

**РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ ПО ЖИВОТНОВОДСТВУ»**

**УДК 636.2.084.1:[636.085.62:633.367.2]**

**АНТОНОВИЧ  
АНДРЕЙ МИХАЙЛОВИЧ**

**ЭКСТРУДИРОВАННОЕ И ГРАНУЛИРОВАННОЕ  
ЗЕРНО ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО В РАЦИОНАХ  
МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

по специальности 06.02.08 – кормление сельскохозяйственных  
животных и технология кормов

**Жодино, 2023**

Работа выполнена в Республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

**Научный руководитель:**

**Радчиков Василий Федорович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией кормления и физиологии питания крупного рогатого скота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

**Официальные оппоненты:**

**Пилюк Николай Владимирович**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»;

**Карелин Владимир Викторович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры кормления сельскохозяйственных животных имени В.Ф. Лемеша УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

**Оппонирующая организация:** УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»

Защита диссертации состоится «10» ноября 2023 года в 9<sup>00</sup> часов на заседании совета по защите диссертаций Д **01.49.01** при РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по адресу: 222163, Республика Беларусь, Минская область, г. Жодино, ул. Фрунзе, 11, тел. (01775) 6-74-66, факс (01775) 6-87-83, e-mail: belniig@tut.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

Автореферат разослан «05» октября 2023 г.

Ученый секретарь совета  
по защите диссертаций

А.А. Музыка

## ВВЕДЕНИЕ

Проблема дефицита протеина в животноводстве остается одной из наиболее актуальных. В организме он составляет 40 %, что приводит к снижению продуктивности (В.А. Люндышев и др., 2014). Наряду с разработкой способов повышения эффективности использования кормов, увеличение производства высококачественных белковых кормов имеет не меньшее значение (С.Б. Носков и др., 2014; М.Ф. Чабаев и др., 2014). Потребность протеина удовлетворяется за счет синтеза в рубце аминокислот, микробного белка, более полноценного, чем растительный белок и кормового протеина, расщепляющегося в кишечнике (А.М. Глинкова и др., 2014).

Исследования последних лет показали, что решение вопросов рационального белкового питания жвачных животных является важной задачей в разработке методов повышения эффективности использования корма и продуктивности животного, а также процессов распада кормового протеина и синтеза микробного белка в рубце (В.П. Цай и др., 2015). Степень распадаемости протеина в рубце рассматривается как главный критерий оценки качества кормового белка, который определяет общую переваримость питательных веществ и эффективность использования азота корма животными (А.Г. Мещеряков, 2008). При увеличении продуктивности животных микробный белок не в состоянии удовлетворить возрастающие потребности организма в аминокислотах. В такой ситуации возрастает роль «защищённого» или транзитного кормового протеина, избежавшего распада в рубце, как источника доступного для обмена белка. Таким образом, высококачественный протеин для жвачных – это протеин, низкораспадаемый в рубце, с ценным аминокислотным составом и хорошо переваримый в кишечнике животных (В.Ф. Радчиков и др., 2013).

Основную часть протеина жвачные получают в составе комбикормов, зависящие от способов подготовки их к скармливанию. Одним из факторов, способствующих улучшению использования концентратов в кормлении животных, является обработка кормов (экструдирование, гранулирование и др.), имеющее большое научное и практическое значение (Д.Г. Погосян, 2011; А. Н. Остриков и др., 2004).

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Связь работы с научными программами, проектами и темами.** Исследования по теме диссертационной работы выполнены согласно этапу 3.8.10 «Разработка технологий обработки высокобелковых кормов, с целью снижения расщепляемости протеина в рубце, обеспечивающую их экономию

и повышение среднесуточных приростов живой массы молодняка крупного рогатого скота задания 3.8. «Разработать перспективную систему ведения молочного и мясного скотоводства, включающую комплекс адаптивных приемов разведения, кормления и содержания животных, обеспечивающих формирование высокого генетического потенциала продуктивности и максимальную его реализацию, ресурсосбережение и качество производимой продукции» подпрограммы «Агропромкомплекс – эффективность и качество» государственной научно-технической программы «Агропромкомплекс – 2020», 2016-2020 гг. (номер государственной регистрации 20163951).

**Цель и задачи исследования.** Цель настоящих исследований – определить влияние скармливания экструдированного и гранулированного зерна люпина в составе комбикормов на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1) оценить протеиновую питательность зерна молотого, экструдированного и гранулированного люпина;

2) дать физиолого-биохимическую оценку скармливания люпина молодняку крупному рогатому скоту на основе изучения:

- степени расщепляемости протеина в рубце молотого, экструдированного и гранулированного люпина;

- пищеварительных процессов в рубце;

- прироста живой массы молодняка крупного рогатого скота;

3) установить нормы скармливания зерна люпина молодняку крупного рогатого скота;

4) определить экономическую эффективность использования экструдированного и гранулированного люпина в кормлении молодняка крупного рогатого скота.

**Научная новизна.** Экспериментально обоснована возможность использования зерна люпина, обработанного разными способами, в качестве высокобелкового компонента для молодняка крупного рогатого скота. Доказано положительное влияние на пищеварение в рубце, продуктивность и экономическую эффективность производства говядины.

**Объект исследований:** молодняк крупного рогатого скота 3-6, 6-12-месячного возраста живой массой от 90 до 240 кг.

**Предмет исследований:** комбикорм, рацион, экструдирование, гранулирование, люпин, распадаемость протеина, степень защиты, *in vivo*, гематологические показатели, ЛЖК, рубцовое пищеварение, продуктивность животных.

### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Состав комбикорма КР-2 и КР-3, отличающийся включением 10 % по его массе экструдированного и гранулированного люпина, который способствует активизации микробиологических процессов пищеварения, выразившихся в увеличении в содержимом рубца общего азота на 6,2 %, ЛЖК – на 8,7 %, снижении величины рН – на 6,2 %, аммиака – на 7,9 % и, как следствие, расщепляемость протеина снизилась на 14,63 и 10,58 п. п., а его количество возросло на 4-7 п. п., что позволяет повысить переваримость сухого и органического вещества на 2,9 и 0,8 п. п., сырого протеина – на 3,7 п. п., безазотистых экстрактивных веществ – на 3,4 п. п., а у молодняка поедавшего гранулированный люпин усвоение азота – на 3,4 п. п., кальция и фосфора – на 3,8 и 3,9 п. п.

2. Показатели метаболизма, отличающиеся способностью положительно влиять на скармливание молодняку крупного рогатого скота комбикормов с включением экструдированного и гранулированного люпина на физиологическое состояние животных, обеспечивающее повышенное содержание количества общего белка в крови на 6,26-8,9 % и 7,08-7,30 %; гемоглобина – на 4,8-8,21 % и 1,3-3,96 %; кальция – на 6,4-6,94 % и 3,44-7,0 %; фосфора – на 4,23-7,02 % и 1,6-6,4 %; уменьшает уровень мочевины на 8,5-11,6 % и 9,6-16,3 %, соответственно.

3. Показатели продуктивности и экономической эффективности скармливания в составе комбикорма КР-2 и КР-3 10 % по массе экструдированного и гранулированного люпина, отличающегося повышением продуктивного действия рациона, выразившегося в увеличении валового и среднесуточного прироста на 6,4 и 7,0 %, 6,1 и 5,7 % в возрасте 3-6 и 6-12 месяцев, соответственно, при снижении затрат кормов на его получение 5,15 и 5,47 %, 2,62 и 7,44 %, обеспечивающее снижение себестоимости продукции выращивания на 2,7 и 8,8 % и получение 1098,0 и 1162,0 руб. условной прибыли на 50 голов (цены 2018 г.).

**Личный вклад соискателя ученой степени.** Диссертационная работа является законченным научно-исследовательским трудом. Все материалы в процессе проведения зоотехнических, физиологических, биохимических и экономических исследований получены лично соискателем под руководством заведующего лабораторией кормления и физиологии питания крупного рогатого скота, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Радчикова Василия Фёдоровича, которому автор выражает искреннюю благодарность. Совместно с ним были сформулированы цель и задачи исследований, составлена схема опытов.

Личное участие соискателя заключалось в изучении научной литературы, организации и проведении исследований, обобщении и анализе получен-

ных результатов, подготовке статей к публикации. В статьях в соавторстве 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12 авторское участие состояло в получении экспериментальных данных, их обработке и оформлении. Соавторы научных публикаций оказывали помощь в организации и проведении исследований. Статьи 1, 6, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17 написаны единолично. В методических рекомендациях 18 авторское участие состояло в предоставлении и оформлении материалов по эффективности скармливания обработанных высокобелковых кормов молодняку крупного рогатого скота. Статистическая обработка цифровых данных, оформление таблиц и приложений, а также самостоятельно написал диссертацию.

Научно-методическую помощь при выполнении отдельных этапов исследований оказывали сотрудники ферм и комплексов ГП «ЖодиноАгро-ПлемЭлита», лаборатории кормления и физиологии питания крупного рогатого скота, а также оценки качества кормов и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

**Апробация результатов диссертации и информация об использовании ее результатов.** Научно-практические результаты исследования доложены на: Ученом совете РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (протокол №27 от 18 декабря 2018 г.); научно-техническом совете секции животноводства и ветеринарии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (протокол № 09-1-8/3 от 19 апреля 2021 г.); международных научно-практических конференциях: «Современные технологии сельскохозяйственного производства» (Гродно, 18 мая 2018 года); «Проблемы и перспективы развития животноводства» (Витебск, 31 октября – 2 ноября 2018 г.); «Актуальні питання технології продукції тваринництва» (Полтава, 30-31 жовтня 2019 року); «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва» (Харків 30-31 жовтня 2019 року); «Инновации в животноводстве – сегодня и завтра» (Жодино, 19-20 декабря 2019 г.); «Современные технологии сельскохозяйственного производства» (Гродно, 20 мая 2020 года); «Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса» (Курган.5 ноября 2020 г.). Результаты исследований подтверждены двумя актами производственной проверки законченных научных разработок.

**Опубликование результатов диссертации.** Основные положения диссертации изложены в 18 печатных работах общим объемом 133 страниц, или 7,14 авторского листа, из которых 118 страниц, или 6,39 авторского листа, принадлежит соискателю. Из них публикации, включенные в перечень научных изданий ВАК, составляют 10 статей: в научных журналах – 1 статья объ-

емом 5 страниц, или 0,57 авторского листа, из которых 4 страницы, или 0,46 авторского листа, принадлежат соискателю; в сборниках научных трудов – 9 статей общим объемом 79 страниц, или 4,41 авторского листа, из которых 72 страниц, или 4,04 авторского листа, принадлежат соискателю (5 статей единолично), в сборниках материалов международных конференций – 7 статей общим объемом 29 страниц, или 1,34 авторского листа, из которых 27 страниц, или 1,27 авторского листа, принадлежат соискателю (5 статей - единолично). Рекомендации производству составили 20 страниц, или 0,82 авторского листа, из которых 15 страниц, или 0,62 авторского листа, выполнены лично автором).

**Структура и объем диссертации.** Диссертация оформлена в соответствии с инструкцией «О порядке оформления диссертации, диссертации в виде научного доклада, автореферата диссертации и публикаций по теме диссертации», утвержденной постановлением Президиума ВАК Республики Беларусь № 5 от 22 августа 2022 года. Она состоит из перечня условных обозначений, введения, общей характеристики работы, основной части, которая включает три главы (аналитический обзор литературы, материал и методика исследований, результаты собственных исследований), заключения, библиографического списка используемых источников, собственных статей и приложений.

Общий объем диссертации составляет 137 страниц компьютерного текста, содержит 37 таблиц и 9 приложений (объемом 13 страниц). Библиографический список включает 205 использованных источников (в том числе 31 иностранных) и 18 публикаций автора.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

**Аналитический обзор литературы.** В обзоре литературы изложены физиологические основы полноценного кормления молодняка крупного рогатого скота возраста 3-6 и 6-12 месяцев. Нормирование протеинового питания жвачных животных с учетом расщепляемости и устойчивости протеина к гидролизу в рубце, разработка, поиск и внедрение эффективных и безвредных методов «защиты» протеина от излишнего распада в рубце позволят повысить полноценность рационов, продуктивность животных, снизить затраты кормов, в том числе протеина на получение прироста животноводческой продукции.

**Материал и методика исследований.** Работа выполнена в течение 2017-2020 гг. в лаборатории кормления и физиологии питания крупного рогатого скота.

Для достижения поставленной цели и решения задач данных исследо-

ваний в период с 2017 по 2018 годы проведен физиологический опыт в условиях физиологического корпуса РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»; четыре научно-хозяйственных опыта (по два с экструдированным и гранулированным люпином) и две производственные проверки полученных результатов на комплексе по выращиванию и откорму молодняка крупного рогатого скота в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области.

Исследования проводились с учетом требований по проведению зоотехнических опытов, формирование групп животных осуществляли по принципу пар-аналогов в соответствии со схемой (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опытов

Группа	Количество голов в группе	Продолжительность учетного периода, дней	Особенности кормления
<b>Физиологический опыт</b>			
I контрольная	3	15	ОР: силос кукурузный + комбикорм КР-3 с включение 10 % молотого люпина (по норме)
II опытная	3	15	ОР + комбикорм КР-3 с включением 10 % экструдированного люпина
III опытная	3	15	ОР + комбикорм КР-3 с включением 10 % гранулированного люпина
<b>Научно-хозяйственный опыт № 1 – 2 (молодняк 3-6 и 6-12 месяцев)</b>			
I контрольная	15	90	ОР: сенаж клеверо-тимофеечный, сено злаково-бобовое, обрат свежий, патока кормовая, зелёная масса кукурузы восковой спелости, сенаж злаково-бобовый, силос кукурузный + комбикорм КР-2 и КР-3 с включением 10 % молотого люпина (по норме)
II опытная	15	90	ОР + комбикорм КР-2 и КР-3 с включением 10 % экструдированного люпина
<b>Научно-хозяйственный опыт № 3 – 4 (молодняк 3-6 и 6-12 месяцев)</b>			
I контрольная	15	90	ОР: сено злаковых многолетних трав, сенаж разнотравный, силос кукурузный, сенаж злаково-бобовый + комбикорм КР-2 и КР-3 с включением 10 % молотого люпина (по норме)
II опытная	15	90	ОР + комбикорм КР-2 и КР-3 с включением 10 % гранулированного люпина

Опытные партии комбикормов выработаны в комбикормовом цехе ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита». Экструдирование зерна люпина осуществлялось на экструдере марки КМЗ-2У в условиях физиологического корпуса лаборатории кормления и физиологии питания крупного рогатого скота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» с размером проэкструдированного зерна люпина после обработки при  $t$  130 °С, давлении 0,3 МПа и последующим доизмельчением составляла 1-1,2 мм. Гранулирование производилась в кормоцехе на пресс-грануляторе ПГ-520(660) ОАО Агрокомбинат «Дзержинский» диаметры гранул составили 9,5-10 мм при  $t$  90 °С и давлении 0,35 МПа.

Различия в кормлении заключались в том, что животные контрольной группы получали 10 % в составе комбикорма молотого зерна люпина, а опытные такое же количество экструдированного и гранулированного люпина узколистного белорусской селекции сорта «Жодинский» содержанием сырого протеина и алкалоидов в зерне 33,6 и 0,036 %, соответственно, в количестве 10 % по массе.

Для выполнения запланированных задач отобраны образцы травяных и концентрированных кормов и проведен их анализ. Отбор проб проводился по ГОСТ 27262-87. Химический состав кормов определяли в лаборатории оценки качества кормов и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по схеме общего зоотехнического анализа: первоначальная, гигроскопичная и общая влага (ГОСТ 27548-97); общий азот (ГОСТ 134964-93); сырая клетчатка (ГОСТ 13496.2-91); сырой жир (ГОСТ 13496.15-97); сырая зола (ГОСТ 26226-95); сухое и органическое вещество, БЭВ (Е.Н. Мальчевская, Г.С. Миленьякая, 1981; В.Н. Петухова и др., 1989), кальций и фосфор (ГОСТ 26570-95; 26657-97) определялись в РУП «Центральная научно-исследовательская лаборатория».

В процессе проведения исследований использованы зоотехнические, биохимические, математические, экономические, биометрические методы анализа и изучены следующие показатели: поедаемость кормов – на основании данных взвешивания заданных кормов и их остатков один раз в 10 дней в 2 смежных дня; химический состав и питательность кормов – путем общего зоотехнического анализа. Отбор проб кормов осуществлялся в начале и конце научно-хозяйственных опытов, интенсивность роста животных – путем контрольного взвешивания в начале и конце опыта, контроль за физиологическим состоянием животных и качеством протекающих в организме обменных процессов – путем взятия крови у опытных животных из яремной вены, через 2,5-3 часа после утреннего кормления в начале и конце опытов, при исследовании показателей: морфологический состав крови – эритроциты, лей-

коциты и гемоглобин прибором MedonicCA 620 в цельной крови, общий белок, мочеви́на, глюкоза, Са, Р - прибором CORMAYLUMEN в сыворотке.

Кровь для анализа, отобранную в утренние часы после кормления, стабилизировали гепарином (2,0-2,5 ед./мл) и исследовали в лаборатории оценки качества кормов и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». Морфо-биохимические показатели крови определяли на приборах «Accent 200» и «URIT-3000 Vet Plus».

Количественные и качественные показатели процессов рубцового пищеварения определяли в физиологических опытах, проведенных методом *in vivo, in sacco* на сложно оперированном молодняке крупного рогатого скота черно-пестрой породы с вживленными хроническими канюлями рубца (Ø 2,5 см) в соответствии с методикой (А.А. Алиева, 1997). В нейлоновые мешочки закладывали образцы высокобелкового корма и помещённые в рубец. Период инкубации исследуемых концентрированных кормов в рубце – в течение 6 часов (ГОСТ 28075-89).

В физиологическом опыте определяли влияние скармливания высокобелковых кормов, обработанных разными способами в составе комбикорма на потребление и переваримость питательных веществ; баланс использования азота, кальция и фосфора; показатели рубцового пищеварения и биохимические показатели крови.

Учет съеденных кормов, продуктов обмена (кал, моча), а также отбор средних образцов (корма и его остатков, кала и мочи) для лабораторных исследований проводили по методике ВИЖа.

Экономическая эффективность определялась по следующим показателям: затраты кормов на производство продукции, стоимость кормов, себестоимость производства продукции.

На основании лучших результатов полученных в научно-хозяйственных опытах проведены две производственные проверки.

Цифровой материал проведенных исследований обработан методом вариационной статистики на персональном компьютере с использованием пакета анализа табличного процессора Microsoft Office Excel 2010. Различия между группами считались достоверными при уровне значимости  $P < 0,05$  по Стьюденту (П.Ф. Рокицкий, 1973). В диссертационной работе приняты следующие обозначения уровня значимости (P): \*P < 0,05, \*\*P < 0,01.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Влияние экструдирования и гранулирования высокобелковых кормов на степень расщепляемости протеина в рубце и процессы пище-**

**варения у бычков.** В результате проведенных исследований доказано, что распадаемость сырого протеина в контрольной группе составила 70,54 %, а в опытной группе показатель находился на уровне 55,91 %, т.е. применение экструдирования позволило снизить расщепляемость протеина в рубце на 14,63 п. п. (таблица 2).

Таблица 2 – Распадаемость в рубце и степень защиты сырого протеина

Корма	Протеин, г		Количество РП, %	Количество НРП, %	Степень защиты, п. п.
	до инкубации	после инкубации			
Первый опыт					
Люпин молотый	0,859	0,253	70,54	29,46	-
Люпин экструдированный	0,874	0,385	55,91	44,09	14,63
Второй опыт					
Люпин молотый	1,077	0,379	64,81	35,19	-
Люпин гранулированный	0,826	0,378	54,23	45,77	10,58

Установлено, что распадаемость сырого протеина в молотом люпине составила 64,81 %, а в гранулированном 54,23 %. Использование гранулирования белкового корма позволило снизить расщепляемость используемого корма в рубце опытных животных на 10,58 п. п.

**Обмен веществ, переваримость и использование питательных веществ бычками при скармливании высокобелковых кормов в составе комбикорма в зависимости от способа обработки.** Учёт поедаемости кормов показал, что среднее фактическое их потребление на голову составило: силоса кукурузного – 10,62 кг, 9,41 и 10,56 кг, комбикорма – по 2 кг, соответственно, по группам.

Количество СВ в данном рационе по всем группам составило 6,64-7,23 кг на голову. В 1 кг сухого вещества содержалось 17,26-17,53 МДж обменной энергии. Уровень клетчатки во всех группах находилось в пределах 17,8-18,7 % от сухого вещества. Животные II группы, потреблявшие экструдированный белковый корм, имели самую низкую потребляемость питательных веществ в кормах за счёт того, что они потребили меньшее количество сочного корма. Количество сырого протеина преобладало в рационах животных I и III группы составило 720,6 и 722,7 грамма, что на 8,72 и 7,96 % больше, чем во II, так как животные, получавшие молотый и гранулированный люпин в составе комбикорма, поедали больше сочного корма по сравнению с животными, получавшими экструдированную белковую добавку. Баротермическая обработка позволила снизить соотношение РП:НРП в опытных группах на 4-7 п. п. Содержание кальция в рационе всех групп составило 44,0-49,5 г, фосфора – 22,5-23,8 г. Соотношение кальция и фосфора по всем испытуемым

группам составило 2,2 и 2,1:1,0.

Показатели потребления питательных веществ между подопытными животными I и III групп были практически равными, за исключением сырого жира, уровень которого оказался ниже, особенно у молодняка II группы на 15,1 % ( $P < 0,05$ ), безазотистых экстрактивных веществ – на 8,2 %, чем в III группе.

Анализ результатов исследований свидетельствует о том, что при потреблении комбикорма с включением экструдированных и гранулированных белковых кормов у молодняка наблюдается увеличение количества ЛЖК в рубцовой жидкости на 2,9 и 8,7 %, азота – на 6,2 %. Снижение величины рН в опытных группах на 0,24 и 0,37 ед., аммиака – на 3 и 7,9 %, соответственно.

Установлено, что переваримость сухого и органического вещества у молодняка II и III групп превышала контрольных аналогов на 2,9 и 0,8 п. п., сырого протеина – на 3,7 и 1,6 п. п., БЭВ на – 3,4 ( $P < 0,05$ ) и 1,4 п. п в сравнении с контролем. Снижается переваримость жира и клетчатки на 3,7 и 5,3; 4,1 и 2,5 п. п., соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Переваримость питательных веществ, % ( $X \pm Sx$ )

Показатели	Группа		
	I	II	III
Сухое вещество	73,7±1,7	76,6±1,3	74,5±1,3
Органическое вещество	75,5±2,9	77,3±1,3	75,2±1,2
Сырой протеин	63,7±1	67,4±1,3	65,3±0,2
Сырой жир	52,8±5,3	49,1±5,9	45,2±2,1
Сырая клетчатка	74,9±7,1	70,8±1,4	68,4±2,1
БЭВ	78,7±1,4	82,1±1,3*	80,1±1,2

Здесь и далее \* -  $P < 0,05$ , \*\* -  $P < 0,01$

Уменьшение потребления азота во II группе на 8,2 г, выделение азота с калом у молодняка опытных групп составило 6,8 и 1,8 г, переваренного азота во II группе – на 1,4, а в III группе – на 2 г больше, снижение отложения азота в теле во II группе – на 1,6 %, а в III группе увеличено на 4 %.

Увеличение потребления кальция – на 12,5 г ( $P < 0,05$ ), или на 7,2 %, и выделение с калом у животных II группы на 13,5 г, или на 5,4 %, дало больше усвоению принятого кальция в III группе – 36,4 г, или на 16,7 % ( $P < 0,05$ ). Потери с мочой составили 6,3; 5,7 и 5,2 % от потреблённого количества, откладывали его на 2,6 и 5,4 г ( $P < 0,05$ ), по использованию от принятого на 1,2 и 3,9 п. п., соответственно.

Наибольшее количество фосфора выделилось с калом у животных II группы – 42,8 % ( $P < 0,05$ ) от потреблённого, усвоение в I группе и составило 14,4 г, а у опытных бычков ниже на 1,3 и 1,4 г, или на 8,9 и 9,7 %. Выделение

усвоенного фосфора с мочой составило 8,0; 7,4 и 9,8 % от потреблённого. Отложение фосфора в теле было в пределах 11,4 и 11,8 г. Использовали от принятого выше на 1,3 и 4,4 п. п.

Проведённые гематологические исследования показали, что скармливание высокобелковых кормов в составе комбикорма оказало положительное влияние на физиологическое состояние и продуктивность животных, при этом увеличилось содержание эритроцитов в крови – на 4,46 и 4,65 %, гемоглобина – на 2,7 и 0,96 %, общего белка – на 4,9 и 1,9 %, глюкозы – на 7,6 и 1,8 %, кальция – на 12,6 и 6,6 %, фосфора – на 3,2 и 7,9 %, а мочевины снизилась на 2,9 и 3,4 %, соответственно, в сравнении с молотым.

**Влияние скармливания комбикорма с включением экструдированного люпина на продуктивность молодняка крупного рогатого скота в возрасте 3-6 и 6-12 месяцев.** В результате первого опыта установлено, что комбикорма и патока кормовая животным задавались в одинаковых количествах по 1,7 и 0,54 кг, соответственно. Грубые корма скармливались вволю, поэтому по их потреблению имелись определённые различия, что привело к изменениям в использовании питательных веществ рациона. Во втором опыте основными кормами являлись зеленная масса кукурузы восковой спелости – 2-2,2 кг, силоса кукурузного и сенажа разнотравного – 5,17-5,20 кг, комбикорм с экструдированным липином – 2,53 кг (таблица 4).

Таблица 4 – Состав и питательность рациона по фактически съеденным кормам

Корма и питательные вещества	Научно-хозяйственный опыт №1 (3 – 6 мес.)		Научно-хозяйственный опыт №2 (6 – 12 мес.)	
	Группа			
	I	II	I	II
Сенаж клеверо-тимофеечный, кг	3,37	3,4		
Сено злаково-бобовое, кг	0,54	0,6		
Патока кормовая, кг	0,54	0,54		
Зеленная масса кукурузы восковой спелости, кг			2,0	2,2
Силос кукурузный, кг			5,17	5,20
Сенаж злаково-бобовый, кг			5,17	5,20
Комбикорм с включением 10% молотого люпина, кг	1,7		2,53	
Комбикорм с включением 10% экструдированного люпина, кг		1,7		2,53
В рационе содержится:				
кормовых единиц	3,78	3,82	6,61	6,69
обменной энергии, МДж	43,75	44,3	62,7	63,3
сухого вещества, кг	4,0	4,08	6,55	6,63
сырого протеина, г	678,8	687,8	880	888
РП, г	541,4	523,6	626	598
НРП, г	137,4	164,2	254	290
соотношение РП:НРП	75:25	69:31	71:29	67:33
переваримого протеина, г	504,4	509,1	600,5	605,7

В рационе животных опытных групп содержалось 3,82 и 6,69 корм. ед., 4,08 и 6,63 кг сухого вещества, обменной энергии – 10,91 и 9,57 МДж/кг, сырого протеина - 16,85 и 13,27 %, клетчатки – 17,59 и 22,62 % в расчёте на 1 кг СВ. Соотношение РП:НРП составило 69:31 и 67:33, расщепляемого протеина в рубце снизилось на 6 и 4 п. п. Отношение кальция к фосфору составило 1,7:1 и 1,26:1.

Установлено повышение количества общего белка на 8,9 (P<0,05) и 7,30 % (P<0,01), холестерина на – 4,4 и 14,3 %, гемоглобина – на 4,8 и 1,3 %, глюкозы – на 8,5 (P<0,05) и 5,66 %, кальция – на 6,94 и 3,44 %, фосфора – на 7,02 и 6,4 %, снижение мочевины на 18,3 (P<0,05) и 16,56 %. Однако содержание эритроцитов в первом опыте было ниже на 1,04 %, а во втором - на 8,8 % больше.

Выявлено, что использование экструдированного люпина в рационах молодняка крупного рогатого скота позволило увеличить среднесуточный прирост на 6,4 (P<0,05) и 7,0 % (P<0,05), снизить затраты корма на его получение на 5,15 и 5,47 %, соответственно (таблица 5).

Таблица 5 – Изменение живой массы и среднесуточные приросты, (X ± Sx)

Показатель	Научно-хозяйственный опыт №1 (3 – 6 мес.)		Научно-хозяйственный опыт №2 (6 – 12 мес.)	
	Группа			
	I	II	I	II
Живая масса, кг:				
в начале опыта	90,9±0,3	90,1±0,20	154,5±0,5	154,5±0,60
в конце опыта	170,6±0,3	174,9±0,2	232,1±0,4	237,5±0,6
Валовой прирост, кг	79,7±0,2	84,8±0,2*	77,6±0,6	83,0±0,7*
Среднесуточный прирост, г	885,6±1,9	942,2±1,7*	862,2±6,3	922,2±8,1*
% к контролю	100	106,4	100	107,0
Затраты корма на 1 кг прироста, корм. ед.	4,27	4,05	7,67	7,25
% к контролю	100	94,85	100	94,53

Стоимость суточного рациона и кормовой единицы находились на одном уровне, снизилась стоимость кормов на 5,6 и 3,9 % себестоимость получения прироста на 5,2 и увеличилась на 5,6 %. Дополнительная прибыль снижения себестоимости, увеличения прироста на 1 голову составила 10,18 и 12,44 руб., а прибыль от реализации увеличилась на 10,84 руб. Итого условной прибыли на всё поголовье за время проведения научно-хозяйственного опыта получено 0,694 и 1,206 тыс. руб. (цены 2017 года).

**Влияние скармливания молотого и гранулированного люпина в составе комбикорма на показатели продуктивности молодняка крупного**

**рогатого скота в возрасте 3-6, 6-12 месяцев.** Исследованиями установлено, что подопытные животные третьего опыта потребляли практически одинаковое количество кормов: сенажа разнотравного – 2,25-2,30 кг, сена злаковых многолетних трав – 1,7-1,85 кг, силоса кукурузного – 1,43-1,50 кг, а также по 2 кг комбикорма. А в четвертом опыте рацион состоял из 4,05-4,15 кг кукурузного силоса и злаково-бобового сенажа, 0,9-1,1 кг сено злакового многолетних трав и 2 кг комбикорма (таблица 6).

Таблица 6 – Рационы по фактически съеденным кормам

Корма и питательные вещества	Научно-хозяйственный опыт №3 (3 – 6 мес.)		Научно-хозяйственный опыт №4 (6 – 12 мес.)	
	Группа			
	I	II	I	II
Сено злаковых многолетних трав, кг	1,7	1,85	0,9	1,1
Сенаж злако-бобовый, кг	2,25	2,30	4,15	4,05
Силос кукурузный, кг	1,43	1,50	4,15	4,05
Комбикорм с включением 10% молотого люпина, кг	2,0		2,0	
Комбикорм с включением 10% гранулированного люпина, кг		2,0		2,0
В рационе содержится:				
кормовых единиц	3,67	3,79	5,43	5,31
обменной энергии, МДж	39,1	40,7	53,8	53,2
сухого вещества, кг	4,31	4,52	5,40	5,39
сырого протеина, г	684	707	699,9	712,8
РП, г	511	500	510,5	485,9
НРП, г	173	207	178,5	227,3
соотношение РП:НРП	75:25	70:30	73:27	68:32
переваримого протеина, г	488,8	501,9	461,6	474,2

Подопытный молодняк потреблял 3,79-5,31 корм. ед., 4,52-5,39 кг сухого вещества. В 1 кг СВ содержалось 9,0-9,87 МДж обменной энергии, 156,42 и 132,25 г сырого протеина, 242,7 и 188 г клетчатки. Соотношение РП:НРП уменьшилось на 5 п. п. в обоих экспериментах. Кальций-фосфорное отношение - 2,2 и 2,0:1

Увеличение содержания эритроцитов на 7,95 и 18,16 %, гемоглобина – на 8,21 и 3,96 %, белка – на 6,26 (P<0,05) и 7,08 % (P<0,01), гематокрита – на 3,73 и 0,58 п. п., кальция – на 6,4 и 1,6 %, фосфора – на 4,23 и 7,0 %, уменьшение тромбоцитов на 2,74 и 13,92 %, мочевины – на 11,6 и 11,9 % (P<0,05). В третьем опыте лейкоцитов на 14,25 % меньше, а четвертом выше на 0,55 %.

Установлено, что скармливание гранулированного люпина оказало по-

ложительное влияние на физиологическое состояние, способствует повышению среднесуточного прироста на 6,2 % ( $P < 0,05$ ) и 5,7 % ( $P < 0,05$ ), что способствовало снижению затрат кормов на получение прироста на 2,62 и 7,44 % (таблица 7).

Таблице 7 – Динамика продуктивности молодняка, ( $X \pm Sx$ )

Показатель	Научно-хозяйственный опыт №3 (3 – 6 мес.)		Научно-хозяйственный опыт №4 (6 – 12 мес.)	
	Группа			
	I	II	I	II
Живая масса, кг:				
в начале опыта	140,7±1,3	140,9±2,60	226,6±10,2	226,7±9,90
в конце опыта	219,4±1,2	224,5±2,60	302,4±10,3	306,8±9,30
Валовой прирост, кг	78,7±0,2	83,6±0,6*	75,8±3,9	80,1±2,70
Среднесуточный прирост, г	875,0±1,7	928,9±1,8*	842,2±43,6	890,0±30,1*
% к контролю	100	106,2	100	105,7
Затраты корма на 1 кг прироста, корм. ед.	4,19	4,08	6,45	5,97
% к контролю	100	97,38	100	92,56

Стоимость рациона за опыт на 1 голову оказалась выше на 2,6 и 8,3 %, 3,4 и 2,8 %, себестоимость его получения снизилась на 3,4 % и увеличилась на 2,7 %. получению дополнительной прибыли за опыт от снижения себестоимости прироста на 1 гол. 4,18 и 4,81 руб., от увеличения прироста – 11,96 и 10,49 руб. Всего прибыли на 1 голову за опыт получено 108,22 и 93,79 руб. Условная прибыль за опыт на всё поголовье составила 1,623 и 1,177 тыс. руб. (цены 2017 года).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. Доказано, что применение в кормлении молодняка крупного рогатого скота комбикорма с включением 10 % экструдированного люпина способствует усилению процессов в рубце, выразившееся в увеличении концентрации ЛЖК на 7,39 %, общего азота – на 25,8 % ( $P < 0,05$ ), снижении аммиака – на 6,02 % ( $P < 0,01$ ), что обусловлено защитными свойствами баротермической обработки высокобелковых компонентов. У подопытного молодняка в крови наблюдается большее количества общего белка на 3,5 % ( $P < 0,05$ ), эритроцитов – на 6,4 %, гемоглобина – на 4,9 %, гематокрита – на 1,2 п. п., уровень лейкоцитов и тромбоцитов оказался меньше на 3,9 и 9,8%, соответственно, что находилось в пределах физиологических норм. Экстудирование

высокобелкового корма помогает снизить расщепляемость протеина в рубце на 14,63 п. п. [2, 11, 12, 14].

2. Отмечено, что снижение уровня распадаемости сырого протеина гранулированного люпина в рационах животных способствует меньшему накоплению в рубцовой жидкости аммиака на 18,18 %, повышению концентрации ЛЖК на 18,2 % ( $P < 0,01$ ), увеличению численности инфузорий на 6,91 % ( $P < 0,01$ ), общего азота - на 15,1 % ( $P < 0,05$ ). Показатели крови животных находились в пределах норм, установлено наибольшее содержание эритроцитов на 5,5 %, гемоглобина – на 6,7 % ( $P < 0,05$ ), общего белка – на 10,3 % ( $P < 0,05$ ), гематокрита - на 2,6 п. п, кальция и фосфора – на 4,42-5,48 %, соответственно, уменьшению уровня лейкоцитов на 8,6 %, тромбоцитов – на 13,9 % ( $P < 0,01$ ), мочевины – на 16,3 %. Использование гранулирования белкового корма позволило снизить расщепляемость используемого корма в рубце опытных животных на 10,58 п. п. [10, 15, 16].

3. Установлено, что у опытных животных, потреблявших люпин, обработанный разными способами в составе комбикорма наблюдается активизация микробиологических процессов в рубце, во II группе выражается в увеличении концентрации в рубцовом содержимом ЛЖК на 8,7 %, снижении величины рН – на 6,2 % и у животных III группы количества аммиака – на 7,9 %, позволяющее повысить концентрацию азотистых метаболитов в рубцовой жидкости, а именно общего азота на 6,2 %. Снижение уровня РП на 4-6 % в рационах III группы позволяет повысить переваримость сухого вещества на 4,5 п. п. ( $P < 0,05$ ), органического вещества – на 2,5 п. п., а во II группе сырого протеина – на 3,7 п. п. ( $P < 0,05$ ), БЭВ – на 4,4 п. п. ( $P < 0,05$ ), а также снизить уровень сырой клетчатки на 4,1 п. п. и жира – на 5,3 п. п. в третьей, способствует повышению усвоения азота на 3,4 п. п., минеральных веществ кальция и фосфора – на 2,9 и 4,4 п. п. Состав крови подопытных животных находился в пределах физиологических норм. Наивысшее содержание эритроцитов на 4,46 и 4,65 %, гемоглобина – на 2,7 % и 0,96 %, общего белка – на 4,9 и 1,9 %, глюкозы – на 7,6 и 1,8 %, кальция – на 12,6 и 6,6 %, фосфора – на 3,2 и 7,9 %, а мочевины снизилось на 2,9 и 3,4 % [1, 4, 11, 16].

4. Выявлено, что скармливание молодняку крупного рогатого скота в возрасте 3-6, 6-12 месяцев 10 % экструдированного люпина в составе с комбикормом оказало положительное влияние на физиологическое состояние животных. В крови повысилось содержание общего белка на 8,9 ( $P < 0,05$ ) и 7,3 % ( $P < 0,01$ ), глюкозы – на 8,5 ( $P < 0,05$ ) и 5,66 %, кальция – на 6,94 и 3,4 %, фосфора – на 7,02 и 6,4%, соответственно, уровень мочевины снизился на 8,5 ( $P < 0,05$ ) и 9,6 %, соответственно, что способствует увеличению среднесуточного прироста на 6,4 ( $P < 0,05$ ) и 7,0 % ( $P < 0,05$ ) в сравнении с молотым. В ре-

зультате затраты кормов на получение прироста снизились на 5,15 и 5,47 % и составили 4,05 и 7,25 корм. ед. [2, 7, 17].

5. Доказано, что включение в рационы молодняка крупного рогатого скота 3-6-, 6-12-месячного возраста в составе комбикорма 10 % гранулированного люпина положительно сказалось на здоровье животных. В крови животных опытных групп отмечается повышение количества общего белка на 6,26 ( $P<0,05$ ) и 9,1 % ( $P<0,01$ ), эритроцитов – на 7,9 и 18,1 %, гемоглобина – на 8,2 и 3,9 %, гематокрита – на 14,3 и 2,4 %, кальция – на 6,4 и 1,6 %, фосфора – на 4,23 и 7,0 %, снижение уровня мочевины на 11,6 ( $P<0,05$ ) и 16,3 % ( $P<0,05$ ), что обеспечивает увеличение среднесуточного прироста на 6,2 ( $P<0,05$ ) и 5,7 % ( $P<0,05$ ) и снижение затрат кормов на его получение на 2,62 и 7,44 % [1, 3, 13].

6. Установлено, что использование 10 % экструдированного и гранулированного высокобелкового корма в составе комбикорма КР-3 в рационах молодняка крупного рогатого скота в возрасте 3-9 месяцев способствует повышению эффективности продуктивного действия корма. Среднесуточный прирост живой массы в опытной группе увеличился на 8,27 ( $P<0,05$ ) и 7,78 % ( $P<0,05$ ) и составил 920 и 939 граммов по сравнению с аналогами, получавшими молотое зерно люпина. Затраты кормов на получение прироста снизились на 6,65-7,05 %. Дополнительная прибыль составила 23,24 и 21 руб. на голову, 1,162 и 1,098 тыс. руб. в расчете на все поголовье за опыт [4, 5, 6, 8, 9, 18].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

С целью повышения биологической полноценности высокобелковых кормов в рационах и продуктивности молодняка КРС, уменьшения себестоимости продукции и затрат кормов, энергии, протеина на получение прироста как методы защиты от расщепляемости белковых компонентов предлагается использовать:

1. Экструдированный и гранулированный люпин в кормлении молодняка крупного рогатого скота 3-6-, 6-12-месячного возраста в составе комбикормов КР-2 и КР-3 в количестве 10 % по массе.

2. Методические рекомендации «Скармливание обработанных высокобелковых кормов молодняку крупного рогатого скота», одобрены Учёным советом РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (протокол № 27 от 18 декабря 2018 г.), утверждены Научно-техническим советом Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (протокол № 09-1-8/3 от 19 апреля 2021 г.).

## Список публикаций соискателя ученой степени

### Статьи в изданиях, включенных в список ВАК для опубликования результатов диссертационных исследований

1. **Антонович, А. М.** Влияние скармливания комбикормов с использованием молотого и гранулированного белкового корма на продуктивность молодняка крупного рогатого скота в возрасте 3-6 месяцев / А. М. Антонович // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2018. – Т. 53, ч. 1: Генетика, разведение, селекция, биотехнология размножения и воспроизводство. Технология кормов и кормления, продуктивность. – С. 188-197.
2. Бесараб, Г. В. Экструдированный люпин в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб, В. Ф. Радчиков, **А. М. Антонович** // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2018. – Т. 53, ч. 1: Генетика, разведение, селекция, биотехнология размножения и воспроизводство. Технология кормов и кормления, продуктивность. – С. 197-207.
3. Радчиков, В. Ф. Влияние скармливания молотого и гранулированного люпина на продуктивность молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, Г. В. Бесараб, **А. М. Антонович** // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. – Гродно : ГГАУ, 2018. – Т. 41 : Зоотехния. – С. 217-223.
4. **Антонович, А. М.** Гранулированный высокобелковый корм в составе комбикорма КР-3 для молодняка крупного рогатого скота / А. М. Антонович, Е.А. Долженкова // Ученые записки УО «ВГАВМ». – 2019. – Т. 55, вып. 3. – С. 108-112.
5. **Антонович, А. М.** Эффективность использования комбикорма с экструдированным люпином в кормлении молодняка крупного рогатого скота в возрасте 3-9 месяцев / А. М. Антонович // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. – Гродно : ГГАУ, 2019. – Т. 44 : Зоотехния. – С. 3-11.
6. **Антонович, А. М.** Эффективность скармливания гранулированного люпина в составе рациона молодняка крупного рогатого скота / А. М. Антонович // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр., посвящ. 70-летию со дня основания НПЦ НАН Беларуси по животноводству. – Жодино, 2019. – Т. 54, ч. 1 : Генетика, разведение, селекция, биотехнология размножения и воспроизводство. Технология кормов и кормления, продуктивность. – С. 186-194.
7. Радчиков, В. Ф. Влияние скармливания экструдированного люпина в составе комбикорма для молодняка крупного рогатого скота 6-12-месячного возраста / В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалёва, **А. М. Антонович** // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр., посвящ. 70-летию со дня основания НПЦ НАН Беларуси по животноводству. – Т. 54, ч. 2 : Технология кормов и корм-

ления, продуктивность. Технология производств, зоогигиена, содержание – Жодино, 2019 – С. 55-62.

8. **Антонович, А. М.** Эффективность скармливания гранулированного люпина в составе комбикорма на продуктивность молодняка крупного рогатого / **А. М. Антонович** // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. – Гродно : ГГАУ, 2020. – Т. 49 : Зоотехния. – С. 3-10.

9. **Антонович, А. М.** Эффективность скармливания экструдированного люпина в составе рациона молодняка крупного рогатого скота / **А. М. Антонович** // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2020. – Т. 55, ч. 1 : Генетика, разведение, селекция, биотехнология размножения и воспроизводство. Технология кормов и кормления, продуктивность. – С. 238-247.

10. Радчиков, В. Ф. Влияние скармливания гранулированного люпина в составе комбикорма на физиологическое состояние и продуктивность бычков / **В. Ф. Радчиков, А. М. Антонович** // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2020. – Т. 55, ч. 2. Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производств, Зоогигиена, Содержание. – С. 61-68.

#### **Статьи, опубликованные в материалах и сборниках научно-практических конференций**

11. **Антонович, А. М.** Влияние экструдирования высокобелковых кормов на степень расщепляемости протеина в рубце и процессы пищеварения у молодняка крупного рогатого скота / **А. М. Антонович, Г. В. Бесараб** // Проблемы и перспективы развития животноводства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию биотехнологического факультета, г. Витебск, 31 октября - 2 ноября 2018 г. – Витебск : ВГАВМ, 2018. – С. 71-73.

12. **Антонович, А. М.** Рубцовое пищеварение и расщепляемость протеина высокобелковых кормов в рубце в зависимости от способа обработки / **А. М. Антонович, Г. В. Бесараб** // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XXI Междунар. науч.-практ. конф., г. Гродно, 18 мая 2018 г. – Гродно : ГГАУ, 2018. – С. 193-195.

13. **Антонович, А. М.** Оценка продуктивности молодняка крупного рогатого скота при скармливании гранулированного люпина в составе комбикорма / **А. М. Антонович** // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, 19-20 декабря 2019 г. – Минск : Беларуская навука, 2019. – С. 200-205.

14. **Антонович, А. М.** Рубцовое пищеварение и степень расщепляемости протеина в рубце бычков при скармливании экструдированного люпина /

А. М. Антонович // Актуальні питання технології продукції тваринництва : зб. ст. за результатами IV Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., Полтава, 30-31 жовтня 2019 року. – Полтава, 2019. – С. 56-60.

15. **Антонович, А. М.** Эффективность скармливания гранулированного люпина на показатели рубцового пищеварения и степень расщепляемости протеина в рубце бычков / А. М. Антонович // Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва : матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф., 30-31 жовтня 2019 року. – Харків, 2019. – Ч. 1. – С. 53-56.

16. **Антонович, А. М.** Влияние скармливания гранулированного люпина в комбикорме на процессы рубцового пищеварения и расщепляемость протеина в рубце молодняка крупного рогатого скота / А. М. Антонович // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XXIII Междунар. науч.-практ. конф., Гродно 20 мая 2020 г. – Гродно : ГГАУ, 2020. – С. 93-95.

17. **Антонович, А. М.** Эффективность скармливания экструдированного люпина в рационе молодняка крупного рогатого скота на выращивании / А. М. Антонович // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса : сб. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию со дня рождения Терентия Семеновича Мальцева, Курган, 5 ноября 2020 г. – Курган, 2020. – С. 427-431.

#### **Методические рекомендации**

18. Скармливание обработанных высокобелковых кормов молодняку крупного рогатого скота : рекомендации / В. Ф. Радчиков [и др.] ; Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2021. – 20 с. – Авт. также: Радчиков В.Ф., Бесараб Г.В., Цай В.П., Кот А.Н., **Антонович А.М.**

## РЭЗІЮМЭ

**Антановіч Андрэй Міхайлавіч**

### **Экструзаванае і грануляванае зерне лубіна вузкаліснага ў рацыёнах маладняка буйной рагатай жывёлы**

**Ключавыя словы:** камбікорм, рацыён, экструдзіраванне, грануляванне, лубін, распадаямасць пратэіна, ступень абароны, *in vivo*, гематалагічныя паказчыкі, ЛЖК, рубцовае страваванне, прадуктыўнасць жывёл.

**Мэта працы:** ўсталяваць ступень расшчапляльнасці пратэіна экструзаваных і грануляваных высокабялковых кармоў, вызначыць уплыў скормлівання камбікармоў з выкарыстаннем тэхналагічных прыёмаў апрацоўкі бялковых кармоў на прадуктыўнасць і эканамічную эфектыўнасць вырошчвання маладняку буйной рагатай жывёлы.

**Метады даследаванняў і выкарыстаная апаратура:** заатэхнічныя, біяхімічныя, матэматычныя, эканамічныя, біяметрычныя. Экструдар «КМЗ-2У», прэс – гранулятар «ПГ-660», біяхімічныя аналізатары «Accent 200» і «URIT-3000 Vet Plus».

**Атрыманя вынікі і іх навізна:** выкарыстанне ў складзе камбікорму 10 % апрацаваных высокабялковых кармоў дазваляе знізіць расшчапляльнасць пратэіна ў рубцы на 14,63 і 10,58 п. п адпаведна.

Пры скормліванні экструзаванага лубіна адзначаецца павышэнне ўтрымання агульнага бялку на 8,9 і 7,3 %, глюкозы – на 8,5 і 5,66 %, кальцыя – на 6,94 і 3,4%, фосфару – на 7,02 і 6,4 %, знізіжаецца ўзровень мачавіны на 18,3 і 16,56 %. Павелічэнне сярэднесутачных прыростаў на 6,4 і 7,04 % склалі 942 і 922 грамаў, выдаткі кармоў на атрыманне прыросту апынуліся менш на 5,15-5,47 %.

Устаноўлена, што ў паддоследнага маладняку, спажываўшых грануляваны лубін, назіраецца павелічэнне агульнага бялку на 6,26-9,1 %, эрытрацытаў – на 7,9-18,1 %, гемаглабіну – на 8,2 і 3,9 %, гематакрыта – на 14,3 і 2,4 п. п, кальцыя – на 6,4-7,0 %, фосфару – на 4,23 і 1,6 %, зніжэнне ўзроўню мачавіны на 11,6 -11,9 %, што павышае сярэднесутачныя прыросты на 6,2 і 5,7 %, або на 928 і 889 г, памяншае выдаткі кармоў на яго атрыманне на 2,62-7,44 %.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні:** па матэрыялах даследаванняў распрацаваны і зацверджаны рэкамендацыі па скормліванню апрацаваных высокабялковых кармоў маладняку буйной рагатай жывёлы.

**Галіна ўжывання:** фермы і комплексы па вырошчванні і адкорме маладняку буйной рагатай жывёлы, прадпрыемствы камбікармавай прамысловасці, адукацыйныя і навуковыя ўстановы.

## РЕЗЮМЕ

**Антонович Андрей Михайлович**

### **Экструдированное и гранулированное зерно люпина узколистного в рационах молодняка крупного рогатого скота**

**Ключевые слова:** комбикорм, рацион, экструдирование, гранулирование, люпин, распадаемость протеина, степень защиты, *in vivo*, гематологические показатели, ЛЖК, рубцовое пищеварение, продуктивность животных.

**Цель работы:** установить степень расщепляемости протеина экструдированных и гранулированных высокобелковых кормов, определить влияние скармливания комбикормов с использованием технологических приёмов обработки белковых кормов на продуктивность и экономическую эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота.

**Методы исследований и использованная аппаратура:** зоотехнические, биохимические, математические, экономические, биометрические. Экструдер «КМЗ-2У», пресс-гранулятор «ПГ- 660», биохимические анализаторы «Accent 200» и «URIT-3000 Vet Plus».

**Полученные результаты и их новизна:** использование в составе комбикорма 10 % обработанных высокобелковых кормов позволяет снизить расщепляемость протеина в рубце на 14,63 и 10,58 п. п., соответственно.

При скармливании экструдированного люпина отмечается повышение содержания общего белка на 8,9 и 7,3 %, глюкозы – на 8,5 и 5,66 %, кальция – на 6,94 и 3,4 %, фосфора – на 7,02 и 6,4 %, снижается уровень мочевины на 18,3 и 16,56 %. Увеличение среднесуточных приростов на 6,4 и 7,04 % составили 942 и 922 граммов, затраты кормов на получение прироста оказались меньше на 5,15-5,47 %.

Установлено, что у подопытного молодняка, потреблявших гранулированный люпин, наблюдается увеличение общего белка на 6,26-9,1 %, эритроцитов – на 7,9-18,1 %, гемоглобина – на 8,2 и 3,9 %, гематокрита – на 14,3 и 2,4 п. п., кальция – на 6,4-7,0 %, фосфора на 4,23 и 1,6 %, снижение уровня мочевины на 11,6-11,9 %, что повышает среднесуточные приросты на 6,2 и 5,7 %, или на 928 и 889 г, уменьшает затраты кормов на его получение на 2,62-7,44 %.

**Рекомендации по использованию:** по материалам исследований разработаны и утверждены рекомендации по скармливанию обработанных высокобелковых кормов молодняку крупного рогатого скота.

**Область применения:** фермы и комплексы по выращиванию и откорму молодняка крупного рогатого скота, предприятия комбикормовой промышленности, образовательные и научные учреждения.

## SUMMARY

### **Antonovich Andrey Mikhailovich** **Extruded and granular grain of narrow-leaved lupine** **in the diets of young cattle**

**Key words:** compound feed, diet, extrusion, granulation, lupin, protein breakdown, degree of protection, in vivo, hematological parameters, LVH, scar digestion, animal productivity.

**Purpose of research:** to establish the degree of protein cleavability of extruded and granular high-protein feeds, to determine the effect of feeding compound feeds using technological methods of processing protein feeds on the productivity and economic efficiency of raising young cattle.

**Methods of research and the equipment used:** zootechnical, biochemical, mathematical, economic, biometric. Extruder "KMZ-2U", press granulator "PG-660", biochemical analyzers "Accent 200" and "URIT-3000 Vet Plus".

**The results obtained and their novelty:** the use of 10 % of processed high-protein feeds in the compound feed makes it possible to reduce the protein cleavage in the rumen by 14.63 and 10.58 p. p, respectively.

When feeding extruded lupine, there is an increase in total protein content by 8.9 and 7.3%, glucose - by 8.5 and 5.66 %, calcium - by 6.94 and 3.4 %, phosphorus - by 7.02 and 6.4 %, the urea level decreases by 18.3 and 16.56%. An increase in average daily gains by 6.4 and 7.04 % amounted to 942 and 922 grams, feed costs to obtain the gain were less by 5.15-5.47 %.

It was established that in experimental young animals that consumed granulated lupine, there was an increase in total protein by 6.26-9.1 %, erythrocytes - by 7.9-18.1 %, hemoglobin - by 8.2 and 3.9 %, hematocrit - by 14.3 and 2.4 percentage points, calcium - by 6.4-7.0 %, phosphorus by 4.23 and 1.6%, decrease in urea level by 11.6-11.9 %, which increases average daily gains by 6.2 and 5.7 %, or by 928 and 889 g, and reduces feed costs for its production by 2.62-7.44 %.

**Recommendations for use:** based on the research materials, recommendations for feeding processed high-protein feeds to young cattle have been developed and approved.

**Area of application:** farms and complexes for the cultivation and fattening of young cattle, enterprises of the feed industry, educational and scientific institutions.

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

**Антонович Андрей Михайлович**

Подписано в печать 26.09.2023 г. Формат 60 x 84/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать Riso.  
Усл.-печ. л. 1,45. Уч.-изд. л. 1,31.  
Тираж 60 экз. Заказ № 351.

Издатель – Республиканское унитарное предприятие  
«Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/409 от 14 августа 2014 г.  
222160, Минская обл., г. Жодино, ул. Фрунзе, 11.

Отпечатано с оригинал-макета Заказчика  
в Республиканском унитарном предприятии  
«Информационно-вычислительный центр Министерства финансов  
Республики Беларусь».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 2/41 от 29 января 2014 г.  
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.