

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

Объект авторского права
УДК 636.4.085.13

**РОЩИН
Василий Антонович**

**СИСТЕМА ЭНЕРГО-АМИНОКИСЛОТНОГО
ПИТАНИЯ СВИНЕЙ**

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

**по специальности 06.02.08 – кормление сельскохозяйственных
животных и технология кормов**

Витебск, 2025

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

Научный консультант:

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

Официальные оппоненты:

Токарев Владимир Семенович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры кормления сельскохозяйственных животных УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»;

Карпенко Алексей Федорович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры экологии УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»;

Ходосовский Дмитрий Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», лаборатория технологии производства свинины и зоогигиены, заведующий.

Оппонирующая организация:

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Защита состоится «16» июля 2025 года в 11.00 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 05.33.01 при УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» по адресу: 210026, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11, тел. (0212) 48-17-81, 48-17-37; e-mail: vsavm@vsavm.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

Автореферат разослан «11» июня 2025 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций,
кандидат ветеринарных наук, доцент



В.Н. Иванов

ВВЕДЕНИЕ

Производство свинины в мире достигло 114,1 млн тонн, что обусловлено возросшим ее потреблением из-за увеличения численности населения. В современных условиях отрасль свиноводства должна развиваться, в первую очередь, за счет эффективного использования комбикормов, без увеличения объемов их производства, поскольку наблюдается глобальная тенденция к сокращению сельскохозяйственных угодий для производства продуктов питания и кормов. Республика Беларусь располагает развитой, постоянно совершенствующейся материально-технической базой и огромным опытом ведения промышленного свиноводства, что обеспечивает нашей стране продовольственную безопасность.

Белок является основным функциональным и структурным компонентом клеток животного. Результативность использования белковой составляющей корма, поступающего в организм, зависит от его биологической ценности, то есть от наличия и соотношения в нем незаменимых аминокислот, а также от степени их доступности. Всестороннее изучение вопросов аминокислотного питания, которые опубликованы В. Голушко (1998), S. Voisen et al., (1998, 2000), К. Еримбетовым (2007), В. Рядчиковым (2010, 2012), G. Wu et al., (2009, 2010, 2013), Н.С.-А. Ниязовым (2021), позволяет устанавливать целевые показатели достижения молодняком свиней живой массы 100 кг в 130-135-дневном возрасте при затратах на 1 кг прироста живой массы 2,5 кг комбикорма. Важнейшим условием решения этой задачи является оптимальное, без избытка и недостатка, обеспечение всех половозрастных и технологических групп свиней энергией, аминокислотами, жирными кислотами, минеральными веществами, витаминами. Особое место в решении белковой проблемы занимает изучение обменных процессов, связанных с оборотом аминокислот в организме, и их связь с продуктивностью животных. Следовательно, оценка протеинового и аминокислотного состава кормов, определение потребности и доступности для свиней отдельных аминокислот открыли большие возможности для балансирования рационов по аминокислотному составу, что достигается не только подбором кормов, но и за счет использования их синтетических аналогов, выпуск которых налажен «Белорусской национальной биотехнологической корпорацией».

Концепция «идеального протеина» базируется на строгом учете количества и соотношения аминокислот в рационе, включая их взаимосвязь с обменной энергией. Обеспечение аминокислотного состава комбикормов в соответствии с биологическими закономерностями концепции позволяет повысить переваримость, усвояемость и эффективность использования протеина, одновременно снизить выделение соединений азота из организма животных. Однако, проблема обеспечения отрасли свиноводства полноценным протеином, а следовательно, и высокоэффективными, отвечающим физиологической потребности животных, комбикормами, остается актуальной.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами. Диссертационная работа является составной частью научных исследований РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по следующим общегосударственным программам и заданиям:

– Государственной научно-технической программы «Агрокомплекс – возрождение и развитие села» («Животноводство и ветеринарная медицина») «Разработать новые нормы энерго-протеинового (аминокислотного), минерального и витаминного кормления и методы коррекции метаболизма коров с удоем 7-10 тыс. кг молока за лактацию, ремонтного и откармливаемого молодняка крупного рогатого скота, свиней мясных пород, линий и их гибридов с учетом максимального использования местных кормовых ресурсов в целях повышения уровня продуктивности и снижения затрат кормов на 8-10 %, улучшения качества молока и мяса» (№ госрегистрации 20063803);

– Государственной программы прикладных исследований «Животноводство и ветеринария», заданию 3.02 «Разработка метода повышения уровня использования свиньями питательных веществ кормов в системе «генотип – среда»» (№ госрегистрации 20062243);

– Государственной программы научных исследований «Инновационные технологии в АПК», заданию 9.4.16 «Разработка модели энерго-аминокислотного питания молодняка свиней, обеспечивающая реализацию их генетически обусловленной высокой мясной продуктивности» (№ госрегистрации 20110427);

– Государственной программы научных исследований «Инновационные технологии в АПК», заданию 4.46 «Разработка способа снижения уровня сырого протеина в рационах молодняка свиней за счет физиологически обоснованной оптимизации количества и усвояемости потребляемых ими незаменимых и заменимых аминокислот» (№ госрегистрации 2014267);

– Государственной программы научных исследований «Инновационные технологии в АПК», заданию 4.75 «Определение оптимального соотношения азота незаменимых и заменимых аминокислот в протеине для молодняка свиней мясного направления продуктивности» (№ госрегистрации 20142404);

– Государственной программы научных исследований «Качество и эффективность агропромышленного производства», подпрограмма «Кормопроизводство», заданию 7.8 «Установление оптимального соотношения обменной энергии и биодоступных незаменимых аминокислот в комбикормах для свиней мясных генотипов, обеспечивающих повышение их продуктивности и экономию протеина на 5-10 %» (№ госрегистрации 20160404).

– в рамках отдельных заданий Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь «Дать зоотехническую и экономическую оценку различных способов обработки зерна бобовых культур» (№ госрегистрации 19973449); «Разработать и освоить технологию производства биохимически модифицированного кормового зерна» (№ госрегистрации 20031051), «Разработать зоотехнические требования к семенам новых сортов рапса и продуктам их переработки и оптимальные нормы их скармливания сельскохозяйственным животным» (№ госрегистрации 20100636).

Гипотеза. Теоретическое обоснование положений и изучение закономерностей функционирования концепции «идеальный протеин» способствовало предположению ситуации, при которой оптимизация количества потребляемого сырого протеина и распределение энергии рациона в организме свиней определяется взаимосвязью между поступлением энергии и отложением белка в теле животных. Понимание этой зависимости необходимо для определения количества и условий потребления энергии и влияния ее на интенсивность прироста живой массы животного. Кроме того, корреляция между энергией и протеином определяет скорость накопления белка, а, следовательно, обуславливает потребность в аминокислотах, и их соотношением между собой и энергией. При этом имеется ограниченное количество информации о взаимосвязи между потреблением энергии и накоплением белков и жиров для прироста мышечной ткани у свиней современных мясных генотипов. Также отсутствуют достоверные данные, которые позволили бы определить зависимость массы тела и их взаимосвязи от предшествующего уровня питания. Кроме того, недостаточно информации о влиянии потребления различного количества энергии на темпы роста мышечной и других тканей тела, а также о показателях распределения белков и липидов между компонентами корма и тела. В процессе исследований наши предположения подтвердились.

Цель и задачи исследований. Цель диссертационной работы заключалась в разработке системы нормирования обменной энергии и незаменимых аминокислот (лизина, метионина, треонина и триптофана) в комбикормах для свиней мясных пород, способствующую повышению их продуктивности и эффективности использования протеина кормов.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

- экспериментально обосновать возможность снижения количества сырого протеина в комбикормах для свиней за счет оптимизации уровня обменной энергии, лизина, метионина, треонина и триптофана;
- оценить показатели использования азота кормов и интенсивность роста молодняка свиней в связи с разной обеспеченностью метаболических процессов обменной энергией и незаменимыми аминокислотами;

– определить влияние скармливания комбикормов с различным уровнем обменной энергии, лизина, метионина, треонина и триптофана на продуктивность животных (откормочные и мясные качества молодняка, показатели спермопродукции хряков-производителей, рост и развитие выращиваемых свинок, а также репродуктивные функции свиноматок);

– оценить эффективность использования различных источников незаменимых аминокислот (зерна бобовых, продуктов переработки семян рапса, пропущенного зерна злаковых) в комбикормах для свиней;

– определить экономическую эффективность применения усовершенствованной системы нормирования обменной энергии и незаменимых аминокислот в комбикормах для свиней;

– разработать рекомендации и техническую нормативную документацию производства комбикормов для свиней.

Научная новизна. Разработана система энерго-аминокислотного питания свиней мясных генотипов всех половозрастных и технологических групп, отличительной особенностью которой является оптимизация уровня обменной энергии, количества и соотношения между собой лизина, метионина, треонина и триптофана в составе комбикормов, а также их участие в белковом метаболизме без недостатка или избытка, исключив использование в качестве источника энергии, что позволяет снизить затраты протеина и себестоимость производства продукции свиноводства.

Положения, выносимые на защиту: 1. Комплекс организационно-зоотехнических мероприятий, основанный на целесообразности усовершенствования энерго-аминокислотного питания свиней, отличающийся научным обоснованием биологических закономерностей функционирования концепции «идеального протеина» и практическим их применением при оптимизации кормления всех технологических и половозрастных групп свиней мясных генотипов, разводимых в Республике Беларусь. Сущность нового алгоритма нормирования обменной энергии и незаменимых аминокислот в системе энерго-аминокислотного питания свиней базируется на гарантированном обеспечении количества лизина в расчете на 1 МДж энергии рациона при строгом соблюдении соотношения метионина, треонина и триптофана к лизину, обеспечивая физиологические потребности организма животных в органических питательных веществах, переваримость которых достигает 85 %, а усвояемость и использование аминокислот корма в процессе их метаболизма осуществляется на уровне 90-94 %, включая затраты на синтез белков тела, молока, приплод и спермопродукцию, что позволяет снизить уровень сырого протеина в рационах свиней на 6-8 % без отрицательного влияния на физиологическое состояние, продуктивность, мясные качества и высокую эффективность производства свинины.

2. Механизм оптимизации системы энерго-аминокислотного питания свиней, отличающийся конструированием рецептов комбикормов для животных всех половозрастных и технологических групп, способствующий установлению количественных и качественных критериев оценки коррелятивных связей между концентрацией обменной энергии и количеством незаменимых аминокислот, нормируемых в соответствии с положениями концепции «идеального протеина». Специфической особенностью инновационных рецептов комбикормов является оптимальное содержание питательных веществ, обеспечивающих необходимый уровень обменной энергии и незаменимых аминокислот, в результате чего повышается степень их использования в организме животных на 3,5-5,0 %, обеспечивая увеличение прироста живой массы свиней на 3,2-9,0 %, и снижение себестоимости производства продукции свиноводства на 5,3-10,7 %.

3. Закономерности формирования и коррекции процессов обмена веществ в постэмбриональный период роста поросят, отличающиеся высокой физиологической способностью на ранних этапах развития максимально быстро адаптироваться организму к потреблению энергонасыщенных высокобелковых комбикормов, содержащих препараты незаменимых аминокислот промышленного производства, которые способствуют оптимизации энерго-протеинового отношения, обеспечивая активизацию пищеварения, процессов обмена веществ, выразившихся в повышении коэффициентов переваримости сухого вещества, протеина, жира, клетчатки и БЭВ на 2,5-4,5 %, что способствует увеличению количества отложенного в теле азота на 7,5-8,0 % и снижению на 10,5-13,0 % его выделения из организма с продуктами обмена, составив экономию кормов до 0,3 кг в расчете на 1 кг прироста живой массы.

4. Система энерго-аминокислотного питания свиней, отличающаяся целесообразностью усовершенствования норм содержания обменной энергии и незаменимых аминокислот (лизина, метионина, треонина и триптофана) в рационах животных всех половозрастных и технологических групп и установление требований технических нормативно-правовых актов на сырье и продукцию комбикормового производства: государственного стандарта СТБ - 2111-2010 «Комбикорма для свиней», рекомендаций «Нормированное кормление свиней» (2019 г.), справочного издания «Классификатор сырья и продукции комбикормовой промышленности»: 2021 г., технических условий ТУ ВУ 600039106.023-2021 «Комбикорма полнорационные для свиней с высокой мясной продуктивностью», применение которых способствует рациональному использованию кормовых ресурсов Республики Беларусь.

Личный вклад соискателя. Диссертационная работа выполнена автором лично и является законченным научно-исследовательским трудом. Вклад соискателя состоит в выборе и обосновании направления исследований,

разработке программ и методик по изучению влияния инновационных комбикормов на переваримость основных питательных веществ рационов, физиологическое состояние и продуктивность свиней, получению экспериментальных результатов, биометрической обработке и анализу данных, подготовке публикаций, ТНПА, патента, материалов для рассмотрения на НТС Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и написании диссертации.

Личное участие автора состоит в написании работ [1–А; 6–А; 9–А; 16–А – 19–А; 27–А; 28–А; 30–А; 31–А; 37–А; 41–А; 65–А], а также совместное участие в опубликовании работ: статей [2–А – 5–А; 7–А; 8–А; 10–А – 15–А; 20–А – 26–А; 29–А], материалов конференций и тезисов докладов [32–А – 36–А; 38–А – 40–А; 42–А – 44–А], в написании, оформлении материалов по эффективности использования комбикормов, сбалансированных по усовершенствованным нормам энерго-аминокислотного питания свиней – [45–А – 64–А]. При подготовке государственного стандарта и технических условий на комбикорма для свиней [50–А] личное участие соискателя составило от 18 до 40 %, подготовке заявки на патент – 20 %. Техническую помощь и содействие в проведении анализов, сборе и обработке материалов оказали сотрудники лаборатории кормления свиней и лаборатории качества продуктов животноводства и кормов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», лаборатории метаболизма и функций белков ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси», РУП «Центральная научно-исследовательская лаборатория».

Апробация результатов диссертации. Основные положения и результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на Международных научно-практических конференциях: «Интенсификация производства продуктов животноводства (Жодино, 2002); «Актуальные проблемы интенсификации производства продукции животноводства» (Жодино, 2005); «Пути интенсификации отрасли свиноводства в странах СНГ» (Жодино, 2006); «Актуальные вопросы зоотехнической науки и практики как основа улучшения продуктивных качеств и здоровья сельскохозяйственных животных» (Ставрополь, 2007); «Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства» (Жодино, 2008); «Пути интенсификации отрасли свиноводства в странах СНГ» (Гродно, 2009); «Актуальные проблемы биологии в животноводстве» (Боровск, 2010); «Научный фактор в стратегии инновационного развития свиноводства» (Гродно, 2015); «Научное обеспечение интенсивного развития животноводства, кормопроизводства и ветеринарии в свете реализации Государственной программы развития АПК Республики Казахстан» (Петропавловск, 2017); «Сучасний стан та перспективи розвитку галузі свинарства» (Полтава, 2019); «Современные технологии сельскохозяйственного

производства» (Гродно, 2020); «Инновационный путь развития отраслей животноводства» (Жодино, 2022), ежегодных ученых советах «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» (1997-2022 гг.), научно-технических советах Минсельхозпрода РБ.

Опубликованность результатов диссертации. По теме диссертационной работы опубликовано 65 работ, в том числе 1 монография, 29 статей в изданиях, рекомендуемых ВАК РБ (7 – единолично), из которых 3 статьи в зарубежных изданиях, 14 – в материалах и тезисах Международных конференций (2 – единолично), 4 рекомендаций производству, 1 патент Республики Беларусь и 16 работ в других изданиях, из которых 1 технические условия и 3 справочные издания.

Общий объем опубликованных материалов составляет 97,05 авторских листа, из которых 25,26 авторских листа принадлежит соискателю.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, основной части, включающей главу аналитического обзора литературы, главы описания материала и методов исследования, 2-х глав результатов собственных исследований, заключения, библиографического списка и приложений. Общий объем рукописи диссертации составляет 255 страниц компьютерного текста без приложений. В состав работы включены 117 таблиц, 3 рисунка, объем которых составляет 67 страниц. Приложения состоят из 19 документов на 60 страницах. Библиографический список размещен на 47 страницах, включает 474 источника (в том числе 422 на иностранных языках) и 65 публикаций автора.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Аналитический обзор литературы и выбор направления исследований. Проведен анализ современных систем энергетической оценки кормов для свиней. Изучены преимущества и недостатки каждой, их влияние на прогнозирование истинной энергетической ценности ингредиентов комбикорма, описана роль взаимодействий между животным, окружающей средой и количественными характеристиками питательных веществ рациона. Определены перспективные направления передовых методов формирования концепции «идеального» протеина при балансировании рационов, способствующие оперативной коррекции норм содержания в рационах незаменимых аминокислот. Данные анализа свидетельствуют об актуальности и обоснованности выбранной темы исследований.

Материал и методика исследований. Материалы, изложенные в диссертационной работе, представляют собой результат собственных исследований, проведенных в лаборатории кормления свиней РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» в

период с 1997 по 2021 годы. Экспериментальная часть работы выполнялась на свиноводческих предприятиях: Агрокомбинат «Снов» Несвижского, РУСП «Совхоз-комбинат Борисовский» Борисовского, ПСХ «Беланы» УП «Борисовский КХП» Логойского, ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита», СПК «Первомайский» Смолевичского, ЗАО «Турец» Червеньского районов Минской области, РУСП «СГЦ Заднепровский» Оршанского района Витебской области; комбинатах хлебопродуктов - УП «Борисовский КХП» ОАО «Минскоблхлебопродукт», ОАО «Лошницкий комбикормовый завод», «Негорельский КХП», ф-л ОАО Агрокомбинат «Дзержинский» Минской области, ОАО «Экомол» Витебской области, ОАО «Бобруйский КХП» Могилевской области; мясоперерабатывающих предприятиях – ОАО «Борисовский мясокомбинат», СПК «Первомайский», ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита», РУСП «СГЦ Заднепровский». Балансовые опыты проводились в физиологическом корпусе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и в условиях школы-фермы ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита». Всего проведено 35 опытов, в том числе 20 научно-хозяйственных, 3 производственные проверки, 6 технологических и 6 балансовых.

Основным методом исследований явилось проведение комплексных научно-хозяйственных опытов, а на их фоне – балансовых опытов по определению переваримости питательных веществ, использованию энергии и азота, согласно методическим рекомендациям А.И. Овсянникова (1976). Значительная часть экспериментов на молодняке свиней сопровождалась изучением мясной продуктивности подопытных животных по методикам ВАСХНИЛ (1987). Тестирование опытных комбикормов для ремонтного молодняка, хряков-производителей и свиноматок сопровождалось оценкой животных по собственной продуктивности и воспроизводительным качествам согласно действующих на тот момент ТНПА.

Опыты проводились методом групп в течение технологических возрастных периодов. Животных в группы отбирали по принципу аналогов с учетом генотипа, возраста, живой массы, предыдущей продуктивности и физиологического состояния. Кормление свиней осуществляли комбикормами типа СК в сухом или увлажненном виде. Во всех экспериментах комбикорма балансировали по 27-30 показателям, включая аминокислоты, минеральные вещества и витамины. Общая схема опытов представлена на рисунке 1.

Предметом исследований явилось изучение влияния комбикормов (рационов), кормов и кормовых добавок на эффективность использования в организме молодняка свиней обменной энергии и незаменимых аминокислот, формирование мясных и откормочных качеств, рост, развитие и последующую продуктивность ремонтных свинок, воспроизводительные качества свиноматок и репродуктивную функцию хряков-производителей.

Общий принцип исследований по определению уровней обменной энергии и количеству незаменимых аминокислот в комбикормах различных половозрастных и технологических групп свиней заключался в следующем. Содержание питательных веществ комбикормов для животных контрольной группы рассчитывалось в соответствии с детализированными нормами кормления ВАСХНИЛ (1985). Комбикорма для свиней I опытной группы были сбалансированы по уровню обменной энергии и содержанию общего лизина, согласно данным, наиболее часто встречающихся в литературе. Количество метионина с цистином в рецептах составляло 55-60 % от уровня лизина, треонина – 60-64 %, триптофана – 18-20 %. Животные II опытной группы в наших исследованиях получали комбикорма с уровнем обменной энергии, равнозначным в I группе, но и с увеличенным на 5-7 % количеством лизина. Отличительной особенностью комбикормов для свиней этой опытной группы явилось более широкое отношение обменной энергии к лизину. С увеличением количества лизина пропорционально возрастало и количество других незаменимых аминокислот. Суммарное содержание обменной энергии в комбикормах рассчитывалось по ее содержанию в отдельных ингредиентах. Для балансирования аминокислот использовались кормовые препараты синтетических аминокислот: L-лизина, DL-метионина, L-треонина и L-триптофана, которые вводились в комбикорма по линии микродозирования. В комбикормах каждого отдельного эксперимента использовался один и тот же рецепт премикса КС, который соответствовал данной половозрастной группе животных, поэтому количество вводимых макро- и микроэлементов, а также витаминов было одинаковым.

С целью установления минимального содержания сырого протеина (при оптимальном уровне обменной энергии и балансе незаменимых аминокислот) в рационах молодняка свиней для обеспечения их высокой мясной продуктивности проведена серия опытов. В балансовом опыте использовались подсвинки породы йоркшир. В ходе эксперимента определялись динамика отложения азота в теле животных, выделение его в окружающую среду, а также, особенности его отложения и использования на синтез мышечной ткани в организме свиней. Сформировано три группы боровков по 4 головы в каждой с начальной живой массой 62-65 кг. Продолжительность опыта составила 19 дней. Рецепты комбикормов для контрольной группы рассчитывались в соответствии с СТБ-2111-2010. Животные I опытной группы получали комбикорма, которые рассчитаны по тем же нормам, но уровень сырого протеина был снижен на 5 г и составлял 160 г/кг корма. Подсвинкам II опытной группы скармливали комбикорма с уменьшенным на 10 г количеством сырого протеина (155 г/кг корма) при условии обеспечения количества и соотношения обменной энергии и незаменимых аминокислот. В научно-хозяйственном опыте использовались помесные животные (КБ×БМП). Было отобрано две

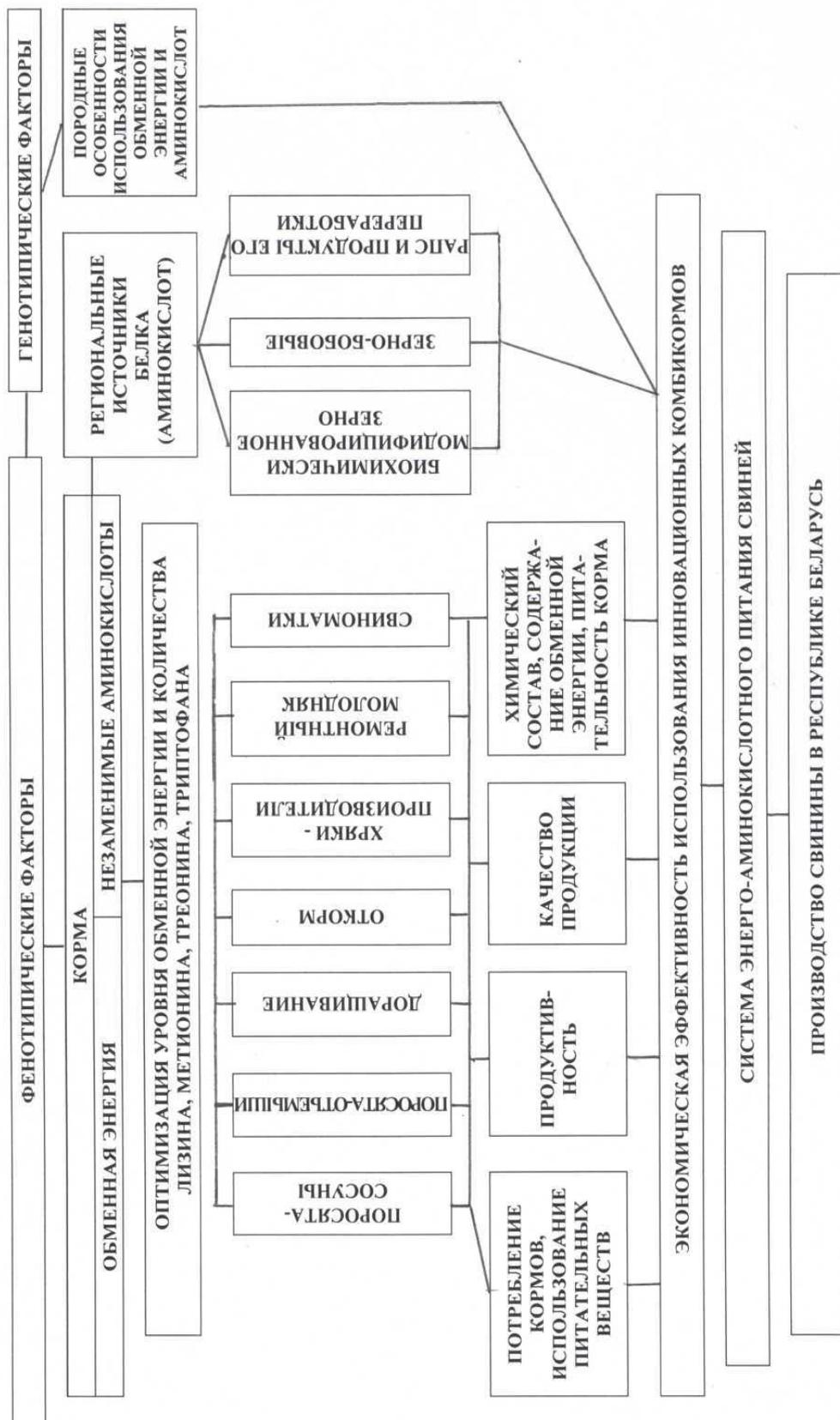
группы поросят с начальной живой массой 16-17 кг. Продолжительность эксперимента составила: период дорашивания – 61 день, I период откорма – 44 дня и II – 46 дней. Рецепты комбикормов для свиней контрольной группы рассчитывались в соответствии с [46]. Животные опытной группы получали комбикорма, сбалансированные по тем же нормам, но уровень сырого протеина во всех комбикормах снижен до минимума, при котором обеспечена возможность сохранить количество и соотношение незаменимых аминокислот.

Для оценки особенностей использования мясными генотипами свиней азота комбикормов при различной обеспеченности рационов обменной энергией и переваримыми незаменимыми аминокислотами проведена серия балансовых опытов методом латинского квадрата. В исследованиях осуществлялся мониторинг за использованием животными азота рационов, его депонированием в теле, а следовательно, и оценивались особенности их белкового метаболизма. Для экспериментов было отобрано по 4 боровка крупной белой породы (КБ), белорусской мясной (БМП) и породы дюрок (Д) живой массой 70-73 кг. Подсвинкам I группы скармливали комбикорма, сбалансированные в соответствии с детализированными нормами кормления, в которых на 1 МДж обменной энергии приходилось 0,56 г переваримого лизина, количество и соотношение других незаменимых аминокислот было укомплектовано в соответствии с концепцией «идеального протеина». В комбикормах для свиней II опытной группы на 1 МДж энергии приходилось 0,68 г переваримого лизина. Рационы животных III группы содержали одинаковый уровень обменной энергии, что и во II группе, но количество переваримого лизина в расчете на 1 МДж энергии составляло 0,71 г.

Проведение научно-хозяйственных, балансовых и технологических опытов сопровождалось изучением химического состава комбикормов, его отдельных ингредиентов, мышечной и жировой тканей свиней, продуктов выделений (кала и мочи) согласно действующих ТНПА. Количество аминокислот в кормах, мышечной ткани определяли методом ионообменной хроматографии с использованием автоматических хроматографов «ProStar» фирмы «Variant» и «Arakus» фирмы «РМА GmbH» (Германия). Потребление комбикормов животными в опытах учитывалось индивидуально, а при групповом содержании – в среднем по станку и после окончания учетного периода пересчитывалось на 1 кг прироста за учетный период эксперимента в килограммах.

Кормление взрослых животных, за исключением молодняка до 2-х месяцев, было 2-кратным, комбикормами в увлажненном виде. При проведении балансовых опытов по разнице между поступившим с кормом и выделенным с продуктами обмена питательным веществом, рассчитывали коэффициенты его переваримости. Соотношение воды и комбикорма в опытных смесях составляло 1:1 по массе.

Рисунок 1 – ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНВЕРСИИ ПРОТЕИНА КОРМОВ В ПРОДУКЦИЮ СВИНОВОДСТВА



Цифровой материал, полученный в экспериментальных исследованиях, подвергнут биометрической обработке с использованием персонального компьютера (пакет Office Excel), что позволило сформулировать и обосновать достоверность выводов и предложений производству. Приняты следующие условные обозначения уровней значимости: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Пути повышения трансформации питательных веществ кормов в продукцию свиноводства

В соответствии с общей концепцией исследований по определению уровня обменной энергии и количества незаменимых аминокислот в комбикормах растущего откармливаемого молодняка свиней проведена серия научно-хозяйственных опытов на поросятах-сосунах, поросятах-отъемышах и поросятах на дорацивании. Рецепты комбикормов для подопытного молодняка разрабатывались с учетом максимального использования белковых ингредиентов местного производства и с включением синтетических препаратов незаменимых аминокислот. Установлено, что наибольшая средняя живая масса одного поросенка к 25-дневному возрасту (комбикорм СК-11-1) была у животных II опытной группы, получавших комбикорма с повышенным уровнем незаменимых аминокислот – 6,82 кг. Эта тенденция сохранилась в последующем при скармливании комбикормов СК-11-2. По сравнению с контролем преимущество животных этой группы составило 2,14 кг или 17,9 % ($P < 0,001$). Поросята I опытной группы имели также достаточно высокие показатели развития. К концу опыта средняя живая масса одного поросенка составила 13,41 кг, что на 12,3 % выше, чем в контроле. Сохранность поросят в течение опыта во всех группах находилась примерно на одном уровне (90-92 %). Повышение на 5-7 % количества лизина и других незаменимых аминокислот в комбикормах II опытной группы способствовало более экономному потреблению кормов в течение опыта поросятами-сосунами и поросятами-отъемышами – в среднем по 8,413 кг, что на 5,5 % меньше, чем у животных контрольной группы, при этом получен максимальный прирост живой массы в течение всего опыта – 318 г (таблица 1). Более низкое количество незаменимых аминокислот, при одинаковом уровне энергии в комбикормах I опытной группы, не способствовало проявлению продуктивных качеств молодняка. В итоге получено 302 г среднесуточного прироста живой массы при потреблении 8,69 кг корма за период опыта.

Количество аминокислот в рационе играет значительную роль в регулировании аппетита.

Таблица 1 – Питательность комбикормов и продуктивность поросят

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
<i>Поросята-сосуны (n=99)</i>			
Содержалось в 1 кг комбикорма:			
Обменной энергии, МДж	13,81	13,80	13,80
Лизина, г	13,20	14,00	15,00
Лизина переваримого, г	11,29	11,83	12,90
Метионина+цистин, г	7,50	8,12	9,20
Треонина, г	8,75	8,94	9,13
Триптофана, г	2,62	2,72	2,92
Лизин/обменная энергия, г/МДж	0,96	1,01	1,09
<i>Поросята-отъемыши (n=15)</i>			
Обменной энергии, МДж	13,86	13,99	14,00
Лизина, г	12,30	14,20	15,30
Лизина переваримого, г	9,20	12,20	13,00
Метионина+цистин, г	7,50	8,10	9,20
Треонина, г	8,10	8,80	9,90
Триптофана, г	2,60	2,70	2,90
Лизин/обменная энергия, г/МДж	0,89	1,01	1,09
<i>Поросята на доращивании (n=15)</i>			
Обменной энергии, МДж	13,11	13,45	13,46
Лизина, г	8,10	11,50	12,10
Лизина переваримого, г	6,60	10,00	10,50
Метионина+цистин, г	5,90	6,60	7,20
Треонина, г	6,20	7,20	7,70
Триптофана, г	2,10	2,20	2,30
Лизин/обменная энергия, г/МДж	0,62	0,85	0,90
<i>Живая масса и продуктивность животных</i>			
Живая масса, кг: в 7 дней	2,38±0,14	2,44±0,24	2,53±0,15
25 дней	6,02±0,32	6,58±0,33	6,82±0,46
43 дня	11,94±0,29	13,41±0,24**	14,08±0,38**
Прирост живой массы г/сутки	263	302	318
Потреблено комбикормов на одну	9,560	8,690	8,413
Живая масса, кг: в 45 дней	14,0±0,2	14,0±0,24	14,0±0,24
60 дней	21,0±0,6	24,1±0,6	25,9±0,8*
102 дня	40,5±1,0	41,9±1,1	44,5±1,3*
Прирост живой массы г/сутки	464±14	490±17	535±23
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	2,88	2,68	2,55

При скармливании поросётам комбикорма СК-16 установлено, что увеличение количества лизина, приходящееся на 1 МДж обменной энергии, до 1,09 г способствовало снижению потребления комбикорма во II опытной группе на одну голову в среднем на 88 г или 7,6 % в сутки (таблица 2). Несмотря на то, что животным II группы с комбикормом поступало несколько большее количество незаменимых аминокислот, они рациональнее использовали обменную энергию корма – на 1,07 МДж меньше, чем контрольные. Потребление комбикормов поросётами I опытной группы составило 1,089 кг, обменной энергии – 15,24 МДж, лизина – 15,5 г.

Таблица 2 – Среднесуточное потребление питательных веществ поросётами 45-60-дневного возраста

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Комбикорма, кг	1,158	1,089	1,070
Обменной энергии, МДж	16,05	15,24	14,98
Сухого вещества, г	1030,2	968,1	951,2
Сырого протеина, г	254,8	243,7	240,1
Сырой клетчатки, г	35,8	33,8	33,2
Сырого жира, г	71,0	68,0	66,7
Лизина, г	14,2	15,5	16,4
Лизина переваримого, г	10,7	13,3	13,9
Метионина+цистина, г	8,7	8,8	9,8
Триптофана, г	3,0	3,0	3,1
Треонина, г	9,4	9,6	10,6

Значительный перерасход белка обусловлен потерями неутилизованных аминокислот по причине их избытка относительно уровня наиболее лимитирующей аминокислоты, чаще всего лизина. Для установления минимального содержания сырого протеина (при оптимальном уровне обменной энергии и балансе незаменимых аминокислот) в рационах молодняка свиней провели серию балансовых опытов на подсвинках породы йоркшир (таблица 3). Установлено, что снижение уровня сырого протеина на 5 г в 1 кг комбикорма при балансировании по основным незаменимым аминокислотам для животных I опытной группы способствовало увеличению переваримости органического вещества на 1,4 п. п., протеина – на 1,5 п. п. и клетчатки – на 0,8 п. п. Понижение количества протеина на 10 г/кг в рационе опытной группы привело к повышению переваривания органического вещества на 1,1 п. п., протеина на 3,1 п. п., в то время как коэффициенты переваримости клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ снизились соответственно на 0,9 и 1,5 п. п. по сравнению с контрольной группой.

Таблица 3 – Коэффициенты переваримости питательных веществ комбикормов с различным уровнем сырого протеина, %

Группа	Сухое в-во	Органическое в-во	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ
Контрольная	73,4±0,97	78,2±1,01	79,1±1,48	82,0±1,24	22,4±1,65	84,3±0,68
I опытная	77,6±0,26	79,6±0,28	80,6±0,30	82,7±0,51	23,2±1,18	84,5±0,46
II опытная	75,3±0,79	79,3±0,71	82,2±0,77	80,3±0,69	21,5±0,81	82,8±0,87

Уменьшение уровня сырого протеина (при балансе незаменимых аминокислот) в комбикормах для свиней в опытных группах отразилось на количестве потребленного ими азота (таблица 4).

Таблица 4 – Использование свиньями азота комбикормов со сниженным уровнем сырого протеина

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Метаболическая живая масса (Ж.М. ^{0,75}), кг	23,18	23,42	23,42
Потреблено комбикорма, г/сутки	1995,9	1997,0	2080,9
Потреблено азота с кормом,	52,69±0,11	51,35±0,16	51,71±0,45
Потреблено азота с кормом на 1 кг метаболической живой массы, г/сутки	2,27±0,12	2,19±0,18	2,20±0,22
Выделено, г:			
с калом	9,89±0,70	8,83±0,14	8,59±0,55
с мочой	16,82±0,26	15,92±1,22	15,05±1,10
Переварено:			
г	42,80±0,69	42,52±0,14	43,12±1,03
%	81,22	82,80	81,06
Отложено, %			
от принятого	49,3±1,95	51,8±2,69	54,3±2,62
от переваренного	60,7±1,57	62,5±2,95	65,0±2,10
Отложено в теле, г	25,98±0,92	26,60±1,26	28,07±1,38
Отложено азота, на 1 кг метаболической живой массы, г/сутки	1,12±0,52	1,15±0,57	1,20±0,34
Отложено белков в теле на 1 кг метаболической живой массы, г/сутки	7,00±0,54	7,19±0,62	7,50±0,48

Так, снижение сырого протеина на 5 г/кг в комбикормах I группы привело к уменьшению потребления общего количества азота на 2,6 %.

Снижение уровня сырого протеина на 10 г/кг в комбикормах животных II группы способствовало повышению потребления комбикормов на 4,2 %, однако общее количество поступившего с кормом эндогенного азота уменьшилось на 1,9 % по сравнению с контролем. На 1 кг метаболической живой массы в опытных группах приходилось соответственно 2,19 и 2,20 г азота в сутки. Скармливание комбикормов с минимальным уровнем протеина свиньям II опытной группы привело к снижению выделения азота с мочой на 1,8 г, и следовательно, повысило эффективность его использования организмом от принятого на 5,0 %, а переваренного – на 4,3 %. Количество отложенного азота в теле животных I опытной группы по сравнению с контролем оказалось ниже соответственно: на 2,5 и 1,8 %.

Таким образом, установлена тенденция увеличения степени использования организмом молодняка свиней азота рационов, при сокращении на 5-10 г количества сырого протеина в 1 кг комбикорма.

Параллельно, в научно-хозяйственном опыте, изучалось влияние рационов с минимальным количеством сырого протеина на эффективность выращивания поросят 2-4 месячного возраста и откорма молодняка. По уровню обменной энергии и содержанию незаменимых аминокислот опытные комбикорма существенно не различались (таблица 5). В течение периода выращивания выявлены различия по живой массе между поросятами контрольной и опытной групп.

Таблица 5 – Питательная ценность комбикормов с пониженным уровнем сырого протеина, г/кг

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
1	2	3
<i>Поросята на доращивании</i>		
Обменной энергии, МДж	12,98	12,99
Сырого протеина, г	177,7	162,8
Лизина, г	11,07	11,05
Лизина переваримого, г	9,56	9,53
Метионина+цистин, г	6,60	6,62
Треонина, г	7,33	7,39
Триптофана, г	2,10	2,13
Лизин/обменная энергия, г/МДж	0,85	0,85
<i>I период откорма</i>		
Обменной энергии, МДж	12,99	12,98

Продолжение таблицы 5

1	2	3
Сырого протеина, г	155,2	150,6
Лизина, г	9,47	9,48
Лизина переваримого, г	8,14	8,16
Метионина+цистин, г	5,80	5,76
Треонина, г	6,36	6,38
Триптофана, г	1,80	1,81
Лизин/обменная энергия, г/МДж	0,73	0,73
<i>II период откорма</i>		
Обменной энергии, МДж	13,01	13,04
Сырого протеина, г	152,1	145,6
Лизина, г	8,03	8,07
Лизина переваримого, г	6,88	6,90
Метионина+цистин, г	4,76	4,79
Треонина, г	5,33	5,32
Триптофана, г	1,51	1,51
Лизин/обменная энергия, г/МДж	0,62	0,62

Снижение уровня сырого протеина в комбикормах опытной группы, при балансировании количества незаменимых аминокислот, не ухудшило темпы роста молодняка (таблица 6). В итоге живая масса животных контрольной группы к концу опыта составила, в среднем 46,1 кг, а поросят опытной группы – 47,7 кг или на 3,5 % выше. При этом среднесуточные приросты живой массы составили, соответственно, по группам 482 и 507 г ($P < 0,01$). Сокращение уровня сырого протеина в комбикормах животных опытной группы незначительно (на 1,9 %) уменьшило затраты кормов на единицу прироста живой массы, при этом ими затрачено на 0,64 МДж обменной энергии и на 19,8 г сырого протеина меньше, чем поросятами контрольной группы. Установлено, что по окончании I периода откорма средняя живая масса животных контрольной группы оказалась 68,6 кг, а в опытной, получавший комбикорма с минимальным содержанием сырого протеина, на 1,2 кг или на 1,7 % выше, при этом среднесуточный прирост составил 697 г или на 29 г выше, чем в контроле ($P < 0,05$). Данная закономерность сохранилась и в течение II периода откорма, так живая масса свиней контрольной группы составила 100,9 кг, а опытной, где содержание сырого протеина равнялось 145,6 г/кг корма, на 1,7 кг или на 1,7 % выше, темпы роста подсвинков составили 713 г в сутки. В целом за опыт в контрольной группе получено 685 г среднесуточного привеса, а в опытной – 705 г или на 2,9 % выше.

Таблица 6 – Продуктивность молодняка свиней на рационах с минимальным содержанием сырого протеина

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
<i>Доращивание (n=50)</i>		
Средняя живая масса одной головы, кг:		
при постановке на опыт	16,7±0,42	16,8±0,50
при снятии	46,1±4,46	47,7±6,32
Прирост живой массы, г/сутки	482±8,40	507±9,26**
Затрачено на 1 кг прироста:		
комбикорма, кг	2,581	2,533
обменной энергии, МДж	34,07	33,43
сырого протеина, г	464,6	444,8
<i>Откорм (n=48)</i>		
Средняя живая масса, кг:		
при постановке	39,2±0,36	39,1±0,28
в конце I периода откорма	68,6±11,60	69,8±8,04
при снятии с откорма	100,9±12,61	102,6±13,24
Прирост живой массы, г/сутки		
за I период откорма	668±9,38	697±11,05*
за II период откорма	702±10,20	713±12,71
всего за опыт	685±14,58	705±19,62
Затрачено на 1 кг прироста за I период откорма:		
комбикорма, кг	3,384	3,331
обменной энергии, МДж	43,96	43,23
сырого протеина, г	525,2	501,6
Затрачено на 1 кг прироста за II период откорма:		
комбикорма, кг	3,376	3,343
обменной энергии, МДж	43,92	43,59
сырого протеина, г	513,4	486,7

В наших исследованиях обеспечение оптимального уровня обменной энергии и соотношения незаменимых аминокислот, при снижении количества сырого протеина в комбикормах откармливаемого молодняка свиней способствовало снижению потребления корма и затрат энергии на прирост их живой массы. Так, за I период откорма на кг прироста было затрачено в контрольной группе 3,384 кг комбикорма и 43,96 МДж обменной энергии, а опытной соответственно 3,331 кг комбикорма и 43,23 МДж. Экономия сырого протеина у животных опытной группы составила 23,6 г. В течение II периода откорма в опытной группе на 1 кг прироста было затрачено на 0,033 кг комбикорма, 0,33 МДж обменной энергии и на 26,7 г сырого протеина меньше, чем в контрольной группе.

Результаты контрольного убоя (таблица 7) свидетельствуют о том, что снижение количества сырого протеина в комбикормах растущих откармливаемых свиней при оптимальном уровне обменной энергии и балансировании по незаменимым аминокислотам, не ухудшило показатели мясной продуктивности животных опытной группы. Установлена закономерность повышения показателей, у животных опытной группы, по содержанию в тушах мышечной ткани на 0,7 %, площади «мышечного глазка» на 1,3 см² и уменьшению количества сала на 0,5 % и снижению толщины шпика на 0,3 мм. Дополнительная прибыль, от применения комбикормов со сниженным на 5-10 % уровнем сырого протеина по группе в 50 голов на доращивании, составила 3 933,7 тыс. руб. и на откорме – 2 289 тыс. руб. в ценах на 01.11.2015 г.

Таблица 7 – Результаты контрольного убоя свиней (n=4)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Предубойная живая масса, кг	101,3±0,52	102,1±0,40
Масса парной туши, кг	64,8±1,02	65,6±0,96
Убойный выход, %	63,7±0,78	64,4±0,59
Содержится в туше, %:		
мяса	57,8±0,88	58,5±0,92
сала	21,2±0,34	20,7±0,44
костей	12,8±0,28	12,5±0,30
Толщина шпика, мм	28,1±0,36	27,8±0,22
Площадь «мышечного глазка», см ²	35,1±0,96	36,0±1,02

Накопление мышечной массы сопряжено с активной трансформацией азота корма в структурные элементы организма. По балансу азота у животного можно судить о его способности к интенсивному росту (таблица 8). Установлены породные различия по потреблению и использованию азота корма животными различных генотипов. Из-за большего количества ежедневно съедаемого комбикорма отмечено более высокое потребление азота животными пород дюрок (Д) и белорусская мясная (БМП) – соответственно на 4,5 и 9,6 % – по сравнению с подсвинками крупной белой породы (КБ). Об эффективности использования азотистых веществ в метаболических процессах свиней свидетельствуют данные по отложению белков, рассчитанные на 1 кг метаболической живой массы. Так, на 1 кг ЖМ^{0,75} у животных БМП отложено по 5,50 г белка, что соответственно на 3,5 и 6,0 % выше, чем у сверстников породы дюрок и КБ.

Таблица 8 – Использование животными азота комбикормов с содержанием 0,56 г переваримого лизина на 1 МДж обменной энергии, г/сутки

Показатель	Генотип		
	Дюрок	Крупная белая порода	Белорусская мясная порода
Метаболическая живая масса (ЖМ ^{0,75}), кг	25,09±0,64	25,23±0,52	25,16±0,63
Потреблено азота с кормом, г	46,63±0,97	44,50±0,67	48,84±1,44
Потреблено азота с кормом, г на кг ЖМ ^{0,75} в сутки	1,85±0,05	1,77±0,04	1,94±0,05
Выделено с калом, г	12,69±0,45	10,03±0,38	11,18±0,80
Выделено с мочой, г	12,57±0,52	13,60±0,65	15,40±0,58
Усвоено, г	33,94±1,27	34,47±0,72	37,66±0,81
%	72,8	77,5	77,1
Отложено, г	21,37±0,69	20,87±0,78	22,26±0,85
% от потребленного	45,8	46,9	45,6
% от усвоенного	63,0	60,5	59,1
Отложено азота, г на 1 кг ЖМ ^{0,75} в сутки	0,85±0,10	0,83±0,08	0,88±0,06
Отложено белков в теле, г на 1 кг ЖМ ^{0,75} в сутки	5,31±0,14	5,19±0,12	5,50±0,22
Отношение азот мочи/ азот потребленного корма	0,27	0,30	0,32

Увеличение количества переваримого лизина до 0,68 г при неизменном уровне энергии (таблица 9) в комбикормах II опытной группы способствовало повышению потребления азота с кормом и его отложению (ретенции) в теле всех генотипов. Так, животные БМП характеризовались максимальным потреблением азота среди сверстников – 49,3 г, и отложением – 25,07 г/сутки.

Таблица 9 – Использование животными азота комбикормов с содержанием 0,68 г переваримого лизина на 1 МДж обменной энергии, г/сутки

Показатель	Генотип		
	Дюрок	Крупная белая порода	Белорусская мясная порода
1	2	3	4
Метаболическая живая масса (ЖМ ^{0,75}), кг	27,43±0,64	27,16±0,52	27,28±0,63
Потреблено азота с кормом, г	48,00±0,97	46,90±0,67	49,30±1,44

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4
Потреблено азота с кормом, г на кг ЖМ ^{0,75} в сутки	1,74±0,06	1,72±0,04	1,80±0,05
Выделено с калом, г	10,10±1,16	8,70±0,38	10,92±0,80
Выделено с мочой, г	14,12±0,52	14,30±0,64	13,31±0,58
Усвоено, г	37,90±1,27	38,30±0,72	38,38±0,80
%	79,0	81,6	77,8
Отложено, г	23,78±1,04	24,00±0,78	25,07±0,86
% от потребленного	49,5	51,2	50,8
% от усвоенного	62,7	62,7	64,1
Отложено азота, г на 1 кг ЖМ ^{0,75} в сутки	0,86±0,12	0,88±0,06	0,91±0,24
Отложено белков в теле, г на 1 кг ЖМ ^{0,75} в сутки	5,37±0,82	5,50±0,64	5,68±0,58
Отношение азот мочи/ азот потребленного корма	0,29	0,30	0,27

Несмотря на более низкое потребление азота подсвинками КБ, эффективность его использования в организме возросла на 2,4 % по сравнению с породой дюрок и составила 5,50 г на каждый килограмм метаболической живой массы.

Прослеживается четкая закономерность при увеличении количества переваримого лизина до 0,71 г/МДж в 1 кг корма (таблица 10) к повышению его отложения в организме свиней III группы.

Таблица 10 – Использование животными азота комбикормов с содержанием 0,71 г переваримого лизина на 1 МДж обменной энергии, г/сутки

Показатель	Генотип		
	Дюрок	Крупная белая порода	Белорусская мясная порода
1	2	3	4
Метаболическая живая масса (ЖМ ^{0,75}), кг	29,56±0,38	29,20±0,52	29,92±0,63
Потреблено азота с кормом, г	51,91±0,97	50,26±0,67	52,46±1,44
Потреблено азота с кормом, г на кг ЖМ ^{0,75} в сутки	1,76±0,10	1,72±0,06	1,75±0,08
Выделено с калом, г	11,90±0,68	11,13±0,38	11,04±0,80
Выделено с мочой, г	12,51±0,52	12,71±0,66	13,73±0,58
Усвоено, г	40,01±1,02	39,13±0,72	41,42±0,80
%	77,0	77,8	78,9
Отложено, г	27,50±0,68	26,42±0,78	27,69±0,82

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4
% от потребленного	53,0	52,6	52,8
% от усвоенного	68,7	67,5	66,8
Отложено азота, г на 1 кг ЖМ ^{0,75} в сутки	0,93±0,08	0,90±0,12	0,93±0,04
Отложено белков в теле, г на 1 кг ЖМ ^{0,75} в сутки	5,81±0,18	5,63±0,14	5,81±0,22
Отношение азот мочи/ азот потребленного корма	0,24	0,25	0,26

Так, в теле животных БМП и породы дюрок отложено в сутки по 5,81 г белка на единицу метаболической живой массы, а у подсвинков КБ этот показатель оказался на 3,2 % ниже. Влияние различного содержания переваримого лизина в комбикормах на эффективность отложения белка в теле свиней трех пород представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Эффективность синтеза белка у свиней мясных генотипов при различном соотношении переваримого лизина и обменной энергии

Показатель	Группы		
	I	II	III
Количество переваримого лизина, г/МДж обменной энергии	0,56	0,68	0,71
Метаболическая живая масса (ЖМ ^{0,75}), кг	25,16±0,04	27,29±0,08	29,56±0,21
Потреблено азота с кормом, г	46,66±1,25	48,07±0,69	51,54±0,66
Потреблено азота с кормом, г на кг ЖМ ^{0,75} в сутки	1,85±0,04	1,75±0,02	1,74±0,04
Выделено азота с калом, г	11,30±0,77	9,91±0,65	11,35±0,27
Выделено с мочой, г	13,86±0,83	13,91±0,30	12,98±0,38
Усвоено азота, г	35,36±1,16	38,19±0,58	40,19±0,67**
%	75,80±1,50	79,47±1,12	77,90±0,55
Отложено азота, г	21,50±0,52	24,28±0,40	27,20±0,86***
% от потребленного	46,10±0,40	50,50±0,51	52,80±0,42
% от усвоенного	60,87±1,14	63,17±0,47	67,67±0,56
Отложено азота на 1 кг ЖМ ^{0,75} в сутки	0,85±0,08	0,88±0,02	0,92±0,06
Отложено белков в теле, г на 1 кг ЖМ ^{0,75} в сутки	5,33±0,09	5,52±0,09	5,75±0,06**
Отношение азот мочи/ азот потребленного корма	0,30±0,02	0,29±0,01	0,25±0,04

Результаты свидетельствуют о том, что, несмотря на увеличение количества переваримого лизина в комбикорме потребление азота с кормом на 1 кг метаболической живой массы всеми генотипами животных уменьшилось с 1,85 до 1,74 г в сутки. Выявлено более эффективное использование аминокислот в биосинтетических процессах у откормочников, получавших рационы, где на 1 МДж обменной энергии приходилось 0,71 г переваримого лизина. Это связано с более интенсивным наращиванием живой массы и ее количеством у животных III группы. Так, ежедневно ими было отложено по 5,75 г белка на 1 кг метаболической живой массы или больше на 7,8 % ($P < 0,01$), чем аналогами I опытной группы. Животные, получавшие комбикорма, где на 1 МДж обменной энергии приходилось 0,68 г переваримого лизина, синтезировали в своем организме по 5,52 г белка на кг ЖМ^{0,75} или на 3,6 % выше по сравнению с I группой, в которой данное соотношение было минимальным (рисунок 2).

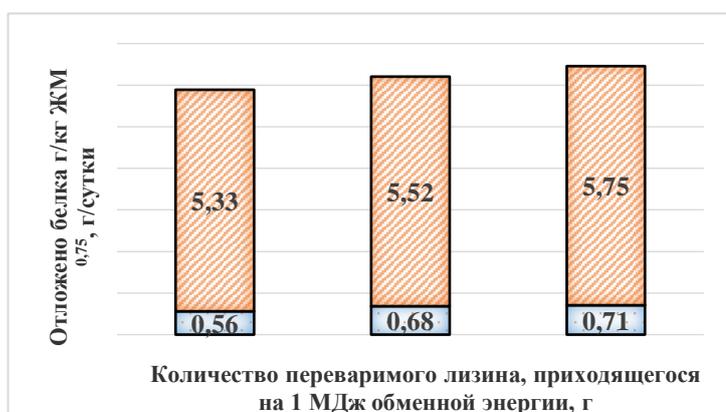


Рисунок 2 – Динамика отложения белка в организме свиней в зависимости от соотношения переваримого лизина и обменной энергии в рационе

Уровень обменной энергии и незаменимых аминокислот в рационах племенных животных

Интенсивное использование хряков-производителей в течение всего года сопряжено с большими затратами организма, в первую очередь энергии и аминокислот, на выработку семени. Учитывая высокий уровень спермообразования в семенниках и повышенную секрецию семенной плазмы половыми железами животных, к питанию производителей предъявляются особые требования. В соответствии с общей концепцией исследований разработаны три рецепта комбикормов для хряков. В 1 кг комбикорма для хряков контрольной группы содержалось: обменной энергии – 12,23 МДж, лизина – 8,6 г, в т. ч. переваримого – 6,5 г, метионина с цистином – 5,7 г, триптофана – 2,3 г, треонина – 6,4 г, 184,6 г сырого протеина, 41,5 г сырой клетчатки и 21,1 г сырого жира. На 1 МДж обменной энергии приходилось 0,7 г лизина. Один кг комбикорма для I опытной группы содержал: 13,30 МДж обменной энергии, 7,6 г лизина, в т. ч. 6,2 г переваримого, 5,4 г метионина с цистином, 2,0 г

триптофана, 6,2 г треонина, 161,4 г сырого протеина, 37,2 г сырой клетчатки и 46,6 г сырого жира. На 1 МДж обменной энергии приходилось 0,57 г лизина. В комбикорме для производителей II опытной группы содержалось: обменной энергии – 12,40 МДж, лизина – 9,2 г, в т. ч. переваримого 8,5 г, метионина с цистином – 6,4 г, триптофана – 2,1 г, треонина – 7,6 г, 179 г сырого протеина, 40,3 г сырой клетчатки и 30,7 г сырого жира. На 1 МДж обменной энергии приходилось 0,74 г лизина. В опыте использовалось 30 голов основных хряков пород: крупная белая – 15, белорусская мясная – 6, эстонская беконная – 6 и ландрас – 3. Продолжительность опыта составила 123 дня. Данные потребления хряками основных питательных веществ свидетельствуют о том, что хряки II опытной группы, которым скармливали комбикорма, в которых на 1 МДж обменной энергии приходилось 0,74 г лизина, отличались наименьшим потреблением энергии – 41,11 МДж, сырого протеина – 595,1 г и треонина – 7,0 г.

Поступление в организм животных II группы лизина находилось на уровне контроля 30,6 г, а переваримого превышало соответствующий показатель на 5,0 г. Поскольку содержание метионина с цистином в комбикормах для животных всех групп было практически одинаковым, поэтому и суточное потребление этих аминокислот зависело от количества съеденного комбикорма. Балансирование комбикормов с учетом максимального уровня обменной энергии и минимального количества аминокислот (I опытная группа) привело к повышению потребления производителями сухого вещества корма на 3,9 %. Однако следует отметить более низкое поступление в организм животных с комбикормом лизина на 8,2 %, метионина с цистином – на 1,5 % и триптофана на 9,8 % на фоне повышенного (на 12,8 %) потребления обменной энергии. При скармливании комбикормов, сбалансированных в соответствии с детализированными нормами (контрольная группа), отмечено наибольшее потребление сырого протеина (657,5 г) и триптофана (8,2 г).

Установлено, что скармливание производителям комбикормов с максимальным количеством лизина, а следовательно, и других незаменимых аминокислот, приходящихся на 1 МДж обменной энергии животным II опытной группы (таблица 12) привело к увеличению объема эякулята на 13,2 мл, или на 4,45 % ($P < 0,05$) и объема разбавленной спермы на 26,0 мл, или на 2,92 % ($P < 0,01$). При этом активность спермиев достоверно увеличилась на 0,13 балла по сравнению с контрольной группой и составила 7,48 балла ($P < 0,01$), а концентрация спермиев оставалась практически на одном уровне. Среднее количество спермодоз является интегрированным, комплексным показателем спермопродукции, который в наибольшей степени, характеризует ее качество. У хряков-производителей II опытной группы за учетный период этот показатель возрос на 0,56 спермодозы ($P < 0,05$) или на 4,0 %.

Таблица 12 – Показатели спермопродукции хряков-производителей

Показатель	Группа		
	контрольная (n=10)	I опытная (n=10)	II опытная (n=10)
Количество эякулятов	280	282	278
Объем, мл	296,9±4,5	299,7±4,7	310,1±5,0*
Активность, баллов	7,35±0,03	7,27±0,03	7,48±0,03**
Концентрация, млрд/мл	0,190±0,001	0,184±0,004	0,189±0,001
Объем разбавленной спермы, мл	888,8±10,9	822,1±32,8	914,8±7,3*
Количество спермодоз	13,88±0,18	13,27±0,26	14,44±0,19*

Увеличение содержания в комбикормах обменной энергии при минимальном количестве незаменимых аминокислот (I опытная группа) не оказало существенного влияния на повышение продуктивности хряков. В результате оценки экономической эффективности использования опытных комбикормов установлено, что стоимость сэкономленных кормов во II опытной группе составила 43 769 рублей. В течение календарного года на одного хряка дополнительно получена 31 спермодоза на сумму 294,5 тыс. рублей. Таким образом, суммарный экономический эффект на одного хряка за год составил 338,3 тыс. рублей в ценах 30.12.2007 года.

В связи с постоянно совершенствующейся технологией выращивания ремонтных свинок приобрело в последнее время особую актуальность. В соответствии с общей концепцией исследований разработано по три рецепта комбикормов для свинок живой массой 40-80 кг и по три рецепта для молодняка 81-140 кг. В 1 кг комбикорма для ремонтных свинок живой массой 40-80 кг контрольной группы содержалось: обменной энергии – 12,23 МДж, лизина – 6,8 г, в т. ч. переваримого – 5,3 г, метионина с цистином – 3,8 г, триптофана – 2,3 г, треонина – 6,4 г, 160,8 г сырого протеина, 55,5 г сырой клетчатки и 26,3 г сырого жира. На 1 МДж обменной энергии приходилось 0,56 г лизина. 1 кг комбикорма для животных I опытной группы содержал: 13,58 МДж обменной энергии, 8,8 г лизина, в т. ч. 6,9 г переваримого, 5,1 г метионина с цистином, 1,8 г триптофана, 4,7 г треонина, 150,4 г сырого протеина, 53,8 г сырой клетчатки и 36,6 г сырого жира. На 1 МДж обменной энергии приходилось 0,65 г лизина. В комбикорме для свинок II опытной группы содержалось: обменной энергии – 12,38 МДж, лизина – 8,9 г, в т. ч. переваримого 6,6 г, метионина с цистином – 5,0 г, триптофана – 1,9 г, треонина – 5,1 г и 150,1 г сырого протеина. На 1 МДж обменной энергии приходилось 0,72 г лизина. В 1 кг комбикорма для ремонтных свинок живой массой 81-140 кг контрольной группы содержалось: обменной энергии – 11,52 МДж, лизина – 5,9 г, в т. ч.

переваримого – 4,7 г, метионина с цистином – 5,5 г, триптофана – 1,9 г, треонина – 5,2 г и 140,0 г сырого протеина. На 1 МДж обменной энергии приходилось 0,51 г лизина. 1 кг комбикорма для животных I опытной группы содержал: 13,38 МДж обменной энергии, 7,2 г лизина, в т. ч. 6,1 г переваримого, 4,6 г метионина с цистином, 1,8 г триптофана, 4,5 г треонина и 151,4 г сырого протеина. На каждый МДж обменной энергии приходилось 0,54 г лизина. В комбикорме для свинок II опытной группы содержалось: обменной энергии – 11,99 МДж, лизина – 7,1 г, в т. ч. переваримого 5,8 г, метионина с цистином – 5,7 г, триптофана – 1,9 г, треонина – 5,3 г и 150,0 г сырого протеина. На 1 МДж обменной энергии приходилось 0,59 г лизина. В течение периода выращивания свинки II опытной группы отличались наименьшим потреблением комбикормов, а вместе с ними и обменной энергии – 42,88 МДж, сырого протеина – 501,2 г и метионина с цистином – 20,4 г. Поступление в организм животных этой группы лизина составило 25,0 г, доступного – 20,7 г, а, количество потребленного с кормами треонина, триптофана, по сравнению с контролем, имело тенденцию к снижению. Потребление питательных веществ животными других групп было на 3,7-10,6 % выше.

По достижении животными 6-месячного возраста, согласно действующих ТНПА, все животные были оценены по собственной продуктивности (таблица 13). Увеличение в комбикормах для животных I опытной группы концентрации лизина до 0,65 г/МДж в первую фазу выращивания и до 0,54 г/МДж во вторую способствовало сокращению возраста достижения их живой массы 100 кг на 3 дня по сравнению с контролем. Дальнейшее повышение концентрации лизина соответственно до 0,72 и 0,59 г/МДж в рационах свинок II опытной группы уменьшило этот показатель до 3,8 дней.

Таблица 13 – Показатели собственной продуктивности ремонтных свинок

Показатель	Группа		
	контрольная (n=66)	I опытная (n=66)	II опытная (n=66)
<i>Продуктивность в 100 кг</i>			
Возраст, дней	188,8±0,6	185,8±0,6	185,0±0,5
Среднесуточный прирост, г	516±4,0	523±5,0	538±3,0***
Длина туловища, см	122,1±0,2	122,0±0,3	123,2±0,1
Толщина шпика, мм	28,0±0,08	27,6±0,06	26,9±0,06
<i>Первое осеменение</i>			
Возраст, дней	227,7±0,7	224,6±0,5**	223,5±0,6***
Живая масса, кг	125,0±6,6	125,7±4,0	127,7±2,5

Возраст первого осеменения свинок в I опытной группе достоверно снизился по сравнению с контролем на 2,5 дня ($P < 0,01$), а во II группе – на 4,1 дня ($P < 0,01$). При этом средняя живая масса животных при первом осеменении в I группе составила 125,7, а во II группе – 127,7 кг. Суммарный экономический эффект на одну проверяемую свиноматку, выращенную с использованием комбикормов, где на 1 МДж обменной энергии приходилось соответственно 0,72 и 0,59 г лизина по периодам выращивания, составил 90 235 рублей.

Для определения оптимального уровня обменной энергии и количества незаменимых аминокислот в составе комбикормов для холостых и легкосупоросных свиноматок, способствующих развитию физиологически полноценных плодов и обеспечивающих соответствующий баланс отложения белка и жира в теле маток, проведен научно-хозяйственный опыт на 39 головах основных свиноматок с двумя и более опоросами. Разработаны три рецепта комбикормов для холостых и супоросных (в первые 84 дня супоросности) свиноматок. В 1 кг комбикорма для холостых и легкосупоросных свиноматок контрольной группы содержалось: обменной энергии – 11,07 МДж, лизина – 5,2 г, в т. ч. переваримого – 4,0 г, метионина с цистином – 4,6 г, триптофана – 1,7 г, треонина – 4,6 г, сырого протеина – 130,3 г, сырой клетчатки – 72,5 г, г, треонина – 4,6 г, сырого протеина – 130,3 г, сырой клетчатки – 72,5 г, сырого жира – 30,7 г. На 1 МДж обменной энергии приходилось 0,47 г лизина. 1 кг комбикорма для животных I опытной группы содержал: 11,99 МДж обменной энергии, 5,5 г лизина, в т. ч. 4,2 г переваримого, 5,0 г метионина с цистином, 1,7 г триптофана, 4,9 г треонина, 135,0 г сырого протеина, 69,9 г сырой клетчатки, 58,9 г сырого жира. На 1 МДж обменной энергии приходилось 0,46 г лизина. В комбикорме для свиноматок II опытной группы содержалось: обменной энергии – 12,00 МДж, лизина – 5,8 г, в т. ч. переваримого 4,5 г, метионина с цистином – 5,0 г, триптофана – 1,8 г, треонина – 4,9 г, сырого протеина – 135,2 г, сырой клетчатки – 69,8 г, сырого жира – 58,9 г. На 1 МДж обменной энергии приходилось 0,74 г лизина.

Потребление животными основных питательных веществ свидетельствует о том, что матки II опытной группы, которым скармливали комбикорма с наибольшим количеством лизина, приходящемся на 1 МДж обменной энергии 0,48 г, отличались наименьшим потреблением комбикорма – 3266 г, сухого вещества – 2865 г и сырой клетчатки – 228 г, однако поступление в организм животных этой группы лизина, в т. ч. и переваримого, было высоким – соответственно 18,9 и 14,7 г. При максимальном потреблении свиноматками контрольной группы комбикормов, количество обменной энергии, лизина и метионина с цистином было минимальным: соответственно – 38,52 МДж, 18,1 и 16,0 г. Установлено повышение содержания общего белка в крови маток II опытной группы соответственно на 3,10 г/л или на 4,0 %, а также увеличение

уровня глюкозы, мочевины, триглицеридов, кальция, фосфора и железа по сравнению с контрольными животными. Таким образом, скармливание холостым и легкосупоросным (до 85 дня супоросности) свиноматкам комбикормов с содержанием 12,0 МДж обменной энергии и 5,8 г лизина характеризовалось усилением белкового обмена в организме.

В соответствии с общей концепцией исследований разработаны и изготовлены три рецепта комбикормов для супоросных (последняя треть супоросности) и лактирующих свиноматок. В 1 кг комбикорма для глубоко супоросных и лактирующих свиноматок контрольной группы содержалось: обменной энергии – 12,40 МДж, лизина – 8,1 г, в т. ч. переваримого – 6,8 г, метионина с цистином – 5,2 г, триптофана – 1,7 г, треонина – 5,6 г, сырого протеина – 160,0 г, сырой клетчатки – 54,8 г, сырого жира – 45,8 г. На 1 МДж обменной энергии приходилось 0,65 г лизина. 1 кг комбикорма для животных I опытной группы содержал: 13,48 МДж обменной энергии, 10,3 г лизина, в т. ч. 8,7 г переваримого, 6,7 г метионина с цистином, 2,2 г триптофана, 7,2 г треонина, 157,0 г сырого протеина, 53,4 г сырой клетчатки, 70,5 г сырого жира. На 1 МДж обменной энергии приходилось 0,76 г лизина. В комбикорме для маток II опытной группы содержалось: обменной энергии – 13,45 МДж, лизина – 9,2 г, в т. ч. переваримого 7,7 г, метионина с цистином – 5,9 г, триптофана – 1,9 г, треонина – 6,4 г, сырого протеина – 154,0 г, сырой клетчатки – 53,3 г, сырого жира – 70,5 г. На 1 МДж обменной энергии приходилось 0,68 г лизина.

Анализ потребления животными основных питательных веществ свидетельствуют о том, что матки I опытной группы, которым скармливали комбикорма, где на 1 МДж обменной энергии приходилось 0,76 г лизина, отличались наименьшим потреблением комбикорма – 5805 г, сухого вещества – 5099 г, в то же время поступление в организм обменной энергии, лизина, в т. ч. и переваримого, метионина с цистином, триптофана и треонина было максимальным – соответственно: 78,25 МДж; 59,8; 50,2; 38,9; 12,5; 41,9 и 47,8 г. Свиноматки II опытной группы характеризовались незначительно большим потреблением комбикорма и сухого вещества, чем животные I-ой группы, однако, следует отметить, что их суточный рацион содержал минимальное количество сырого протеина – 895,5 г, при этом количество потребленных незаменимых аминокислот на 7,4-11,1 % оказалось ниже. Рацион животных контрольной группы отличался минимальным количеством энергии и незаменимых аминокислот при максимальном количестве комбикорма. Повышение уровня обменной энергии способствовало получению большего количества жизнеспособных поросят в опытных группах соответственно на 8 и 9 голов (таблица 14). При этом средняя живая масса одного поросенка при рождении у свиноматок в этих группах оказалась на 0,13 кг или на 8,8 % ($P < 0,001$) достоверно выше контрольной группы. Обеспечение в рационах свиноматок II опытной группы

0,68 г лизина на 1 МДж энергии способствовало повышению многоплодия на 0,69 головы или на 6,8 % на одну матку. Дальнейшее увеличение количества лизина, а вместе с ним и других незаменимых аминокислот в комбикормах животных I опытной группы оказалось менее эффективным, в итоге среднее количество поросят, полученных на одну матку, составило 10,69 головы, или на 6,1 % выше контрольных показателей.

Таблица 14 – Продуктивность свиноматок

Показатель	Группа		
	контрольная (n=13)	I опытная (n=13)	II опытная (n=13)
<i>При опоросе</i>			
Количество поросят, голов	131	139	140
Живая масса одного поросенка, кг	1,47±0,02	1,60±0,03***	1,60±0,03***
Количество поросят в гнезде, голов	10,08±0,40	10,69±0,46	10,77±0,62
Масса гнезда, кг	14,82±0,61	17,10±1,47	17,23±0,91

Оценка экономической эффективности скармливания холостым, супоросными и подсосным свиноматкам опытных рационов показала, что использование комбикормов СК-1, где на 1 МДж обменной энергии приходилось 0,48 г лизина, и СК-10 с содержанием 0,68 г/МДж способствовало получению дополнительной прибыли в расчете на одну свиноматку за производственный цикл в размере 16,74 рублей в ценах на 01.12.2008 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Разработан комплекс организационно-зоотехнических мероприятий, включающих целесообразность усовершенствования системы энерго-аминокислотного питания, отличающийся научным обоснованием биологических закономерностей функционирования концепции «идеального протеина» и практическим их применением на предприятиях при оптимизации нормированного кормления всех технологических и половозрастных групп свиней мясных генотипов, разводимых в Республике Беларусь. Функционирование системы энерго-аминокислотного питания свиней позволяет конструировать рецепты комбикормов способные обеспечивать полную потребность организма животных в обменной энергии на уровне 11,6-13,8 МДж/кг корма, незаменимых аминокислотах: лизина – 6,7-14,0 г/кг, метионина с цистином – 4,4-8,4 г/кг, треонина – 4,7-9,1 г/кг, триптофана – 1,5-2,5 г/кг, при их оптимальном соотношении между собой, включая другие питательные и биологически активные вещества, переваримость которых достигает свыше 85 %, а усвояемость и использование аминокислот корма в процессе их метаболизма осуществляется на уровне 96-98 %,

включая затраты на синтез белков тела, молока, приплод и спермопродукцию, что позволяет снизить уровень сырого протеина в рационах свиней на 10-14 % без отрицательного влияния на физиологическое состояние, продуктивность, мясные качества и эффективность производства [1–11; 13–16; 18–22; 24–31; 33–35; 39–42; 44; 46; 48; 50–58; 61; 63; 65].

2. Обоснован механизм конструирования рецептов комбикормов (СК–1, СК–2, СК–3, СК–4, СК–11, СК–16, СК–21, СК–26 и СК–31) для свиней, отличающийся установлением количественных и качественных критериев оценки коррелятивных связей между наличием обменной энергии и незаменимых аминокислот в составе рационов, включающих соевый шрот, сухое обезжиренное молоко, сухую молочную сыворотку, рыбную муку, которые необходимо заменить частично или полностью на более дешевые ингредиенты отечественного производства: рапсовые жмых и шрот (до 8 %), кормовые бобы (до 15 %), горох (до 20 %), люпин (до 15 %) и другие высокобелковые компоненты, в том числе аминокислоты промышленного производства, нормируемые в соответствии с положениями концепции «идеального протеина», что позволяет активизировать физиологические процессы потребления питательных веществ кормов, в частности, обменной энергии и незаменимых аминокислот, повысить их переваримость на 2,5-3,5 %, усвояемость и использование для синтеза белков в процессах метаболизма в организме животных на 3,5-6,8 % и обеспечивает повышение прироста живой массы свиней на 3,5-9,9 %, снижение затрат протеина на 4,5-5,3 %, а также себестоимости продукции свиноводства до 10,7 % [1–65].

3. Определены биологические закономерности активизации процессов пищеварения и обмена веществ в организме свиней, отличающиеся повышением переваримости органического вещества корма на 1,5 %, в том числе протеина на 3,1 %, клетчатки на 1,7 %, при одновременном достоверном возрастании отложения в теле азота, принятого с кормом на 2,09 грамма ($P < 0,05$) и достоверном сокращении выделяемого с мочой азота на 1,77 грамма ($P < 0,05$), что позволяет достоверно увеличить среднесуточный прирост живой массы животных на 34 грамма, или 3,2 % ($P < 0,01$), способствует наиболее активному постэмбриональному развитию поросят, и выражается в достоверном увеличении их живой массы на 10–17,9 % ($P < 0,001$), более высокой на 2–3 % сохранности молодняка, при снижении затрат кормов, на получение 1 килограмма прироста живой массы до 0,3 килограмма, а для поросят от 2 до 4–х месячного возраста достоверно повышает темпы роста до 9,9 % ($P < 0,05$), конверсию корма на 0,66 кг и обеспечивает получение дополнительной прибыли от реализации 1 ц свинины в размере 509 047 рублей (в ценах на 01.11.2010 года) [1–3; 8; 15–17; 19; 22; 24; 26; 27; 29; 30; 33; 38; 39; 42; 43; 46; 48; 51–53; 55; 65].

4. Установлены генотипические особенности потребления, переваримости, усвояемости и использования в организме свиней, питательных и биологически активных веществ, отличающихся различным количеством сырого протеина и составом аминокислот рациона, в частности, лизином и его соотношением с обменной энергией, что является основным фактором, влияющим на увеличение синтеза белка в организме свиней. Увеличение для откармливаемых свиней крупной белой, белорусской мясной и породы дюрок с 0,56 до 0,71 грамма переваримого лизина в расчете на 1 МДж обменной энергии, способствует достоверному повышению на 7,8 % ($P < 0,01$) количества синтезируемого в теле животных белка и снижению с 1,85 до 1,74 г/сутки потреблению азота в расчете на 1 килограмм метаболической живой массы [1; 6; 11; 13–15; 19; 26; 28; 36; 37; 50; 53; 65].

5. Разработан и апробирован в кормлении хряков-производителей комбикорм, отличающийся оптимальным содержанием в расчете на один килограмм корма: обменной энергии - 12,4 МДж, сырого протеина – 180 граммов, лизина – 9,2 грамма, метионина с цистином – 6,4 грамма, треонина – 7,6 грамма, триптофана – 1,8 грамма, сырого жира и сырой клетчатки – не более 70 и 55 граммов, и на 1 МДж обменной энергии приходится 0,74 г лизина. Скармливание хрякам-производителям инновационных рецептов комбикормов, в составе которых рыбная мука и сухое обезжиренное молоко заменены на региональные высокобелковые ингредиенты и синтетические аминокислоты промышленного производства, способствует поддержанию на высоком физиологическом уровне переваримости, усвояемости и использованию питательных веществ кормов на синтез белков тела и биологических жидкостей, а именно: достоверному увеличению объема эякулята на 13,2 мл или на 4,5 % ($P < 0,05$), количеству разбавленной спермы – на 26,0 мл или на 2,92 % ($P < 0,01$), спермодоз – на 0,56 ед. или на 4,0 % ($P < 0,05$), спермиев в расчете на одну спермодозу – на 0,184-0,190 млрд, активности спермиев - до 7,48 балла или на 1,1 %, а затраты комбикормов на производство одной спермодозы снизились на 43,9 рубля или на 5,38 %. В течение календарного года на одного хряка дополнительно получена 31 спермодоза на сумму 294,5 тыс. рублей (в ценах на 01.12.2007 года) [4; 5; 8; 44; 46; 48; 50–53].

6. Усовершенствованы рецепты комбикормов для супоросных и подсосных свиноматок, отличающиеся оптимизацией количества основных питательных веществ, в расчете на один килограмм корма, соответственно: обменной энергии не менее 12,0 и 13,45 МДж, сырого протеина – 135 и 185 г, лизина – 5,78 и 10,20 г (в том числе доступного – 4,52 и 8,74 г), метионин + цистин – 4,97 и 6,20 г, треонина – 4,89 и 6,46 г, триптофана – 1,72 и 2,30 г, сырого жира, не более – 50 и 80 г, сырой клетчатки, не более – 70 и 55 граммов, при отношении 0,50 и 0,75 грамма лизина в расчете на 1 МДж обменной энергии.

Включение в состав рационов компонентов собственного производства – рапса, мясокостной муки, а также синтетических незаменимых аминокислот взамен рыбной муки и соевого шрота увеличивает показатели их продуктивности в расчете на одну свиноматку: количество получаемых поросят при рождении на 0,69 гол. или на 6,8 %; среднюю живую массу одного поросенка при рождении на 0,13 кг или на 8,8 % ($P < 0,001$); и способствовало получению дополнительной прибыли в расчете на одну свиноматку за производственный цикл в размере 16,74 рублей в ценах на 01.12.2008 года [8; 10; 46; 48; 50–53].

7. Оптимизировано количество основных питательных веществ в рационах ремонтных свинок живой массой от 40 до 80 кг и от 81 до 130 кг, содержащихся в 1 килограмме комбикорма соответственно: – обменной энергии, не менее – 12,5 и 11,5 МДж, сырого протеина – 150 и 140 грамм, лизина – 8,7 и 7,0 грамма, метионина с цистином – 5,0 и 4,2 грамма, треонина – 5,1 и 4,5 грамма, триптофана – 1,5 и 1,5 грамма, сырой клетчатки, не более 55 и 70 граммов, сырого жира – 60 граммов, и на 1 МДж обменной энергии приходится 0,70 и 0,61 грамма лизина. Отличительной особенностью инновационного состава комбикормов является сбалансированность их протеина за счет использования синтетических препаратов незаменимых аминокислот, обеспечивая физиологически равноценную замену ингредиентов животного происхождения, способствуя достоверному повышению среднесуточных приростов живой массы на 9,6 % ($P < 0,05$), увеличению длины туловища на 1,1 см, при одновременном снижении на 3,8 дня возраста достижения живой массы 100 кг, сокращению на 4 дня, с 227 до 223 дней ($P < 0,001$) возраста первого покрытия, что позволяет получить экономический эффект в 29 364 рубля (в ценах на 01.11.2008 г) при выращивании ремонтной свинки от 40 до 120 кг [7; 34; 35; 50–53].

8. Разработаны нормы энерго-аминокислотного питания свиней, отличающиеся обоснованием требований на соответствующие количественные и качественные показатели сырья и продукцию комбикормового производства: государственный стандарт «Комбикорма для свиней» (СТБ–2111–2010), рекомендации «Нормированное кормление свиней» (2019 г.), справочное издание «Классификатор сырья и продукции комбикормовой промышленности»: 2021 г., технические условия ТУ ВУ 600039106.023–2021 «Комбикорма полнорационные для свиней с высокой мясной продуктивностью». Использование новых технических нормативно-правовых актов обеспечивает высокое продуктивное действие инновационных комбикормов, например, в рационах свиней живой массой от 30 до 50 кг количество сырого протеина может быть снижено на 10 %, а от 50 до 100 кг – на 5-8 %, расход комбикорма – до 2,8–2,6 кг, в расчете на 1 кг прироста, а живая масса свиней 100–110 кг будет достигнута в возрасте 136–140 дней, что значительно сокращает расход

высокобелковых ингредиентов, способствует рациональному использованию кормовых ресурсов Республики Беларусь, и имеет большое народнохозяйственное значение [1; 3; 8; 11; 15; 16–29; 30; 37–43; 45–48; 50–62; 64].

Рекомендации по практическому использованию результатов исследований

1. При разработке рецептов комбикормов для свиней с целью обеспечения их физиологически обусловленной белковой полноценности необходимо соблюдать принцип гарантированного уровня обменной энергии и количества лизина, приходящегося на единицу энергии. Соблюдение соотношения других незаменимых аминокислот (треонина, метионина и триптофана) по отношению к лизину позволяет сокращать количество сырого протеина в рационах [50, 53].

2. С целью рационального использования белкового сырья при промышленном производстве комбикормов необходимо руководствоваться разработанной технической нормативно правовой документацией: государственным стандартом «Комбикорма для свиней» (СТБ–2111-2010), научно-практическими рекомендациями «Нормированное кормление свиней» (2019), справочным изданием «Классификатор сырья и продукции комбикормовой промышленности» (2021), техническими условиями ТУ ВУ 600039106.023–2021 «Комбикорма полнораціонные для свиней с высокой мясной продуктивностью» [48, 50, 53].

3. Для обеспечения сбалансированности аминокислотной части рационов свиней рекомендуется использовать ингредиенты регионального кормопроизводства: рапсовые жмых и шрот, изготовленные по оригинальной технологии, кормовые бобы, горох, люпин, биохимически модифицированное кормовое зерно и другие высокобелковые компоненты, в том числе аминокислоты ЗАО «Белорусской национальной биотехнологической корпорации» [45, 47, 49].

Социальный эффект результатов исследований

Результаты исследований внедрены в образовательный процесс по дисциплине «Кормление сельскохозяйственных животных» специальности «Зоотехния» и «Ветеринарная медицина» (3 акта о внедрении научно-исследовательской разработки в образовательный процесс). Результаты исследований использовались при разработке стратегии развития комбикормовой отрасли Республики Беларусь до 2025 года (утв. постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 31 марта 2020 г., №17) и при планировании потребностей кормовой базы свиноводства страны в комбикормах и фуражном зерне.

Список публикаций соискателя

Монографии

1–А **Рощин В. А.** Энерго-аминокислотное питание молодняка свиней : моногр. / В. А. Рощин ; Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2022. – 190 с. – ISBN 978-985-6895-34-3.

Статьи, включенные в перечень научных изданий ВАК

2–А Голушко, В. М. Совершенствование системы энерго-протеинового питания молодняка свиней / В. М. Голушко, **В. А. Рощин**, С. А. Линкевич // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2007. – Т. 42. – С. 210–216.

3–А Нормирование энерго-протеинового питания свиней / В. М. Голушко, **В. А. Рощин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко // Свиноводство. – 2008. – № 3. – С. 13–16.

4–А Совершенствование системы энергетического и аминокислотного питания хряков-производителей / В. М. Голушко, **В. А. Рощин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко, М. А. Шацкий // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2008. – Т. 43, ч. 2. – С. 252–262.

5–А Голушко, В. М. Современные нормы энергетического аминокислотного питания хряков-производителей / В. М. Голушко, **В. А. Рощин**, С. А. Линкевич // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2010. – № 2. – С. 84–88.

6–А **Рощин, В. А.** Генотипические особенности использования свиньями сырого протеина и незаменимых аминокислот корма / В. А. Рощин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2010. – Т. 45, ч. 2. – С. 201–208.

7–А Современные нормы энергетического и аминокислотного питания ремонтных свинок / В. М. Голушко, **В. А. Рощин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко, М. А. Шацкий // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2010. – Т. 45, ч. 2. – С. 57–66.

8–А Влияние комбикормов с различным содержанием обменной энергии и аминокислот на продуктивность свиней / В. М. Голушко, **В. А. Рощин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко, А. В. Ситько, М. А. Шацкий // Весці

Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2011. – № 3. – С. 96–100.

9–А **Роцин, В. А.** Оценка различных генотипов свиней по степени использования обменной энергии и незаменимых аминокислот комбикормов / В. А. Роцин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2011. – Т. 46, ч. 2. – С. 157–164.

10–А Современные нормы энергетического аминокислотного питания свиноматок / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич, М. А. Шацкий, В. В. Аскерко // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2011. – Т. 46, ч. 2. – С. 14–21.

11–А Использование незаменимых аминокислот и обменной энергии комбикормов на синтез мышечной и жировой тканей у молодняка свиней различных генотипов / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко, М. А. Шацкий // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2012. – Т. 47, ч. 2. – С. 40–47.

12–А Рапсовый жмых в рационах свиней / В. М. Голушко, С. А. Линкевич, А. В. Голушко, **В. А. Роцин** // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2012. – Т. 47, ч. 2. – С. 48–54.

13–А Использование обменной энергии и незаменимых аминокислот корма молодняком свиней различных генотипов / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко, А. В. Ситько // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2013. – Т. 48, ч. 1. – С. 237–247.

14–А Переваримость различных уровней аминокислот корма свиньями мясных генотипов / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко, А. В. Ситько // Ученые записки УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2013. – Т. 49, вып. 2, ч. 1. – С. 173–177.

15–А Оптимизация соотношения лизина и обменной энергии комбикормов для синтеза мяса у молодняка свиней белорусской мясной породы / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич, А. В. Ситько, М. А. Шацкий // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2014. – Т. 49, ч. 2. – С. 27–36.

16–А **Роцин, В. А.** Нормирование содержания обменной энергии и незаменимых аминокислот в комбикормах для молодняка свиней / В. А. Роцин // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2014. – № 4. – С. 85–89.

17–А **Роцин, В. А.** Современные нормы содержания обменной энергии и незаменимых аминокислот в комбикормах для молодняка свиней / В. А. Роцин // Свинарство : міжвід. тем. наук. зб. / Ін-т свинарства і агропромислового виробництва НААН ; В. М. Волощук [та ін.]. – Полтава : ТОВ Фірма «Техсервіс», 2014. – Вип. 65. – С. 254–259.

18–А **Роцин, В. А.** Особенности использования молодняком свиней азота корма из низкопротеиновых рационов / В. А. Роцин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2015. – Т. 50, ч. 2. – С. 77–86.

19–А **Роцин, В. А.** Оценка оптимального соотношения незаменимых аминокислот и обменной энергии в комбикормах для молодняка мясных генотипов / В. А. Роцин // Проблемы биологии продуктивных животных. – Боровск, 2015. – №4. – С. 105–111.

20–А Использование низкопротеиновых рационов при выращивании и откорме молодняка свиней / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2016. – № 4. – С. 100–107.

21–А Продуктивность растущего молодняка свиней на низкопротеиновых рационах / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко, М. А. Шацкий // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2016. – Т. 51, ч. 1. – С. 244–256.

22–А Снижение содержания уровня сырого протеина в комбикормах для молодняка свиней / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / Гродненский гос. аграрный ун-т ; редкол. : В. К. Пестис [и др.]. – Гродно : ГГАУ, 2016. – Т. 35. – С. 27-36.

23–А Содержание обменной энергии в кормах для свиней / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко, М. А. Шацкий, Е. Ф. Шевцова // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2017. – Т. 52, ч. 1. – С. 183–194.

24–А Голушко, В. М. Баланс энергии и незаменимых аминокислот в комбикормах для свиней / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, А. В. Голушко // Комбикорма. – 2018. – № 5. – С. 46–48.

25–А Определение доступного лизина в белковых кормах для свиней / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко, М. А. Шацкий, Е. Ф. Шевцова // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2018. – Т. 53, ч. 1. – С. 208–217.

26–А Оптимизация соотношения обменной энергии и доступных незаменимых аминокислот в комбикормах для молодняка свиней мясных пород / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2019. – Т. 54, ч. 1. – С. 215–225.

27–А **Роцин, В. А.** Оптимальное соотношение незаменимых аминокислот и обменной энергии в комбикормах для молодняка свиней / В. А. Роцин // Свинарство : міжвід. тем. наук. зб. / Ін-т свинарства і агропромислового виробництва НААН ; В. М. Волощук [та ін.]. – Полтава : ТОВ Фірма «Техсервіс», 2019. – Вип. 73. – С. 255–262.

28–А **Роцин, В. А.** Использование азота корма молодняком свиней мясных генотипов в зависимости от обеспеченности рациона обменной энергией и доступными незаменимыми аминокислотами / В. А. Роцин // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2020. Т. 58. – № 3. – С. 331–338.

29–А Нормы обменной энергии и незаменимых аминокислот в комбикормах для свиней с высокой мясной продуктивностью / И. В. Брыло, Н. А. Попков, **В. А. Роцин**, А. В. Голушко, Н. А. Сонич // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр., посвящ. памяти доктора с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН Беларуси Василя Михайловича Голушко. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2021. – Т. 56, ч. 1. – С. 146–157.

30–А **Роцин, В. А.** Зерно люпина в комбикормах для молодняка свиней / В. А. Роцин // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / Гродненский гос. аграрный ун-т ; редкол. : В. В. Пешко [и др.]. – Гродно, 2024. – Т. 66. – С. 150–159.

Материалы конференций

31–А **Роцин, В. А.** Полножировая соя в рационах поросят на доращивании / В. А. Роцин, Е.Ф. Шевцова // Интенсификация производства продуктов животноводства : материалы Междунар. науч.-произв. конф., Жодино 30–31 окт. 2002 г. / Бел. науч.-исслед. ин-т животноводства. – Жодино, 2002. – С. 144.

32–А Получение и использование биохимически-модифицированного кормового зерна / В. М. Голушко, С. А. Линкевич, **В. А. Роцин**, А. В. Голушко, Е.Ф. Шевцова // Актуальные проблемы интенсификации производства продукции животноводства : материалы науч.-практ. конф., Жодино, 13–14 окт. 2005 г. / Ин-т животноводства Нац. акад. наук Беларуси. – Жодино, 2005. – С. 16.

33–А Совершенствование аминокислотного питания молодняка свиней / В. М. Голушко, С. А. Линкевич, **В. А. Роцин**, А. В. Голушко // Актуальные вопросы зоотехнической науки и практики как основа улучшения продуктивных качеств и здоровья сельскохозяйственных животных : сб. науч. тр. V Международ. науч.-практ. конф., Ставрополь, 23–24 ноябр. 2007 г. / Ставропольский гос. аграрный ун-т. – Ставрополь : АГРУС, 2007. – С. 38–43.

34–А Выращивание ремонтных свинок на комбикормах с различным уровнем обменной энергии и незаменимых аминокислот / В. М. Голушко, С. А. Линкевич, **В. А. Роцин**, А. В. Голушко, М. А. Шацкий // Пути интенсификации отрасли свиноводства в странах СНГ : сб. тр. XVI Международ. науч.-практ. конф., Гродно, 26–27 авг. 2009 г. / Гродненский гос. аграрный ун-т. – Гродно, 2009. – С. 133–135.

35–А Голушко, В. М. Соотношение обменной энергии и лизина в комбикормах для ремонтных свинок / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич // Актуальные проблемы биологии в животноводстве : материалы 5-ой Международ. конф., посвящ. 50-летию ВНИИФБиП, Боровск, 14–16 сент. 2010 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т физиологии, биохимии и питания животных. – Боровск, 2010. – С. 29–30.

36–А Степень использования обменной энергии и незаменимых аминокислот корма свиньями мясных генотипов / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич, А.В. Голушко, А.В. Ситько // Научное обеспечение инновационного развития животноводства : сб. науч. тр. по материалам Международ. науч.-практ. конф., Жодино, 24–25 окт. 2013 г. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2013. – С. 221–222.

37–А **Роцин, В. А.** Потребности молодняка свиней современных генотипов в обменной энергии и незаменимых аминокислотах / В. А. Роцин // Научный фактор в стратегии инновационного развития свиноводства : сб. материалов XXII Международ. науч.-практ. конф., Гродно, 9–11 сент. 2015 г. / Гродненский гос. аграрный ун-т. – Гродно, 2015. – С. 262–268.

38–А Корма для промышленного свиноводства / В. М. Голушко, А. В. Голушко, **В. А. Роцин**, В.Н. Пилюк // Научное обеспечение интенсивного развития животноводства, кормопроизводства и ветеринарии в свете реализации Государственной программы развития АПК Республики Казахстан : сб. науч. докл. в рамках Международ. науч.-практ. конф. «Козыбаевские чтения-2017:

Казахстан и современные вызовы времени», посвящ. 80-летию Северо-Казахстанского гос. ун-та им. М. Козыбаева, Петропавловск, 12 окт. 2017 г. / Северо-Казахстанский науч.-исслед. ин-т животноводства и растениеводства. – Петропавловск, 2017. – С. 47–157.

39–А Голушко, В. М. Концепция разработки системы кормления свиней на основе физиологически доступной энергии, переваримых незаменимых аминокислот, минеральных и других питательных веществ / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, А. В. Голушко // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. в рамках XXIII Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 15 мая 2020 г. / Гродненский гос. аграрный ун-т. – Гродно, 2020. – С. 111–114.

40–А Концепция разработки «точных» рационов и комбикормов для свиней / В. М. Голушко, А. В. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич // Актуальные проблемы интенсивного развития свиноводства : материалы XXVII Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 24-25 сент. 2020 г. / Брянский гос. аграрный ун-т. – Брянск, 2020. – С.136–144.

41–А **Роцин, В. А.** Условия снижения уровня сырого протеина в рационах для молодняка свиней / В. А. Роцин // Инновационный путь развития отраслей животноводства : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 23 сент. 2022 г. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2022. – С. 138–141.

Тезисы докладов

42–А Нормирование энергопротеинового питания свиней / В. М. Голушко, С. А. Линкевич, **В. А. Роцин**, А. В. Голушко // Пути интенсификации отрасли свиноводства в странах СНГ : тез. докл. XIII Междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 14–15 сент. 2006 г. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2006. – С. 35–37.

43–А Методические подходы к нормированию содержания обменной энергии и незаменимых аминокислот в комбикормах для поросят на доращивании / В. М. Голушко, С. А. Линкевич, **В. А. Роцин**, А. В. Голушко, М. А. Шацкий // Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 9–10 окт. 2008 г. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2008. – С. 173–174.

44–А Нормирование энерго-протеинового питания для хряков-производителей / В. М. Голушко, С. А. Линкевич, **В. А. Роцин**, А. В. Голушко, Е. Ф. Шевцова // Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 9-10 окт. 2008 г. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2008. – С. 172–173.

Рекомендации

45–А Методические рекомендации по использованию зерна бобовых культур в кормлении сельскохозяйственных животных : рекомендации / В. М. Голушко [и др.] ; Ин-т животноводства Нац. акад. наук Беларуси. – Жодино, 2003. – 26 с. – Авт. также: **Роцин В. А.**, Голушко А. В., Домаш В. И., Лещенко С. П., Давидович Л. П.

46–А Нормированное кормление свиней : рекомендации / В. М. Голушко, С. А. Линкевич, **В. А. Роцин**, А. В. Голушко, М. А. Шацкий, Е. Ф. Шевцова, А. В. Ситько, Ф. И. Ковалев, В. В. Аскерко, И. И. Давшко ; Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2011. – 46 с.

47–А Использование семян рапса и продуктов их переработки в кормлении сельскохозяйственных животных : рекомендации / В. М. Голушко, С. А. Линкевич, **В. А. Роцин**, А. В. Голушко, А. И. Козинец, О. Г. Голушко, М. А. Надаринская, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай, Т. Л. Сапсалева, Т. Н. Каменская, С. А. Лукьянчик, М. М. Бельмач ; Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2012. – 16 с.

48–А Нормированное кормление свиней : рекомендации / В. М. Голушко, С. А. Линкевич, **В. А. Роцин**, А. В. Голушко, А. В. Ситько, М. А. Шацкий, Е. Ф. Шевцова, А. В. Кравченко, Т. П. Ясинская, И. С. Серяков ; Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2019. – 96 с. – ISBN 978-985-6895-26-8.

Патенты

49–А Патент 10422 ВУ, С1 МПК А 23К 1/00. Наполнитель премикса : № а20050139 ; заявлено 2005.02.11 ; опубликовано 2006.10.30 / Голушко В. М., Линкевич С. А., Голушко А. В., **Роцин В. А.**, Шевцова Е. Ф. ; заявитель Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – 4 с.

Другие научные издания

50–А Комбикорма полнорационные для свиней с высокой мясной продуктивностью. Технические условия : ТУ ВУ 600039106.023-2021. – Введ. 19.02.2021 г. / Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству ; разработ. : В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, А. В. Голушко. — Минск, 2021. – 20 с.

51–А Классификатор сырья и продукции комбикормового производства Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь :

утв. Департаментом по хлебопродуктам Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 30.08.2006 г. / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Департамент по хлебопродуктам ; разработ. : А. П. Ковалёв, Л. В. Виолентий, С. П. Лещенко, Г. С. Корнилович, В. А. Седин, В. В. Лашкевич, В. В. Щепановская, Л. И. Трофимук, В. Л. Нагорный, Ф. И. Ковалев, И. П. Шейко, Н. В. Пилюк, В. М. Голушко, С. А. Линкевич, **В. А. Роцин**, В. Ф. Радчиков, И. И. Горячев, Н. А. Яцко. – Минск, 2006. – 168 с.

52–А Классификатор сырья и продукции комбикормовой промышленности : утв. Департаментом по хлебопродуктам Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 15.05.2010 г., № 112 / разработ. : А. П. Ковалёв, Л. В. Виолентий, Г. С. Корнилович, Л. П. Давидович, И. А. Петрова, И. В. Рева, В. А. Седин, В. П. Побединский, В. В. Щепановская, Е. В. Скребунов, Ф. И. Ковалев, И. П. Шейко, В. М. Голушко, В. Ф. Радчиков, С. А. Линкевич, **В. А. Роцин**, В. К. Гурин, В. П. Цай, А. И. Сахончук. – Минск, 2010. – 192 с.

53–А Классификатор сырья и продукции комбикормовой промышленности / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Департамент по хлебопродуктам ; разработ. : И. И. Микулич, И. В. Курилович, Г. С. Корнилович, И. В. Рева, И. П. Шейко, В. М. Голушко, А. И. Козинец, С. А. Линкевич, В. Ф. Радчиков, **В. А. Роцин**, С. В. Косьяненко, А. К. Ромашко, В. В. Дадашко, В. Ю. Агеец, М. М. Редько, Ж. В. Кошак, Н. Н. Гадлевская, В. Н. Столович. – Изд. 2-е, доп. – Минск, 2021. – 268 с.

54–А Рапс в кормлении свиней / В. М. Голушко, С. А. Линкевич, А. В. Голушко, **В. А. Роцин** // Наше сельское хозяйство. – 2012. – № 11(46): Ветеринария и животноводство. – С. 37–43.

55–А Кормление свиней: как сбалансировать протеин и аминокислоты / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко // Белорусское сельское хозяйство. – 2016. – № 5. – С. 42–44.

56–А Низкопротеиновые рационы для свиней / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко // Белорусское сельское хозяйство. – 2017. – № 4. – С. 35–40.

57–А Лучшее качество протеина – выше продуктивность / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко // Животноводство России. – 2017. – № 5. – С. 29–32.

58–А Энергетическая питательность кормов для свиней / В. М. Голушко, А. В. Голушко, А. В. Ситько, **В. А. Роцин** // Наше сельское хозяйство. – 2017. – № 6(158): Ветеринария и животноводство. – С. 43–47.

59–А Корма для промышленного свиноводства / В. М. Голушко, А. В. Голушко **В. А. Роцин**, В. Н. Пилюк // Наше сельское хозяйство. – 2017. – № 14(166): Ветеринария и животноводство. – С. 32–36.

60–А Корма для промышленного свиноводства. Окончание / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко // Наше сельское хозяйство. – 2017. – № 18(170): Ветеринария и животноводство. – С. 30–35.

61–А Основные виды корма для свиней / В. М. Голушко, А. В. Голушко, **В. А. Роцин**, В. Н. Пилюк // Животноводство России. – 2017. – № 11. – С. 23–26.

62–А Основные виды корма для свиней / В. М. Голушко, А. В. Голушко, В. А. Роцин, В. Н. Пилюк // Животноводство России. – 2017. – № 12. – С. 27–30.

63–А Голушко, В. М. Липиды в кормлении животных / В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, А. В. Голушко // Наше сельское хозяйство. – 2021. – № 14(262): Ветеринария и животноводство. – С. 20–27.

64–А Скармливаем рапсовый шрот подсвинкам / Н. В. Пилюк, **В. А. Роцин**, А. В. Голушко, В. Н. Пилюк // Животноводство России. – 2024. – № 5. – С. 19–21.

65–А **Роцин, В. А.** Отложение белка в теле боровков мясных генотипов / В. А. Роцин // Животноводство России. – 2024. – № 6. – С. 27–30.

РЭЗІЮМЭ Рошчын Васілій Антонавіч

Сістэма энерга-амінакіслотнага харчавання свіней

Амінакіслоты, абменная энергія, сыры пратэін, камбікорм, парасяты-смактуны, парасяты-ад'ёмшы, дагадоўванне маладняку, адкорм, рамонтныя свінкі, свінаматкі, кнары-вытворцы, «ідэальны пратэін», генатып.

Мэта працы заключалася ў распрацоўцы сістэмы нармавання абменнай энергіі і незаменных амінакіслот (лізіну, метыяніну, трэаніну і трыптафану) у камбікармах для свіней мясных парод, якая садзейнічае павышэнню іх прадуктыўнасці і эфектыўнасці выкарыстання пратэіна кармоў.

Метады даследаванняў: заатэхнічныя, фізіялагічныя, біяхімічныя, метады груп, метады лацінскага квадрата, статыстычныя, камп'ютарныя.

Атрыманя вынікі і іх навізна. Распрацавана сістэма энерга-амінакіслотнага харчавання свіней на аснове аптымізацыі ўзроўню абменнай энергіі, колькасці і суадносін паміж сабой лізіну, метыяніну, трэаніну і трыптафану ў камбікармах ўсіх полаўзроставых і тэхналагічных груп, якая дазваляе знізіць выдаткі пратэіна і сабекошт вытворчасці прадукцыі свінагадоўлі. Вызначаны колькасныя і якасныя крытэрыі ацэнкі карэлятыўных сувязяў паміж абменнай энергіяй і незаменнымі амінакіслотамі ў рацыёнах свіней. Абгрунтаваны механізм канструявання рэцэптаў камбікармоў і ўстаноўлены біялагічныя заканамернасці актывізацыі працэсаў стрававання ў арганізме свіней на аснове канцэпцыі «ідэальнага пратэіна». Устаноўлены адметныя асаблівасці выкарыстання пародам свіней, якія разводзяцца ў рэспубліцы, пратэіна камбікармоў, з рознай укамплектаванасцю пераваранымі незаменнымі амінакіслотамі, у прыватнасці, лізінам і яго суадносінамі з абменнай энергіяй. Апрабаваны інавацыйныя рэцэпты камбікармоў для кнароў-вытворцаў, свінаматак і рамонтных свінак з выкарыстаннем новых мясцовых высокабялковых інгрэдыентаў і сінтэтычных амінакіслот. Распрацаваны пакет тэхнічнай дакументацыі на сыравіну і прадукцыю камбікармавай вытворчасці (рэкамендацыі, дзяржаўны стандарт, даведачныя выданні і тэхнічныя ўмовы) для галіны свінагадоўлі Рэспублікі Беларусь.

Вобласць ужывання: камбінаты хлебапрадуктаў, камбікармавыя заводы і свінагадоўчыя прадпрыемствы; у навучальным працэсе пры падрыхтоўцы спецыялістаў зоветэрынарнага профілю.

РЕЗЮМЕ

Роцин Василий Антонович

Система энерго-аминокислотного питания свиней

Аминокислоты, обменная энергия, сырой протеин, комбикорм, поросята-сосуны, поросята-отъемыши, дорашивание молодняка, откорм, ремонтные свинки, свиноматки, хряки-производители, «идеальный протеин», генотип.

Цель работы заключалась в разработке системы нормирования обменной энергии и незаменимых аминокислот (лизина, метионина, треонина и триптофана) в комбикормах для свиней мясных пород, способствующую повышению их продуктивности и эффективности использования протеина кормов.

Методы исследований: зоотехнические, физиологические, биохимические, метод групп, метод латинского квадрата, статистические, компьютерные.

Полученные результаты и их новизна. Разработана система энерго-аминокислотного питания свиней на основе оптимизации уровня обменной энергии, количества и соотношения между собой лизина, метионина, треонина и триптофана в комбикормах всех половозрастных и технологических групп, позволяющая снизить затраты протеина и себестоимость производства продукции свиноводства. Определены количественные и качественные критерии оценки коррелятивных связей между обменной энергией и незаменимыми аминокислотами в рационах свиней. Обоснован механизм конструирования рецептов комбикормов и установлены биологические закономерности активации процессов пищеварения в организме свиней на основе концепции «идеального протеина». Установлены отличительные особенности использования свиньями разводимых в республике пород протеина комбикормов с различной укомплектованностью переваримыми незаменимыми аминокислотами, в частности, лизином и его соотношением с обменной энергией. Апробированы инновационные рецепты комбикормов для хряков-производителей, свиноматок и ремонтных свинок с использованием новых местных высокобелковых ингредиентов и синтетических аминокислот. Разработан пакет технической документации на сырье и продукцию комбикормового производства (рекомендации, государственный стандарт, справочные издания и технические условия) для отрасли свиноводства Республики Беларусь.

Область применения: комбинаты хлебопродуктов, комбикормовые заводы и свиноводческие предприятия; в учебном процессе при подготовке специалистов зооветеринарного профиля.

SUMMARY

Roshchyn Vasili A.

The system of energy-amino acid nutrition of pigs

Amino acids, metabolic energy, crude protein, compound feed, suckling pigs, weaning pigs, rearing of young animals, fattening, repair gilts, sows, producing boars, "ideal protein", genotype.

The aim of the work was to develop a system for rationing metabolic energy and essential amino acids (lysine, methionine, threonine and tryptophan) in compound feeds for meat breeds of pigs, which contributes to increasing their productivity and the efficiency of using feed protein.

Methods of research: zootechnical, physiological, biochemical, group method, Latin square method, statistical, computer.

The results obtained and their novelty. The results obtained and their novelty. A system of energy-amino acid nutrition of pigs has been developed on the basis of optimizing the level of metabolic energy, the amount and ratio of lysine, methionine, threonine and tryptophan in compound feeds of all sex, age and technological groups, which allows reducing protein costs and the cost of pig production. Quantitative and qualitative criteria for assessing correlative relationships between metabolic energy and essential amino acids in the diets of pigs have been determined. The mechanism of constructing compound feed recipes is substantiated and biological patterns of activation of digestive processes in the body of pigs based on the concept of "ideal protein" are established. The distinctive features of the use by pigs of mixed feed protein breeds bred in the republic with different levels of digestible essential amino acids, in particular, lysine and its ratio to the exchange energy, have been established. Innovative recipes of compound feeds for breeding boars, sows and repair pigs have been tested using new local high-protein ingredients and synthetic amino acids. A package of technical documentation for raw materials and products of compound feed production (recommendations, state standard, technical publications and technical specifications) for the pig industry of the Republic of Belarus has been developed.

Area of application: bread production plants, feed mills and pig breeding enterprises; in the educational process during the training of veterinary specialists.



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

**РОЩИН
Василий Антонович**

**СИСТЕМА ЭНЕРГО-АМИНОКИСЛОТНОГО
ПИТАНИЯ СВИНЕЙ**

Подписано в печать 05.06.2025. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Печать ризографическая.
Усл. п. л. 3,0. Уч.-изд. л. 2,61. Тираж 60 экз. Заказ 2566.

Издатель: учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.
Тел.: (0212) 48-17-70.
E-mail: rio@vsavm.by
<http://www.vsavm.by>