,70	87,21	87,72	86,30
метионина	81,20	82,72	83,91	81,04
Переваримость жира, %	80,40	82,20	82,41	80,21
Переваримость клетчатки, %	20,02	21,04	21,14	21,09
Использование, %:				
кальция	44,22	45,12	46,03	44,00
фосфора	39,12	42,70	42,90	40,00

Цыплята, которые получали комбикорм с добавкой масла сурепицы, показали более высокую переваримость протеина (от 91,41% до 91,90%) по сравнению с контрольной группой на 1,21-1,70%. Комбикорм содержал от 53,20% до 53,91% азота, а добавление масла сурепицы в количестве 1,5% и 3,0% увеличивало доступность лизина и метионина на 0,6% и 1,31%. Также была отмечена тенденция к увеличению доступности жирных кислот и клетчатки. Лучшая доступность лизина и метионина была установлена у бройлеров, получавших комбикорм с добавкой масла сурепицы в сочетании с подсолнечным маслом. Переваримость жира была выше контрольной на 1,52-2,71%, а переваримость клетчатки была мало различима и составляла 20,02-21,14%. Использование кальция и фосфора у опытного молодняка было на уровне контрольной группы бройлеров в возрасте 35 дней [Зарудный, 2022].

#### **3.2.4. Мясные качества, жирнокислотный, химический состав и оценка мяса цыплят. Опыт 2.**

Выбор оптимальных пропорций жиров и масел, их соотношение в комбикорме, стоимость и влияние на качество мяса остаются насущными темами исследований [Зарудный, 2022]. В таблице 30 представлены результаты опыта 2 по мясным качествам бройлеров Убойный выход был высоким во всех группах и

колебался от 72,54% до 72,11%. Между группами не было значительных различий по этому показателю.

Таблица 30 - Мясные качества 35-суточных бройлеров, n=6

Показатель	Группа			
	Контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Живая масса, г	2094±32,4	2110±35,0	2220±39,4	2080±33,5
Масса потрошеной тушки, г	1512±20,4	1526±18,9	1610±23,3	1500±27,4
Убойный выход, %	72,21	72,34	72,54	72,11
Масса грудных мышц, г	502,8±7,4	508,7±8,3	540,6±8,4	499,2±9,1
Выход грудных мышц, % от потрошеной тушки	33,25	33,34	33,58	33,28
Содержание абдоминального жира, г	31,8±0,31	31,0±0,40	32,2±0,47	31,2±0,37
Выход абдоминального жира, % от потрошеной тушки	2,103	2,03	2,11	2,08

В первой и второй группах наблюдалось увеличение грудной мышцы, когда цыплята получали смесь сурепичного и подсолнечного масла в сравнении с контрольной группой и третьей опытной группой. Содержание абдоминального жира в процентах от массы потрошеной тушки было на уровне 2,03%-2,11% во всех группах. Мясо птицы является важным источником питательных веществ, таких как незаменимые аминокислоты, жиры, макроэлементы и экстрактивные вещества, которые легко усваиваются организмом благодаря его химическому составу. Таблица 31 содержит химический состав грудных мышц [Зарудный, 2022].

Таблица 31 – Химический состав грудных мышц 35-суточных бройлеров (в воздушно-сухом веществе), %

Содержание	Группа			
	Контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Сухого вещества	24,22	24,93	24,81	24,19
Протеина	83,81	86,79	89,77	83,31
Жира	4,31	3,39	3,46	3,44
Золы	4,32	4,42	4,49	4,35

Использование масла сурепицы в комбикормах для бройлеров приводит к повышению уровня протеина в грудных мышцах у первой и второй опытных групп. Однако, содержание жира и золы не изменяется, а содержание сухого

вещества в грудной мышце 35-суточных бройлеров не отличается между группами. Бройлеры, которые получали только масло сурепицы в комбикорме, не отличались по химическому составу грудных мышц от контрольной группы. Химический состав мышечной ткани цыплят-бройлеров, особенно содержание липидов и жирных кислот, является важным критерием качества. Насыщенные жирные кислоты играют ключевую роль в обеспечении соотношения ненасыщенных и насыщенных соединений. Таблица 32 демонстрирует жирнокислотный состав липидов гомогенатов мышц и внутреннего жира цыплят-бройлеров [Зарудный, 2022].

Таблица 32 - Жирнокислотный состав липидов гомогената мышц и абдоминального жира цыплят-бройлеров

Показатель	Группа							
	Контрольная		1 опытная		2 опытная		3 опытная	
	Липиды							
	Гомогенат мышц	Абдоминальный жир	Гомогенат мышц	Абдоминальный жир	Гомогенат мышц	Абдоминальный жир	Гомогенат мышц	Абдоминальный жир
Сумма жирных кислот	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Насыщенные:</b>	<b>12,42</b>	<b>10,95</b>	<b>12,20</b>	<b>11,47</b>	<b>12,12</b>	<b>12,05</b>	<b>12,68</b>	<b>12,44</b>
миристиновая	0,19±0,05	0,11±0,04	0,17±0,05	0,15±0,03	0,21±0,06	0,16±0,03	0,24±0,05	0,18±0,06
пальмитиновая	7,14±1,20	6,37±1,21	6,95±1,12	6,2±1,11	6,87±1,14	6,62±1,13	7,40±1,12	7,11±1,21
стеариновая	4,72±0,51	4,25±0,50	4,77±0,57	4,82±0,54	4,70±0,52	4,90±0,57	4,72±0,59	4,75±0,60
арахиновая	0,37±0,07	0,22±0,08	0,31±0,09	0,30±0,07	0,34±0,05	0,37±0,06	0,32±0,04	0,40±0,05
<b>Мононенасыщенные:</b>	<b>11,42</b>	<b>12,81</b>	<b>17,69</b>	<b>18,91</b>	<b>21,96</b>	<b>28,69</b>	<b>31,69</b>	<b>34,90</b>
пальмитолеиновая	0,29±0,07	0,24±0,08	0,22±0,09	0,24±0,07	0,27±0,05	0,29±0,06	0,31±0,07	0,37±0,08
олеиновая	10,93±0,81	12,40±0,70	17,26±0,67***	18,52±0,72***	21,49±0,90***	28,26±0,80***	31,17±0,82***	34,29±0,69***
гадолеиновая	0,20±	0,17±	0,21±	0,15±	0,20±	0,14±	0,21±	0,24±
<b>Полиненасыщенные:</b>	<b>76,16</b>	<b>76,24</b>	<b>70,11</b>	<b>69,62</b>	<b>65,92</b>	<b>59,26</b>	<b>55,63</b>	<b>52,66</b>
линолевая	75,79±1,25	75,78±1,51	69,63±1,60***	69,17±1,77***	65,44±1,82***	58,87±1,70***	55,12±1,77***	52,14±1,90***
линоленовая	0,25±0,06	0,29±0,05	0,27±0,07	0,25±0,05	0,29±0,06	0,24±0,07	0,31±0,05	0,30±0,06
арахидоновая	0,12±0,02	0,17±0,01	0,21±0,01	0,20±0,02	0,19±0,01	0,15±0,03	0,20±0,01	0,22±0,01
Соотношение ненасыщенных и насыщенных жирных кислот (X:1)	7,05:1	8,13:1	7,20:1	7,72:1	7,25:1	7,30:1	6,89:1	6,86:1
Соотношение пальмитиновой и олеиновой жирных кислот(X:1)	0,65:1	0,51:1	0,40:1	0,33:1	0,32:1	0,23:1	0,24:1	0,21:1

\*\*\* P≤0,001

Результаты исследования показали, что использование различных доз введения сурепичного и подсолнечного масел и их смесей имело влияние на жирный состав мышечных липидов и внутреннего жира у цыплят-бройлеров. В группе контроля было выявлено наибольшее содержание линолевой кислоты в

липидах мышц и внутреннем жире (75,79% и 75,78% соответственно). В опытных группах, которым добавляли масло из семян сурепицы в комбикорм, количество линолевой кислоты в липидах мышц и внутреннем жире значительно уменьшалось (на 6,16-20,67% и 6,16-23,64% соответственно), а уровень олеиновой кислоты повышался (на 6,33-20,24% и 6,12-21,79%, соответственно). Соотношение ненасыщенных и насыщенных жирных кислот в липидах мышц и внутреннем жире бройлеров колебалось в пределах 6,89:1-7,25:1 и 6,86:1-9,13:1 соответственно, причем наименьшее соотношение было в третьей опытной группе, которая получала только масло из семян сурепицы в комбикорме. При увеличении использования масла из сурепицы в комбикорме мышцы и внутренний жир цыплят показывают значительное снижение соотношения пальмитиновой и олеиновой жирных кислот. Сравнение контрольной группы цыплят с третьей опытной группой показало, что наибольшее соотношение пальмитиновой к олеиновой кислоте было в липидах гомогената мышц и внутреннего жира контрольной группы, а наименьшее - у бройлеров третьей опытной группы. Насыщенные жирные кислоты в гомогенате мышц и внутреннем жире у бройлеров всех групп не отличались по уровню. Отсутствуют данные о жирнокислотном составе мышц внутреннего жира бройлеров при использовании комбикормов с разным соотношением подсолнечного и сурепного масел. Использование комбинации растительных масел влияет на переваримость и доступность основных питательных веществ, а также на жирнокислотный состав тканей. Химический состав печени 35-суточных бройлеров приведен в таблице 33 [Зарудный, 2022].

Таблица 33. Химический состав печени 35-суточных бройлеров, % (на сухое вещество)

Показатель	Группа			
	Контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Содержание сухого вещества	25,07	26,11	25,88	25,14
Протеин	70,80	69,77	67,55	65,66
Жир	12,15	9,66	12,00	12,53
Зола	4,79	4,59	4,48	4,19



По содержанию сухого вещества, протеина, жира и золы в печени 35-суточных цыплят определенных закономерностей не отмечено. Так, уровень содержания протеина в печени опытных групп находился в пределах 65,66 и 69,77% (в контрольной группе 70,80%); содержание жира- 9,66 и 12,53% (в контрольной группе 12,15%) и золы – 4,19 и 4,59% (в контрольной – 4,79%) соответственно.

При проверке вкусовых характеристик жареного мяса бройлеров (таблица 34) не было обнаружено неблагоприятного воздействия масла сурепицы на вкус и другие характеристики мяса [Зарудный, 2022]. Оценка этих характеристик осуществлялась по шкале из 5 баллов.

Таблица 34 - Органолептическая оценка жареного мяса, балл. n=4

Показатели	Мышцы грудные				Мышцы ножные			
	Контр.	1 оп.	2 оп.	3 оп.	Контр.	1 оп.	2 оп.	3 оп.
Аромат	4,50±0,21	4,26±0,22	5,00±0,20	4,50±0,17	5,00±0,21	4,75±0,21	5,00±0,22	4,75±0,20
Вкус	4,75±0,20	4,75±0,21	4,75±0,22	4,50±0,16	4,75±0,23	5,00±0,19	4,50±0,15	4,25±0,21
Нежность (жесткость)	4,50±0,18	4,50±0,18	5,00±0,19	4,00±0,23	4,75±0,20	4,50±0,17	4,75±0,20	4,75±0,19
Сочность	4,50±0,19	4,50±0,19	5,00±0,18	4,50±0,20	4,25±0,22	4,75±0,16	5,00±0,21	4,75±0,18
В среднем	4,56	4,63	4,94	4,38	4,68	4,75	4,81	4,63

Оценка качества жареного мяса грудных и ножных мышц проводилась с учетом аромата, вкуса, нежности и сочности. Результаты исследования показали, что не было значительных различий в этих характеристиках между птицами разных групп. Дегустаторы оценили мясо на уровне от 4,38 до 4,94 баллов [Зарудный, 2022]. Было установлено, что бройлеры, получавшие комбикорм с добавлением смеси растительных масел подсолнечника и сурепицы, имели лучшие зоотехнические и физиологические показатели, а также вкусовые качества мяса. При замене подсолнечного масла на масло сурепицы, качество мяса соответствовало контрольной группе. Изменение содержания сурепичного и подсолнечного масел в комбикорме может повлиять на содержание жирных кислот в тушках бройлеров. Использование масла сурепицы из сорта «Надежда»

в комбикормах улучшает зоотехнические показатели выращивания цыплят-бройлеров, повышает живую массу и среднесуточный прирост, снижает затраты корма и обеспечивает высокую сохранность птицы [Зарудный В.А., 2022].

### 3.3. Экономическая эффективность.

После завершения цикла выращивания цыплят в промышленных условиях была дана экономическая оценка использования нового перспективного корма. Для этого были проанализированы данные по стоимостным показателям сырья, продуктивности цыплят, конечной стоимости единицы продукции. Данные сведены в таблицу 35.

Таблица 35 - Экономическая эффективность применения сурепного жмыха в рационах цыплят-бройлеров (опыт 1)

Показатель	Контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Средняя живая масса, г в 35 суток	2148,2	2151,4	2085	1970
Среднесуточный прирост живой массы, г	60,4	60,49	58,58	55,32
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,573	1,565	1,595	1,625
Потреблено корма в расчёте на 1 голову, кг	3,325	3,314	3,27	3,152
Масса тушки, г	1526	1533	1474	1394
Стоимость 1 кг комбикорма	31,04	30,80	30,42	30,02
Стоимость кормов на 1 гол, руб.	103,23	102,09	99,48	94,63
Поголовье на начало опыта, голов	100	100	100	100
Поголовье на конец опыта, голов	100	100	98	95
Сохранность, %	100	100	98	95
Валовая живая масса поголовья, кг	214,82	215,14	204,33	187,15
Валовый выход мяса, кг	152,6	153,3	144,452	132,43
Общие затраты корма, кг	332,5	331,4	320,46	299,44
Валовая стоимость корма, руб	10323,91	10209,9	9749,64	8990,47
Себестоимость продукции по кормам, руб./кг	67,65	66,60	67,49	67,88
Реализационная цена, руб./кг	190	190	190	190
Выручка от реализации, тыс. руб.	28,994	29,127	27,445	25,16
Прибыль от реализации, тыс. руб.	18,670	18,917	17,696	16,17
Удельная стоимость кормов, %	47	47	47	47
Затраты на 1 кг живой массы, руб.	102,25	100,97	101,52	102,21
Общие затраты, тыс. руб.	21,965	21,723	20,743	19,128

Затраты на 1 кг продукции, руб.(С)	143,94	141,70	143,60	144,44
Уровень рентабельности, %	64,3	64,9	64,47	64,26
Экономия, руб. на кг	0	2,23	0,33	-0,5
Экономический эффект (Э)	-	343,4	49,11	-66,22
ИЭМ	132,7	134,9	132,9	128,5
ЕИМ	390,1	392,7	366	329

Как видно из таблицы 35, птица первой опытной группы с большим суточным приростом и меньшим расходом корма на 1 кг тушки показала большую прибыль от реализации мяса, большой дополнительный доход и доход на 1 рубль затрат. В первой опытной группе цыплят-бройлеров показатели по себестоимости были ниже как в сравнении с контрольной группой, так и в сравнении со второй и третьей опытными группами на 06%, 0,43% и 18,3% и 0,64% соответственно.

Индекс эффективности производства мяса птицы (ИЭМ) во всех группах был высоким, однако достиг максимального значения в первой опытной группе, и минимального значения в третьей. Европейский индекс эффективности производства (ЕИЭ) составил в первой опытной группе 392,7 единицы, практически на уровне контроля, индекс в третьей опытной группе - всего лишь 329.

Таким образом, добавление сурепного жмыха в комбикорм первой опытной группы оказало наиболее благоприятное действие на физиологические процессы цыплят-бройлеров, что позволило получить дополнительный доход в 2,23 рубля относительно контроля с рентабельностью 64,9%.

Из всего множества факторов, обеспечивающих рентабельность производства мяса цыплят, основными являются генетика птицы и рациональное ее кормление, организованное по разным возрастным группам и содержащее целевые индикаторы конверсии корма.

Экономическая эффективность при включении в комбикорма масла, полученного из сурепицы сорта «Надежда», при исследовании на цыплятах-бройлерах в возрасте 35 суток представлена в таблице 36 [Зарудный В.А., 2022].

Таблица 36 - Экономическая эффективность применения масла сурепицы в рационах цыплят-бройлеров (опыт 2).

Показатель	Контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Средняя живая масса, г в 35 суток	2087	2197	2216	2079
Среднесуточный прирост живой массы, г	58,38	61,52	62,07	58,15
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,605	1,573	1,556	1,607
Потреблено корма в расчёте на 1 голову, кг	3,34	3,45	3,44	3,34
Стоимость 1 кг комбикорма, руб	34,08	33,85	33,29	33,27
Стоимость кормов на 1 гол, руб.	114,18	116,98	114,79	111,16
Стоимость кормов на 1кг продукции, руб.	75,51	76,66	71,3	74,11
Поголовье на начало опыта, голов	35	35	35	35
Поголовье на конец опыта, голов	35	35	35	35
Сохранность, %	100	100	100	100
Валовая живая масса всего поголовья, кг	73,045	76,895	77,560	72,765
Валовый выход мяса, кг	52,920	53,410	56,350	52,500
Затраты корма, кг	117,237	120,955	120,683	116,933
Валовая стоимость корма, руб.	3996,36	4094,459	4017,809	3890,852
Реализационная цена, руб./кг	190	190	190	190
Выручка от реализации, руб.	10054,8	10147,9	10706,5	9975
Прибыль от реализации, руб.	6058,44	6053,441	6688,691	6084,148
Удельная стоимость кормов, %	47	47	47	47
Затраты на 1 кг живой массы, руб.	116,40	113,29	110,21	113,76
Общие затраты, руб.	8502,89	8711,61	8548,53	8278,40
Затраты на 1 кг продукции, руб.(С)	160,67	163,10	151,70	157,68
Уровень рентабельности, %	60,25	59,65	62,47	60,99
Экономия, руб. на кг	0	-2,43	8,97	2,99
Экономический эффект, руб (Э)	-	-129,78	505,46	156,98
ИЭМ	117,8	121,3	125,04	120,4
ЕИМ	371,5	399	406,9	369,6

Изучение экономической эффективности по введению в рацион цыплят-бройлеров масла сурепицы сорта «Надежда» по кормовым затратам и приростам удельных затрат выявило, что птица второй опытной группы с наименьшими затратами корма на 1 кг прироста живой массы (1,556 кг) и наибольшей средней живой массой на 35-е сутки (2216 г) показала наибольшую прибыль от реализации (6688,91 руб.) и экономию (8,97 руб./кг).

Уровень рентабельности в опытных группах соответствовал 59,65-62,47%.

Индекс эффективности производства мяса птицы был минимальным в контрольной группе, максимальным во второй опытной группе, достигнув значения в 125 единиц и снизился в третьей, до значения в 120,4.

Европейский индекс эффективности производства (ЕИЭ) показал максимальное значение во второй опытной группе, достигнув значения в 406,9 единиц, минимальное значение оказалось в контрольной группе.

Таким образом, введение в рацион комбикорма сурепного жмыха и масла сурепицы для полноценного кормления цыплят-бройлеров не оказывает негативного действия на физиологию птицы до 35-суточного возраста, а при убое производство мяса соответствует рентабельности на уровне от 59,65-62,47%.

Введение в сбалансированный комбикорм продуктов переработки семян сурепицы сорта «Надежда» экономически оправдано.

## ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОВЕРКИ ОПЫТА

Для производственной проверки выводов, полученных в ходе исследования, был осуществлен производственный эксперимент в хозяйстве ООО «ТПК «Балтптицепром» (Приложение 2).

В экспериментальном птичнике, разделенном на две зоны, отличающихся лишь возможностью дифференцированного кормления птицы, исследовалось две группы молодняка – базовая и новая. Птица имела свободный доступ к корму и воде, параметры питательности комбикорма соответствовали рекомендациям специалистов компании поставщика кросса «Кобб-500», параметры микроклимата соответствовали методическим рекомендациям ВНИТИП. Птица базовой группы для обеспечения комбикорма обменной энергией получала подсолнечное масло, новая группа получала масло из сурепицы сорта «Надежда». Схема производственного эксперимента приводится в таблице 37.

Таблица 37 - Схема производственной апробации в ООО «ТПК «Балтптицепром»

Группа	Кол-во птицы, голов	Продолжительность, дней	Особенности кормления
Базовая	10000	35	Основной рацион (ОР) с включением подсолнечного масла в количестве 4,92%, 5,90% и 7,09% соответственно периодам выращивания 1-14, 15-21 и с 22-х суток до убоя, сбалансированный по всем питательным веществам согласно рекомендациям ВНИТИП 2021 г.
Новая	10000	35	ОР с полной заменой подсолнечного на масло сурепицы во все возрастные периоды выращивания бройлеров

Таблица 38 - Экономическая эффективность в процессе производственной проверки

Показатель	Контрольная	Опытная
Средняя живая масса, г в 35 суток	2190,2	2221,4
Среднесуточный прирост живой массы, г	62,8	63,3
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,61	1,58
Потреблено корма в расчёте на 1 голову, кг	3,52	3,62
Стоимость 1 кг комбикорма	34,08	33,27
Стоимость кормов на 1 гол, руб.	120,2	120,48

Стоимость кормов на 1кг продукции, руб.	79,49	77,85
Поголовье на начало опыта, голов	10000	10000
Поголовье на конец опыта, голов	9631	9723
Сохранность, %	96	97
Валовая живая масса всего поголовья, кг	21093,81	21598,67
Валовый выход мяса, кг	14562,0	14584,5
Затраты корма, кг	33961,04	34125,90
Потреблено корма на 1 голову	3,526	3,509
Стоимость потреблённого корма, руб. на голову	120,20	116,78
Валовая стоимость корма, тыс. руб	1157,657	1135,508
Реализационная цена, руб./кг	190	190
Выручка от реализации, тыс. руб.	2766,793	2771,055
Прибыль от реализации, тыс. руб.	1609,136	1635,546
Удельная стоимость кормов, %	47	47
Затраты на 1 кг живой массы, руб.	116,76	111,85
Общие затраты, тыс. руб.	2463,101	2415,975
Затраты на 1 кг продукции, руб.(С)	169,14	165,65
Уровень рентабельности, %	58	59
Экономия, руб. на кг	0	3,49
Экономический эффект, руб (Э)	-	71612
ИЭМ	112,3	114,6
ЕИМ	373,09	389,5

Анализ данных, полученных в ходе проведения эксперимента, показал, что молодняк опытной группы имел падеж меньше контрольной группы на 1%, прирост на одну голову в сутки вырос относительно контроля на 0,5%.

Снижение затрат на единицу продукции составило 3 рубля 49 копеек на килограмм, что объясняется меньшей стоимостью производимого на территории Калининградской области сурепного масла, чем подсолнечного, которое приходится завозить из других субъектов России.

В качестве заключения отметим, что результаты производственного эксперимента были признаны комиссией положительными, и хозяйству было рекомендовано приступить к использованию нового корма после размножения семян сурепицы в промышленных количествах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований было выявлено:

1. Уровень обменной энергии в сурепном жмыхе составил 13,44 МДж/кг. Исследованный жмых сурепицы содержал 12,4% сырого жира, 28,0% сырого протеина, 11,2% сырой клетчатки и 6,3% сырой золы при влажности 9,3%. Содержание моно- и полиненасыщенных жирных кислот в сурепном жмыхе составило 94,00%, в т.ч. олеиновой — 58,74%, линолевой — 23,86% и линоленовой — 11,40% при отсутствии эруковой кислоты. Масло сурепицы характеризуется сравнительно низким содержанием пальмитиновой и стеариновой жирных кислот. На долю этих двух кислот приходится 1,95%. Среди других особенностей масла, полученного из сурепицы сорта «Надежда», следует указать высокое содержание олеиновой кислоты (61,0%), что выше, чем в подсолнечном масле на 33,9%, при  $P \leq 0,001$ .

2. Введение сурепного жмыха в количестве 7,5 и 10,0% (по массе) в состав комбикормов снизило сохранность бройлеров на 2,9 и 8,6%. Отход цыплят-бройлеров был зафиксирован до 14-дневного возраста.

3. Максимальный среднесуточный прирост живой массы (60,5 г) получен у цыплят-бройлеров, потреблявших комбикорм с 5,0% сурепного жмыха, средняя живая масса к концу опыта — 2,15 кг. Меньший привес показали цыплята 3-й опытной группы, получавшие 10,0% (по массе) сурепного жмыха. Это связано с меньшим потреблением опытного комбикорма, что негативно повлияло на прирост живой массы к концу опыта. В 1-й опытной группе затраты кормов на 1 кг прироста живой массы составили 1,56 кг, а введение 7,5 и 10,0% (по массе) сурепного жмыха способствовало повышению затрат корма на 1,90 и 3,18% соответственно по сравнению с контролем. Введение сурепного жмыха в состав комбикормов от 5,0 до 10,0% (от массы) обеспечило меньшее использование соевого шрота на 2,0–4,1% и подсолнечного масла — на 0,2–0,8%.



4. Повышенный уровень ввода сурепного жмыха (10% от массы комбикорма) снижал переваримость сырого протеина, сырого жира, БЭВ, но при этом увеличилось переваривание сырой клетчатки.

5. При увеличении дозы сурепного жмыха в рационе цыплят-бройлеров с 5% до 10% от массы комбикорма наблюдалось снижение активности пищеварительных ферментов и уменьшение концентрации аминокислот в содержимом двенадцатиперстной кишки птицы. Введение 10% сурепного жмыха в комбикорм приводило к снижению содержания суммы свободных аминокислот в содержимом двенадцатиперстной кишки с 150,2 мг% до 118,9 мг% по сравнению с контрольной группой.

7. Замена подсолнечного масла на масло сурепицы в количестве 1,5% и 3,0% в комбикормах привела к увеличению живой массы бройлеров на 5,27% и 6,19%, соответственно. Кроме того, затраты на корма на 1 кг прироста живой массы снизились на 1,99% и 3,05%, а сохранность птицы составила 100%.

8. При использовании масла из сурепицы в комбикорме цыплят, уровень линолевой кислоты в жире мышц и внутреннем жире снижался на 6,16-20,67% и 6,16-23,64% соответственно. В то же время содержание олеиновой кислоты увеличивалось на 6,33-20,24% и 6,12-21,79%. При увеличении количества сурепичного масла отношение пальмитиновой и олеиновой жирных кислот в жире мышц и внутреннем жире цыплят значительно снижалось. Контрольная группа цыплят имела самое высокое соотношение пальмитиновой к олеиновой кислоте, а бройлеры, получавшие комбикорм с полной заменой подсолнечного масла на масло из сурепицы - самое низкое.

9. Во втором опыте не было обнаружено значительных различий в химическом составе грудных мышц и печени между контрольной и опытной группами цыплят. При оценке мяса бройлеров по вкусу, использование масла сурепицы не сказалось отрицательно на его вкусовых и других свойствах. Общая оценка дегустации по аромату, вкусу, влажности и сочности составляла от 4,38 до 4,94 балла.

10. Уровень рентабельности при введении сурепного жмыха составил в контрольной группе 64,3%, в первой и последующих опытных группах соответственно 64,9%, 64,47% и 64,26%. Индекс эффективности производства мяса птицы (ИЭМ) был во всех исследуемых группах высоким, от 132,7 в контрольной группе до 134,9 в первой опытной и 132,9 во второй и 128,5 в третьей. Европейский индекс эффективности (ЕИЭ) также подтвердил высокую эффективность изучаемых кормов. Его значения составили 390,1 в контрольной группе, 392,7 в первой опытной, 366 во второй и 329 в третьей, получавшей 10% сурепного жмыха. Экономический эффект был максимальным в первой опытной группе и составил 343,4 руб.

В опыте с сурепным маслом уровень рентабельности в контрольной группе составил 60,25%, в опытных группах соответственно 59,65%, 62,47%, 60,99%. Индекс эффективности производства в контроле: 117,8, в первой и последующих опытных группах соответственно: 121,3, 125,04, 120,4. Европейский индекс эффективности производства с контрольной по третью опытную группу составил: 371,5, 399, 406,9, 369,6. Оба значения индексов были максимальными во второй опытной группе. Экономический эффект был максимальным также во второй опытной группе и составил 505,46 руб.

**Предложения производству:** жмых, полученный из семян сурепицы сорта «Надежда», не содержащий эруковой кислоты, и характеризующийся низким содержанием глюкозинолатов, рекомендуется включать в комбикорма для цыплят-бройлеров в количестве 5%, а масло – в количестве 3%, заменяя подсолнечное.

**Перспективы дальнейшей разработки темы:** результаты проведенных изысканий позволяют сделать предположение о перспективности дальнейших исследований применения продуктов переработки сурепицы в кормлении других видов сельскохозяйственной птицы, таких как мясные утки и индейки, а также исследования применения продуктов переработки сурепицы в рационах кур-несушек.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Алиев, А. А. Липидный обмен и продуктивность жвачных животных / А. А. Алиев. – М. : Колос, 1980. – 166 с.
2. Амиранашвили, Е. И. Научное обоснование, эффективность использования нетрадиционных кормовых ресурсов и добавок в регионе Западной Сибири при производстве мяса птицы: дис. ... д-р с.-х. наук : 06.02.08 [Электронный ресурс] / Амиранашвили Екатерина Игоревна; Омский аграрный научный центр. – Омск, 2022. – Режим доступа: [http://www.vnitip.ru/dissertation-board/information/svedeniya-o-predstoyaschih-zaschitah-dissertatsiy\\_56.html](http://www.vnitip.ru/dissertation-board/information/svedeniya-o-predstoyaschih-zaschitah-dissertatsiy_56.html)
3. Амиранашвили, Е. И. Выращивание цыплят-бройлеров с использованием в кормосмесях сурепного жмыха, полученного из семян сибирской селекции : дис. ... д-р с.-х. наук : 06.02.08 [Электронный ресурс] / Амиранашвили Екатерина Игоревна; Алтайский государственный аграрный университет. – Омск, 2011. – Режим доступа : <https://viewer.rsl.ru/rsl01005372539>
4. Амиранашвили, Е. И. Выращивание цыплят-бройлеров с использованием в кормосмесях сурепного жмыха, полученного из семян сибирской селекции : автореф. дис. д-р с.-х. наук : 06.02.08 [Электронный ресурс] / Амиранашвили Екатерина Игоревна; Алтайский государственный аграрный университет. – Омск, 2011. – Режим доступа : <https://earthpapers.net/vyraschivanie-tsyplyat-broylerov-s-ispolzovaniem-v-kormosmesyah-surepnogo-zhmyha-poluchennogo-iz-semyan-sibirskoy-selekts>
5. Андрианова, Е. Н. Оптимизация уровня синтетического лизина в комбикормах для бройлеров / Е. Н. Андрианова, И. А. Егоров и др. // Птицеводство. – 2018. – № 1. С. 20-23.
6. Архипов, А. В. Влияние микроэлементов на развитие эмбриона птицы / А. В. Архипов, И. В. Топорова // Птицефабрика. – 2005. – № 8. – С. 71-75.
7. Бакулин, В. А. Болезни птиц / В. А. Бакулин. – СПб, 2006. – 688 с.
8. Бессарабов, Б. Ф. Недостаток макро- и микроэлементов у птиц / Б. Ф. Бессарабов // Био. – 2002. – № 7. – С. 10-12.

9. Бессарабов, Б. Ф. Птицеводство и технология производства яиц и мяса птиц / Б. Ф. Бессарабов, Э. И. Бондарев, Т. А. Столляр. – СПб. : Лань, 2005. – 352 с.
10. Боднарук, В. и др. Жидкий метионин – алимет / В. Боднарук, Д. Денисов, С. Спирина и др. // Птицеводство. – 2004. – № 3. – С. 9-12.
11. Бочкарева, Э. Б. Сорт сурепицы озимой Гордея [Электронный ресурс] / Э. Б. Бочкарева [и др.] // Масличные культуры : Науч.-техн. бюл. ВНИИМК / ВНИИМК им. В. С. Пустовойта. – Краснодар, 2017. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/sort-surepitsy-ozimoy-gordeya/viewer>
12. Воловик, В. Т. Направление селекции сурепицы в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» / В. Т. Воловик, С. Е. Сергеева [и др.] // Растениеводство и луговое хозяйство : Сб. ст. Всерос. науч. конф. с межд. участ. – 2020. – С. 513-517.
13. Воловик, В. Т. Новый сорт яровой сурепицы «Надежда» / В. Т. Воловик, С. Е. Сергеева // Инновационные разработки АПК: резервы снижения затрат и повышения качества продукции : Мат. межд. науч.-практ. конф. / Витебский ЗИСХ НАН Беларуси. – Минск : Беларуская наука, 2018. – С. 184-187.
14. Воловик, В. Т. Рапс и сурепица – резерв повышения питательной ценности кормов / В. Т. Воловик // АгроСнабФорум. – 2018. – № 7 (163). – С. 56-57.
15. Воловик, В. Т. Сорта сурепицы для производства масла и энергонасыщенных кормов в нечерноземной зоне [Электронный ресурс] / В. Т. Воловик, С. Е. Медведева // Главный агроном. – 2012. – № 9. – Режим доступа : <http://lagoda.by/docs/10451.pdf#page=26>
16. Гаганов, А. П. Семена сурепицы в кормлении цыплят-бройлеров / А. П. Гаганов, З. Н. Зверкова, Х. Г. Ишмуратов, Б. А. Осипян // Адаптивное кормопроизводство. – 2021. – № 1. – С. 46-54.
17. Газдаров, В. М. Использование ферментных препаратов в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы (рекомендации) / В. М. Газдаров, Л. Г. Винокурова. – М. : Агропромиздат, 1990.
18. Гайстер, А. И. Сельскохозяйственный словарь-справочник / ред. А. И. Гайстер. – М., Л. : Сельхозгиз. – 1934. – 350 с.

19. Георгиевский, В. И. Минеральное питание животных / В. И. Георгиевский, Б. Н. Анненков, В. Т. Самохин. – М.: Колос, 1979. – 471 с.
20. Гольцев, А. М. 2010 проблеми кріобіології і кріомедицини / А. М. Гольцев, О. В. Фалько и др. – 1985.
21. Горлова, Л. А. Направления и результаты селекции рапса и сурепицы во ВНИИМК [Электронный ресурс] / Л. А. Горлова, Э. Б. Бочкарева [и др.] // Известия ТСХА. – 2017. – № 2. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-i-rezultaty-selektivii-rapsa-i-surepitsy-vo-vniimk>
22. ГОСТ 18221-2018. Межгосударственный стандарт. Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы. Общие технические условия [Электронный ресурс] / – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/1200160090>
23. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [Электронный ресурс] / ФГБУ Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений, Москва. – 2021. – Режим доступа : <https://gossortrf.ru/wpcontent/uploads/2021/04/%D0%98%D1%82%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9-%D1%80%D0%B5%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80-2021.pdf>
24. Григорьев, Н. Г. Аминокислотное питание сельскохозяйственной птицы. – М.: Колос, 1972. – 176 с.
25. Гулюшин, С. Ю. Питательные свойства зерна чумизы и его использование в комбикормах для цыплят-бройлеров : дис. канд. биол. наук : 06.02.02 [Электронный ресурс] / Гулюшин Сергей Юрьевич. – Боровск, 2002. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=19182298>
26. Гуцин, В. В. Мясное птицеводство: уроки прошлого, достижения и перспективы / В. В. Гуцин, В. Ф. Лищенко // Птица и птицепродукты. – 2012. – № 5. – С. 20-22.
27. Дзядзько, Н. Треонин в кормлении бройлеров / Н. Дзядзько, А. Митропольская // Животноводство России. – 2009. – №. 4. – С. 53.

28. Дмитроченко, А. П. Комбинирование различных источников растительных белков и протеинов в полноценных рационах животных / А. П. Дмитроченко // Растительные белки и их использование в кормлении с.-х. животных : Сб. тр. – Л. : Колос, 1964.
29. Егоров, И. Рапс в комбикормах для цыплят-бройлеров / И. Егоров [и др.] // Птицеводство. – 2012. – № 2. – С.21-23
30. Егоров, И. А. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы / И. А. Егоров, В. А. Манукян, Т. Н. Ленкова и др. – Сергиев Посад, 2013. – 50 с.
31. Егоров, И. А. Руководство по использованию нетрадиционных кормов в рационах птицы / И. А. Егоров, Т. Н. Ленкова [и др.]. – Сергиев Посад : Гран-При, 2021. – 80 с.
32. Егоров, И. А. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы / И. А. Егоров, В. А. Манукян, Т. М. Околелова, Т. Н. Ленкова и др. – Москва, 2018. – 226 с.
33. Егоров, И. А. Ферментные препараты отечественного производства в комбикормах для цыплят-бройлеров [Электронный ресурс] / И. А. Егоров, Т. В. Егорова [и др.] // Птицеводство. – 2018. – № 1. – С. 16-19. – Режим доступа : [http://agroferment.ru/images/Pticevodstvo\\_2018.pdf](http://agroferment.ru/images/Pticevodstvo_2018.pdf)
34. Егоров, И. А. Ферментный препарат для улучшения конверсии корма и продуктивности бройлеров / И. Егоров, Т. Егорова // Комбикорма. – 2015. – № 11. – С. 62-65.
35. Зарудный, В. А. Влияние масла семян сурепицы в комбикормах для цыплят-бройлеров на состав липидов тушки и органолептические показатели жареного мяса / В. А. Зарудный // Птица и птицепродукты. – 2022. – № 4. – С. 40-43.
36. Зарудный, В. А. Масло, полученное из семян сурепицы (*Brassica Rapa Subsp. Campestrus*) сорта Надежда, в комбикормах для цыплят-бройлеров / В. А. Зарудный // Кормопроизводство. – 2022. – № 1. – С. 43-48.

37. Зарудный, В. А. Масло сурепицы как альтернатива подсолнечному маслу в комбикормах для бройлеров // Комбикорма. – 2022. – № 9. – С. 61-63.
38. Злепкин, А. Ф. Динамика живой массы и интенсивность роста цыплят-бройлеров при использовании в комбикормах сурепкового жмыха и масла / А. Ф. Злепкин, И. А. Попова, В. А. Злепкин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. – 2013. – № 1 (29). – С. 102-106.
39. Злепкин, Д. А. Морфо-биохимический состав крови цыплят-бройлеров и их сохранность как критерий оценки биологической активности триптофана / Д. А. Злепкин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 4 (44). – С. 141-146.
40. Ибатуллин, И. Аргинин в комбикормах для бройлеров / И. Ибатуллин, И. Ильчук, Н. Кривенок // Животноводство России. – 2019. – № 9. – С. 15-17.
41. Иванова, М. И. Проростки – функциональная органическая продукция / М. И. Иванова, А. И. Кашлева // Вестник Марийского гос. унив. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2016. – Т. 2. – № 3. – С. 19–22.
42. Измайлович, И. Б. Корма и кормление сельскохозяйственной птицы : учеб.-метод. пособ. [Электронный ресурс] / И. Б. Измайлович. – Горки : БГСХА, 2021. – 60 с. – Режим доступа : <https://elib.baa.by/jspui/bitstream/123456789/2932/1/ecd4653.pdf>
43. Исмаил, С. Х. Роль клетчатки в кормлении птицы / Салах Х. Исмаил // Птица и её переработка: проблемы, опыт, решения: экспресс-информация ; вып. 3 (171). – Ржавки, 2012. – С. 8-12.
44. Кавтарашвили, А. Ш. Российские индексы эффективности производства яиц и мяса / А. Ш. Кавтарашвили // Птица и птицепродукты. – 2015. – № 1. – С. 62-63.
45. Калоев, Б. С. Ферментные препараты в кормлении бройлеров / Б. С. Калоев, М. О. Ибрагимов // Птицеводство. – 2017. – № 8. – С. 29-32.

46. Калоев, Б. С. Эффективность использования ферментных препаратов при выращивании цыплят-бройлеров / Б. С. Калоев, З. В. Псхациева, М. О. Ибрагимов // Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 3 (19). – С. 129-135.
47. Кальницкий Б. Д. Минеральные вещества в кормлении животных / Б. Д. Кальницкий. – Л. : Агропромиздат – 1985. – 207 с.
48. Каы, З. Преимущество добавления клетчатки в рационы птицы / Зое Каы // Птица и её переработка: проблемы, опыт, решения : экспресс-информация ; вып. 3 (315). – Ржавки, 2018. – С. 21-22.
49. Коломейченко, В. В. Кормопроизводство : учебник / В. В. Коломейченко. – СПб. : Лань, 2015. – 656 с.
50. Косолапов, В. М. Методы анализа кормов / В. М. Косолапов, И. Ф. Драганов и др. – М. : Угрешская Типография, 2011. – 219 с.
51. Косолапов, В. М. Полнорационные комбикорма с различным содержанием сурепного жмыха в кормлении цыплят-бройлеров / В. М. Косолапов, З. Н. Зверкова, Х. Г. Ишмуратов, К. В. Харламов, В. А. Зарудный // Кормопроизводство. – 2023. – № 4. – С. 37-40.
52. Косолапов, В. М. Сорта кормовых культур селекции ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» : монография [Электронный ресурс] / В. М. Косолапов и др. – М. : Угрешская Типография, 2019. – 92 с. – Режим доступа : <https://www.vniikormov.ru/pdf/sorta-kormovyh-kultur-selekcii-vik.pdf>
53. Кузнецова, Г. Н. Высокопродуктивный сорт сурепицы яровой тип «000» Грация [Электронный ресурс] / Г. Н. Кузнецова, Р. С. Полякова // Масличные культуры. – 2021. – Вып. 3 (187). – С. 96-99. – Режим доступа : <http://journal-oil-crops.ru/wp-content/uploads/2021/12/13.Кузнецова-статья-Грация-187.pdf>
54. Кузнецова, Т. С. Контроль полноценности минерального питания / Т. С. Кузнецова, С. Г. Кузнецов, А. С. Кузнецов // Зоотехния. – 2007. – № 8. – С. 10-15.
55. Кузнецова, Г. Н. Нетрадиционные масличные культуры и перспективы их использования [Электронный ресурс] / Г. Н. Кузнецова, Р. С. Полякова // Мат. всерос. науч.-практ. конф., 13-14 марта 2012 года. – Казань : Центр



- инновационных технологий, 2012. – С. 157-160. – Режим доступа : <http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/%D0%92%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B22015.pdf#page=79>
56. Кузнецова, Г. Н. Продуктивность и жирно-кислотный состав масла рапса и сурепицы в условиях Западной Сибири [Электронный ресурс] / Г. Н. Кузнецова, Р.С. Полякова, И.А. Лошкомайников // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2017. – № 6. – С. 43–44. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-i-zhirno-kislotnyy-sostav-masla-rapsa-i-surepitsy-v-usloviyah-zapadnoy-sibiri>
57. Лазарева, Н. Ю. Некоторые аспекты снижения себестоимости кормов в бройлерном птицеводстве (Снижение себестоимости комбикорма для бройлеров при использовании ферментов) / Н. Ю. Лазарева // FEED TIMES. – 2011. – № 1. – С. 7-9.
58. Лазарева, Н. Ферменты с фитазной активностью в рационах бройлеров / Н. Лазарева // Животноводство России. – 2015. – № 5. – С. 18-20.
59. Лемешева, М. М. Кормление сельскохозяйственной птицы / М. М. Лемешева. – Сумы: Слобожанщина, 2003. – 152 с.
60. Лемме, А. Треонин в рационах цыплят-бройлеров //Главный зоотехник. – 2008. – №. 4. – С. 33-37.
61. Лютых, О. Курочка по зернышку ... [Электронный ресурс] / О. Лютых // Эффективное животноводство. – 2020. – № 3 (май). – С. 88-93. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/kurochka-po-zernyshku-1/viewer>
62. Мальцева, Н. А. Эффективность применения комбикормов с повышенным содержанием аминокислот в кормлении цыплят-бройлеров [Электронный ресурс] / Н. А. Мальцева, Е. А. Басова, Е. И. Амиранашвили // СЛОВО РЕДАКТОРА. – 2012. – Режим доступа : <http://www.vniipp.ru/journal/arhiv2012/6-2012.pdf#page=36>
63. Менькова, Н. А. Выращивание перепелов с использованием в комбикормах сурепного жмыха и ферментного препарата [Электронный ресурс] / Н. А. Менькова, А. Б. Дымков [и др.] // Биотехнологии в сельском хозяйстве,

промышленности и медицине : Сб. мат. регион. науч.-практ. конф. молод. уч., 25 апреля 2017, Омск. – Омск : ФГБОУ ВО Омский ГАУ. – 2017. – С. 84-89. – Режим доступа : [https://гимназия117.рф/sites/default/files/document/sbornik\\_konferencii\\_1.pdf#page=84](https://гимназия117.рф/sites/default/files/document/sbornik_konferencii_1.pdf#page=84)

64. Менькова, Н. А. Сурепный жмых и ферментный препарат в кормлении перепелов / Н. А. Менькова // Современные тенденции научного обеспечения в развитии АПК: фундаментальные и прикладные исследования : Мат. науч.-практ. конф. с междунар. участ. – Омск, 2016. – С. 114-118.
65. Меркурьева, Е. К. Биометрия в генетике и селекции сельскохозяйственных животных / Е. К. Меркурьева. – М. : Колос, 1970. – 424 с.
66. Микулец, Ю. И. Биохимические и физиологические аспекты взаимодействия витаминов и биоэлементов / Ю.И. Микулец [и др.]. – Сергиев Посад, 2002. – 192с.
67. Молоканова, О. В. Биохимический состав крови цыплят-бройлеров при включении в рацион протеолитического фермента Сибенза ДП 100 / О. В. Молоканова, Е. В. Шацких // Пермский аграрный вестник. – 2019. – № 3 (27). – С. 108-116.
68. Молоканова, О. В. Ферментный препарат протеолитического действия в составе комбикорма для цыплят-бройлеров / О. В. Молоканова, Е. В. Шацких // Птицеводство. – 2019. – № 9-10. – С. 40-43.
69. Мысик, А.Т. Питательность кормов, потребности животных и нормирование кормления / А. Т. Мысик // Зоотехния. – 2007. – № 1. – С. 7-13.
70. Околелова, Т. М. Актуальность применения биологически активных веществ и производства премиксов в птицеводстве / Т. М. Околелова, Р. И. Шарипов. – Алматы: Альманах, 2017. – 219 с.
71. Околелова, Т. М. Качественное сырье и биологически активные добавки – залог успеха в птицеводстве / Т. М. Околелова и др. – Сергиев Посад, 2007. – 240 с.
72. Околелова, Т. М. Оллзайм Вегпро фермент, улучшающий усвоение подсолнечного шрота / Т. М. Околелова, В. Б. Кузьмина // Птица и птицепереработка. – 2004. – № 6. – С. 76-78.

73. Околелова, Т. М. Современные представления о роли клетчатки в организме птицы / Т. М. Околелова, С. В. Енгашев // Ветеринария и кормление. – 2021. – № 3. – С. 41-45.
74. Осепчук, Д. В. Использование рапса и продуктов его переработки в кормлении цыплят-бройлеров : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.02.02 [Электронный ресурс] / Осепчук Денис Васильевич; Кубанский гос. аграрный ун-т. – Краснодар, 2007. – Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/ispolzovanie-rapsa-i-produktov-ego-pererabotki-v-kormlenii-tsyplyat-broilerov>
75. Осепчук, Д. В. Научное обоснование использования нетрадиционных растительных источников белка и жира в кормлении мясной птицы : автореф. дис. ... д-р с.-х. наук : 06.02.08 [Электронный ресурс] / Осепчук Денис Васильевич; Северо-Кавказский НИИЖ. – Краснодар, 2014. – Режим доступа : [https://static.freereferats.ru/\\_avtoreferats/01007887939.pdf](https://static.freereferats.ru/_avtoreferats/01007887939.pdf)
76. Паркер, Д. Алимет – жидкий аналог метионина / Д. Паркер // Комбикорма. – 2005. – № 4. – С. 54-55.
77. Питч, М. Клетчатка в кормлении кур-несушек: важен правильный выбор [Электронный ресурс] / М. Питч, И. Коренник // Животноводство России. – 2021. – Апрель. – Режим доступа : <https://zzr.ru/zzr-2021-04-006>
78. Питч, М. Нерастворимые концентраты с содержанием сырой клетчатки: новый подход к вопросам здоровья в кормлении домашней птицы [Электронный ресурс] / М. Питч, J. Rettenmaier & Sohne GmbH + Co. // Доклад 6-ой науч.-произв. конф. в Турции. – Режим доступа : <https://arknews.su/article/213/2604/>
79. Подобед, Л. И. Протеиновое и аминокислотное питание сельскохозяйственной птицы: структура, источники, оптимизация / Л. И. Подобед, Ю. Н. Вовкотруб, В. В. Боровик. – Одесса: Печатный дом, 2006. – 278 с.
80. Поморова, Ю. Ю. Биохимическая характеристика желтосемянной формы рапса и продуктов его переработки: автореф. дис. ... канд. тех. наук / Поморова Юлия Юрьевна ; Кубанский гос. технол. ун-т. – Краснодар, 2005. – 24 с.

81. Поморова, Ю. Ю. Общий химический и аминокислотный состав семян наиболее распространенных масличных культур семейства Brassicaceae (обзор) / Ю. Ю. Поморова, В. В. Пятовский [и др.] // Масличные культуры. – 2021. – Вып. 3 (187). – С. 78-90.
82. Прокудина, Н.А. Витаминная недостаточность в птицеводстве: механизм действия и патология у родительского стада, заболевания эмбрионов, дифференциальная диагностика, лечение и профилактика у суточного молодняка / Н. А. Прокудина, В. К. Бондаренко // Актуальные проблемы современного птицеводства : Мат. X Украинской конф. по птицеводству с межд. участ. – Харьков, 2009. – С. 134-144.
83. Рекомендации по возделыванию капустных культур в Омской области / И. А. Лошкомойников, А. Н. Пузиков [и др.]. – Омск : Омсоблиздат, 2016. – 118 с.
84. Руководство по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственных птицы / В. И. Фисинин, И. А. Егоров, Т. Н. Ленкова и др. – Сергиев Посад, 2014.
85. Рядчиков, В. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных : учебно-практическое пособие / В. Г. Рядчиков. – Краснодар, Кубанский гос. аграрный ун-т, 2012. – 328 с.
86. Суворова, Ю. Н. Изменчивость важнейших хозяйственно-ценных показателей семян яровой сурепицы при репродуцировании и ее использование в селекционно-семеноводческом процессе : дис. канд. с.-х. наук : 06.01.05 [Электронный ресурс] / Суворова Юлия Николаевна ; Омский гос. аграрный ун-т. – Омск, 2006. – Режим доступа : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16077232>
87. Суворова, Ю. Н. Особенности первичного семеноводства яровых рапса и сурепицы [Электронный ресурс] / Ю. Н. Суворова, Г. Н. Кузнецова, С. В. Рабканов // Земледелие. – 2012. – № 7. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-pervichnogo-semenovodstva-yarovyh-rapsa-i-surepitsy>

88. Суржин, А. Значение незаменимых аминокислот в кормлении птицы / Аминокислоты и протеиновое питание сельскохозяйственной птицы. – Обухов, 2011. – С. 14-16.
89. Технология возделывания яровой сурепицы в Нечерноземной зоне России : Практическое руководство [Электронный ресурс] / под ред. Ю. К. Новоселов, В. В. Рудоман, В. Т. Воловик, Н. И. Георгиади. – М. : РГАУ-МСХА, 2012. – 31 с. – Режим доступа : <http://elib.cnsnb.ru/books/free/0388/388203/files/assets/basic-html/page-1.html#>
90. Фисинин, В. И. Использование нетрадиционных кормов в рационе птицы / В. И. Фисинин, И. А. Егоров, Т. Н. Ленкова // Птица и птицепродукты. – 2016. – № 4. – С. 14-17.
91. Фисинин, В. И. Кормление сельскохозяйственной птицы / В. И. Фисинин, И. А. Егоров, Т. М. Околелова, Ш. А. Имангулов. – Сергиев Посад : ВНИИТП, 2000. – 375 с.
92. Хамитова, В. З. Эффективность выращивания бройлеров в зависимости от схем фазового кормления и использования суперпрестартерного рациона [Электронный ресурс] / В. З. Хамитова, А. К. Османян; В. В. Малородов // Известия ТСХА. – 2021. – Вып. № 4. С. 79-93. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-vyraschivaniya-broylerov-v-zavisimosti-ot-shem-fazovogo-kormleniya-i-ispolzovaniya-superprestarternogo-ratsiona>
93. Хеннинг, А. Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормлении сельскохозяйственных животных / А. Хеннинг. – М.: Колос, 1976. – 559 с.
94. Чернышев, Н. И. Состояние обменных процессов при необеспеченности потребности животных в белке, аминокислотах и других азотсодержащих веществах / Н. И. Чернышев, И. Г. Панин, Н. И. Шумский // Аминокислотное и протеиновое питание сельскохозяйственной птицы. – Обухов, 2011. – С. – 54-55.
95. Шагай, И. А. Мясная продуктивность и качество мяса цыплят-бройлеров при использовании в комбикормах побочных продуктов переработки семян сурепицы и ферментного препарата «ЦеллоЛюкс-Ф» : дис. ... канд. с.-х. наук :

- 06.02.10 [Электронный ресурс] / Шагай Ирина Алексеевна. – Волгоград, 2015. – Режим доступа : [http://ssaa.ru/science/dissovet2/2015/Shagaj\\_IA/disser.pdf](http://ssaa.ru/science/dissovet2/2015/Shagaj_IA/disser.pdf)
96. Шастак, Е. Оптимальное количество витамина А в рационах птицы / Е. Шастак // Комбикорма. – 2019. – № 1. – С. 56-60.
97. Шастак, Е. Роль витамина Е в кормлении животных и птицы / Е. Шастак, Р. Рюле // Комбикорма. – 2016. – № 9. – С. 84-85.
98. Шмаков, П. Ф. Состав и питательность рапсового и сурепного жмыхов, полученных из семян сортов Сибирской селекции / П. Ф. Шмаков, Е. А. Чаунина [и др.] // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2008. – № 6. – С. 55-59. – Режим доступа : <http://www.sibniip.ru/index.php/2009-06-08-06-08-07/2010-02-27-06-50-39/8-2010-02-27-06-41-36/188-2012-05-31-01-45-04>
99. Шмаков, П. Ф. Эффективность использования сурепного жмыха, полученного из семян сибирской селекции, в составе кормосмесей для цыплят-бройлеров [Электронный ресурс] / П. Ф. Шмаков, Е. И. Амиранашвили [и др.] // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2011. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-surepnogo-zhmyha-poluchennogo-iz-semyan-sibirskoy-selektsii-v-sostave-kormosmesey-dlya-tsyplyat-broylerov>
100. Шпаар, Д. Рапс и сурепица : выращивание, уборка и использование / Дитер Шпаар. – Москва : ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2014. – 320 с.
101. Birch, A. N. E. Antinutritional compounds in the Brassicaceae: Analysis, biosynthesis, chemistry and dietary effects /A. N. E. Birch, D. W. Griffiths, J. R. Hillman // The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. – 1998. – № 73. – P. 1-18.
102. Fahey, J. W. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants / J. W. Fahey, A. T. Zalcmann, P. Talalay // Phytochemistry. – 2001. – Jan, 56 (1). – P. 5-51.

103. Garlich, J. D. Effect of Sodium Taurocholate on Fat Malabsorption Induced by Feeding Unheated Soybean Proteins / J. D. Garlich, M. C. Nesheim // Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine. – 1965. – T. 118. – № 4. – P. 1022-1025.
104. Gorelik, O. Influence of transport stress on the adaptation potential of chicken / O. Gorelik [et al.] // Ukrainin Journal of Ecology. – 2020 – № 10 (2). P. 260-263.
105. Grabiek, B. Reacjia rzepaku ozimego na nizkie temperatury // Nove rol. – 1970. – № 1. – S. 10-11.
106. Halkier, B. A. Biology and biochemistry of glucosinolates / B. A. Halkier, J. Gershenzon // Annual Review of Plant Biology. – 2006. – № 57 (1). – P. 303-333. – Access mode : [https://www.researchgate.net/publication/7110386\\_Halkier\\_BA\\_Gershenzon\\_J\\_Biology\\_and\\_biochemistry\\_of\\_glucosinolates\\_Ann\\_Rev\\_Plant\\_Biol\\_57\\_303-333](https://www.researchgate.net/publication/7110386_Halkier_BA_Gershenzon_J_Biology_and_biochemistry_of_glucosinolates_Ann_Rev_Plant_Biol_57_303-333)
107. Harper, A. Biochemical psinciples of the food industry / A. Harper, H. DeMuelenaere, Red. W. L. Kretowicz, E. Pijanowski // Proceedings of the International Congress of Biochemistry, Moscow, 1961. – Tom VIII. – Warszawa, 1963.
108. Hauschild, L. Multiphase feeding program for broilers can replace traditional system [Electronic resource] / Luciano Hauschild [et al.]. – 2015. – Access mode : [https://www.researchgate.net/publication/277626310\\_Multiphase\\_feeding\\_program\\_for\\_broilers\\_can\\_replace\\_traditional\\_system](https://www.researchgate.net/publication/277626310_Multiphase_feeding_program_for_broilers_can_replace_traditional_system)
109. Ferket, P. R. Antinutrients in feedstuffs / P. R. Ferket, T. Middelton // Poultry International – 1999. – Vol. 38. – № 3. – P. 46-55.
110. Kidd, M. T. Nutritional considerations concerning threonine in broilers / M. T. Kidd // World's Poultry Science Journal. – 2000. – Vol. 56. – № 2 – P. 139-151.
111. Kies, A. K. Effect of phytase on protein and amino acid digestibility and energy utilization / A. K. Kies [et al.] // World's Poultry. Sci. J. –2001. – Vol. 57. – № 2 – P. 109-124.

112. Kies, A. K. The effect of microbial phytase on broiler performances / A. K. Kies [et al.] // In: Proceedings of the 11th European Symposium on Poultry Nutrition, Denmark. – 1997. – P. 453-455.
113. Khattak, F. M. Enzymes in poultry nutrition / F. M. Khattak [et al.] // J. Anim. Pl. Sci. – 2006. – 16 (1-2). – P. 1-7.
114. Lea, C. H. Studies of the reaction between proteins and reducing sugars in the 'dry' state II. Further observations on the formation of the casein-glucose complex / C. H. Lea, R. S. Hannan // Biochimica et Biophysica Acta. – 1950. – T. 4. – P. 518-531.
115. Lewis J. C. Dormancy / J. C. Lewis // The bacterial spore. – 1969. – T. 1. – P. 301-358.
116. Li, T. Dietary calcium or phosphorus deficiency impairs the bone development by regulating related calcium or phosphorus metabolic utilization parameters of broilers / T. Li [et al.] // Poultry Science. – 2020. – Vol. 99. – № 6. – P. 3207-3214.
117. Mawson, R. Rapeseed meal glucosinolates and their antinutritional effects. Part 3 / R. Mawson, R. K. Heaney, Z. Zdunczyk, H. Kozłowska // Animal growth and performance. – 1994. – № 38. – P. 167-177.
118. Mawson, R. Rapeseed meal glucosinolates and their antinutritional effects. Part 4. / R. Mawson, R. K. Heaney, Z. Zdunczyk, H. Kozłowska // Goitrogenicity and internal organs abnormalities in animals. – 1994. – № 38. – P. 178-191.
119. Mezes, M. Alternative protein sources in the nutrition of farm animals. – 2018. – Access mode : [https://www.researchgate.net/publication/332674941\\_Alternative\\_protein\\_sources\\_in\\_the\\_nutrition\\_of\\_farm\\_animals](https://www.researchgate.net/publication/332674941_Alternative_protein_sources_in_the_nutrition_of_farm_animals)
120. Neathery, M. W. Safe levels of trace minerals of poultry feeding / M. W. Neathery // Poultry digest. – 1976. – Vol. 35. – № 417. – P. 461-462.
121. Pack, M. Amino acids in animal nutrition // M. Pack [et al.] / Publishing youse. Bucharest, 2002. – 558 p.
122. Peng, J. L. Methionine deficiency decreases hepatic lipid exportation and induces liver lipid accumulation in broilers / J. L. Peng [et al.] // Poultry Science. – 2018. – Vol. 97. – № 12. – P. 4315-4323.



123. Saxena, H. C. Influence of Age on Utilization of Raw Soybean Meal by Chickens [Electronic resource] / H. C. Saxena, L. S. Jensen, J. McGinnis // The Journal of Nutrition. – 1963. – Vol. 80, Issue 4, August. – P. 391–396. – Access mode : <https://academic.oup.com/jn/articleabstract/80/4/391/4778614?login=false>
124. Schoch C. L., NCBI Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools [Electronic resource] / C. L. Schoch [et al.]; Database (Oxford). – 2020. – Access mode : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/guide/taxonomy/>
125. Svalöfs Per en vinterhardig lagerukahostybs Aktuellt // Från Svalof. – 1985. – № 2. – S. 8-9.
126. Tadele, Y. Important anti-nutritional substances and inherent toxicants of feeds / Food Science and Quality Management. – 2015. – Vol. 36. – P. 40-47.
127. Tian, D. L. Effects of lysine deficiency or excess on growth and the expression of lipid metabolism genes in slow-growing broilers / D. L. Tian [et al.] // Poultry Science. – 2019. – Vol. 98. – № 7. – P. 2927-2932.
128. Watanabe, G. Reduction in dietary lysine increases muscle free amino acids through changes in protein metabolism in chickens / G. Watanabe [et al.] // Poultry Science. – 2020. – Vol. 99. – № 6. – P. 3102-3110.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1 – Акт производственной апробации на базе ООО «Торгово-птицеводческая компания «Балтптицепром»

«УТВЕРЖДАЮ»  
Генеральный директор  
ООО «ТПК «Балтптицепром»  
А.Л. Шевченко  
«12» октября 2022 г.  
М.П.



#### АКТ

#### производственной проверки исследований по влиянию масла сурепицы на показатели выращивания цыплят-бройлеров

Комиссия в составе: директор по выращиванию – главный ветврач Кузнецов Р.А., начальник производственно-технической лаборатории Горохова Л.С., главный зоотехник Яшкова А.В., директор Калининградского научно-исследовательского института сельского хозяйства ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» Зарудный В.А., составили настоящий акт в том, что с 01.08.2022 по 11.10.2022 г. на базе ООО ТПК «Балтптицепром» (г. Калининград, Калининградская область) проведена производственная апробация результатов научно-хозяйственного опыта влияния масла сурепицы на показатели выращивания цыплят-бройлеров.

Для проведения производственной проверки из суточных цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» были сформированы две группы – контрольная и опытная по 10 000 голов в каждой.

Бройлеров содержали в одном помещении. Кормление птицы осуществляли вволю рассыпными сухими комбикормами, приготовленными в хозяйстве, при свободном доступе к корму и воде. Параметры питательности соответствовали периодам выращивания и рекомендуемым нормам кормления кросса «Кобб-500». Цыплят выращивали в течение 35 суток. Условия содержания птицы соответствовали принятым зоогигиеническим параметрам и отвечали нормативным требованиям для данного кросса. Основные параметры микроклимата соответствовали рекомендациям ВНИТИП.

Цыплятам-бройлерам контрольной группы начиная с суточного возраста и до убоя, в рацион комбикорма вводили подсолнечное масло, цыплятам опытной группы вводили масло сурепицы. Схема производственной апробации представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Схема производственной апробации в ТПК «Балтптицепром»

Группа	Кол-во птицы, голов	Продолжительность, дней	Особенности кормления
Контрольная	10000	35	Основной рацион (ОР) с включением подсолнечного масла в количестве 4,92%, 5,90% и 7,09% соответственно периодам выращивания 1-14, 15-21 и с 22-х суток до убоя, сбалансированный по всем питательным веществам согласно рекомендациям ВНИТИП 2021 г.
Опытная	10000	35	ОР с полной заменой подсолнечного на масло сурепицы во все возрастные периоды выращивания бройлеров

Результаты производственного испытания (табл. 2) показали, что при включении масла сурепицы в рацион по сравнению с контролем отмечалось увеличение показателей: сохранность птицы на 0,9% выше, чем в контроле; среднесуточный привес на 0,87% соответственно.

Таблица 2 - Экономическая эффективность применения масла сурепицы в рационах цыплят-бройлеров

Показатель	Контрольная	Опытная
Средняя живая масса, г в 35 суток	2190,2	2221,4
Среднесуточный прирост живой массы, г	62,8	63,3
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,61	1,58
Потреблено корма в расчёте на 1 голову, кг	3,526222	3,620869896
Стоимость 1 кг комбикорма	34,08780667	33,27409567
Стоимость кормов на 1кг продукции, руб.	79,49813082	77,85721351
Поголовье на начало опыта, голов	10000	10000
Поголовье на конец опыта, голов	9631	9723
Сохранность, %	96	97
Валовая живая масса поголовья, кг	21093,81	21598,67
Валовый выход мяса, кг	14562,0	14584,5
Затраты корма, кг	33961,04	34125,90
Потреблено корма на 1 голову	3,526	3,509
Стоимость потреблённого корма, руб. на голову	120,20	116,78
Валовая стоимость корма	1157657,50	1135508,53
Реализационная цена, руб./кг	190	190
Выручка от реализации, руб.	2766793,68	2771055
Прибыль от реализации, руб.	1609136,17	1635546,47
Удельная стоимость кормов, %	47	47
Затраты на 1 кг живой массы, руб.	116,76	111,85
Общие затраты, руб.	2463101,07	2415975,59
Затраты на 1 кг продукции, руб.(С)	169,14	165,65
Рентабельность, %	58	59
Экономия, руб. на кг	0	3,49
Валовая экономия, руб.	0	47125,47
Экономический эффект, руб (Э)	-	71612

Себестоимость продукции в опытной группе была ниже, чем в контрольной, за счет лучших зоотехнических показателей и более дешевого масла сурепицы, произведенного в Калининградской области, чем завезенное масло подсолнечника. По сравнению с контрольной группой разница составляла 3,49 рублей. Прибыль от реализации готовой продукции была выше – на 1,64%, по сравнению с контрольной группой. Уровень рентабельности составил в опытной 58% и 59% в контрольной группе.

Результаты проведенной производственной апробации показали, что использование в рационах кормления цыплят-бройлеров масла сурепицы вместо подсолнечного масла физиологически и экономически оправдано.

Члены комиссии:

Директор по выращиванию – главный ветврач  
ООО «ТПК «Балтптицепром»



Р.А. Кузнецов

Начальник производственно-технической лаборатории  
ООО «ТПК «Балтптицепром»



Л.С. Горохова

Главный зоотехник  
ООО «ТПК «Балтптицепром»



А.В. Яшкова

Директор КНИИСХ –  
филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»



В.А. Зарудный

Генеральный директор



А.Л. Шевченко

Приложение 2 – Почетная грамота Министерства сельского хозяйства  
Калининградской области

