

**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**

**Жодино, 2023**

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:**

**Пестис Витольд Казимирович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Национальной академии наук Беларуси, Заслуженный работник образования Республики Беларусь, профессор кафедры кормления сельскохозяйственных животных УО «Гродненский государственный аграрный университет»;

**Токарев Владимир Семенович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Заслуженный работник высшей школы РФ, 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».

**Оппонирующая организация:**

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

Защита состоится «05» марта 2024 года в 9-00 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 01.49.01 при РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по адресу: 222163, Республика Беларусь, Минская область, г. Жодино, ул. Фрунзе, 11, тел. (01775) 6-74-66, e-mail: belniig@tut.by.

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

Автореферат разослан «01» февраля 2024 г.

Ученый секретарь совета  
по защите диссертаций

А.А. Музыка

## ВВЕДЕНИЕ

Производство свинины в мире в 2022 году достигло 112,5 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 их производства, поскольку наблюдается глобальная тенденция к сокращению сельскохозяйственных угодий для производства продуктов питания и кормов. 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. Важным достижением в решении белковой проблемы является практическое применение синтетических аминокислот промышленного производства, позволяющих повысить полноценность кормосмесей с дешёвыми растительными кормами до уровня рационов с кормами животного происхождения. Всестороннее изучение вопросов аминокислотного питания позволяет ставить задачу 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 мясной 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.

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, несмотря на успехи, достигнутые в области кормления, 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

экономии 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 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, пророщенного 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, включающих научное обоснование биологических закономерностей функционирования концепции «идеального протеина» и практического их применения при оптимизации нормированного кормления всех технологических и половозрастных групп свиней мясных генотипов, разводимых в Республике Беларусь, отличающийся усовершенствованием системы энерго-аминокислотного питания, которая позволяет разрабатывать рецепты комбикормов, обеспечивая полную потребность организма животных в обменной энергии, незаменимых аминокислотах и их соотношении между собой, включая другие питательные и биологически активные вещества, переваримость которых достигает 85 %, а усвояемость и использование аминокислот корма в процессе их метаболизма осуществляется в полном объеме, включая затраты на синтез белков тела, молока, приплода и спермопродукцию, что позволяет снизить уровень сырого протеина в рационах свиней без отрицательного влияния на физиологическое состояние, продуктивность, мясные качества и высокую эффективность производства.

2. Механизм конструирования рецептов комбикормов для свиней всех половозрастных и технологических групп, отличающийся установлением количественных и качественных критериев оценки коррелятивных связей меж-

ду концентрацией обменной энергии и незаменимых аминокислот, нормируемых в соответствии с требованиями биологических закономерностей концепции «идеального протеина», что позволяет оптимизировать потребление питательных веществ, в частности обменной энергии и незаменимых аминокислот, повысить их переваримость, усвояемость и использование для синтеза белков в процессах метаболизма в организме животных и обеспечивает повышение прироста живой массы свиней при снижении затрат протеина, а также себестоимости продукции свиноводства.

3. Закономерности формирования и коррекции процессов постэмбрионального роста поросят-сосунов, поросят-отъемышей и поросят на доращивании, отличающиеся способностью на ранних этапах развития максимально быстро адаптироваться к потреблению энергонасыщенных высокобелковых комбикормов, содержащих препараты незаменимых аминокислот промышленного производства, которые способствуют оптимизации энерго-протеинового отношения и, как следствие, активизации пищеварения, выразившихся в повышении коэффициентов переваримости и усвояемости сухого и органического вещества, в том числе протеина, жира, клетчатки, БЭВ, что способствует увеличению количества отложенного в теле азота и снижению его выделения из организма с продуктами обмена, при этом обеспечивая экономию кормов, в расчете на 1 кг прироста живой массы поросят.

4. Нормы энерго-аминокислотного питания свиней, количественные и качественные требования на сырье и продукцию комбикормового производства (ТНПА): государственный стандарт «Комбикорма для свиней» (СТБ-2111-2010), рекомендации «Нормированное кормление свиней» (2011 и 2019 гг.), справочные издания «Классификатор сырья и продукции комбикормовой промышленности»: 2006, 2010 и 2021 гг., технические условия 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; 6; 9; 16–19; 27;

28; 30; 36; 40], а также совместное участие в опубликовании работ: статей [2–5; 7; 8; 10–15; 20–26; 29], материалов конференций и тезисов докладов [31–35; 37–39; 41–48; 50–63] – в подготовке, написании, оформлении материалов по эффективности использования комбикормов, сбалансированных по усовершенствованным нормам энерго-аминокислотного питания свиней. При подготовке государственного стандарта и технических условий на комбикорма для свиней [49] 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 (Жодио, 2002); «Актуальные проблемы интенсификации производства продукции животноводства» (Жодио, 2005); «Пути интенсификации отрасли свиноводства в странах СНГ» (Жодио, 2006); «Актуальные вопросы зоотехнической науки и практики как основа улучшения продуктивных качеств и здоровья сельскохозяйственных животных» (Ставрополь, 2007); «Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства» (Жодио, 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 перспекиви розвитку галузі свинарства» (Полтава, 2019); «Современные технологии сельскохозяйственного производства» (Гродно, 2020); «Инновационный путь развития отраслей животноводства» (Жодио, 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 63 работы, в том числе 1 монография, 28 статей в изданиях, рекомендуемых ВАК РБ (6 – единолично), из которых 3 статьи в зарубежных изданиях, 14 – в материалах и тезисах Международных конфе-

ренций (2 – единолично), 4 рекомендаций производству, 1 патент Республики Беларусь и 15 работ в других изданиях, из которых 1 технические условия и 3 справочные издания.

Общий объем опубликованных материалов составляет 90,47 авторских листа, из которых 24,23 авторских листа принадлежит соискателю.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, основной части, включающей главу аналитического обзора литературы, главу описания материала и методов исследования, 2-х глав результатов собственных исследований, заключения, библиографического списка и приложений. Общий объем рукописи диссертации составляет 242 страницы компьютерного текста без приложений. В состав работы включены 108 таблиц, 3 рисунка, объем которых составляет 62 страницы. Приложения состоят из 16 документов на 46 страницах. Библиографический список размещен на 43 страницах, включает 474 источника (в том числе 422 на иностранных языках) и 63 публикации автора.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**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 «Мин-

скоблхлебопродукт», ОАО «Лошницкий комбикормовый завод», «Негорельский КХП», ф-л ОАО Агрокомбинат «Дзержинский» Минской области, ОАО «Экомол» Витебской 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 29 опытов, в т. ч. 21 научно-хозяйственный, 2 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 её 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 дозирования премиксов. В опытных 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. Свиньи содержались в индивидуальных клетках, приспособленных для сбора продуктов выделений. 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 доращивания – 61 день, I период откорма – 44 дня и II – 46 дней. Рецепты комбикормов для свиней контрольной группы рассчитывались в соответствии с [45]. Животные опытной группы получали комбикорма, сбалансированные по тем же нормам, но уровень сырого протеина во всех комбикормах снижен

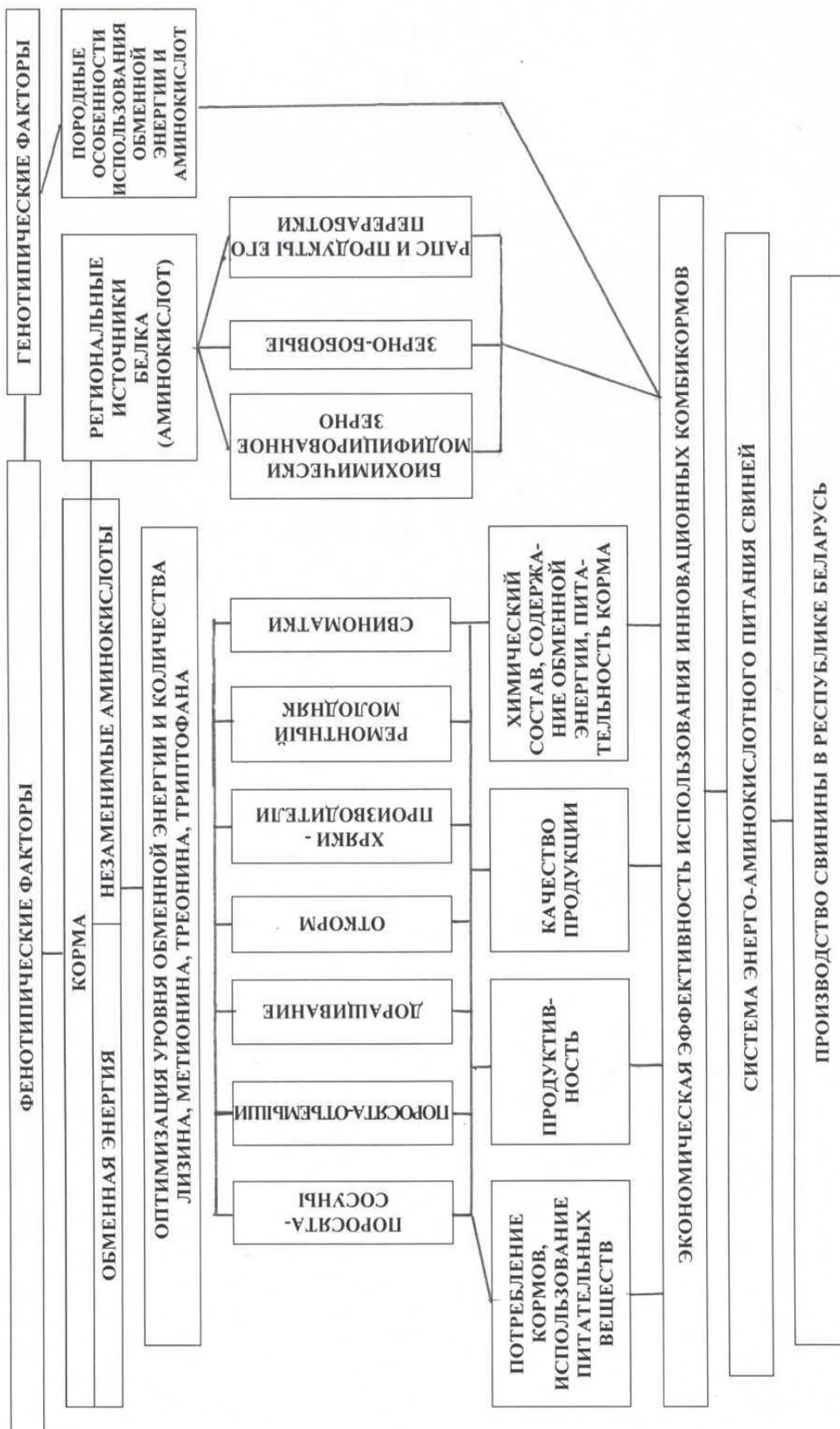
до минимума, при котором обеспечена возможность сохранить количество и соотношение незаменимых аминокислот.

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 «PMA 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. Морфологический состав крови определяли на анализаторе Urit-3000 Vet Plus. Исследования биохимического и минерального состава крови проводили на анализаторе Assent-200. Цифровой материал, полученный в экспериментальных исследованиях, подвергнут биометрической обработке с использованием персонального компьютера (пакет

Рисунок 1 – ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНВЕРСИИ ПРОТЕИНА КОРМОВ В ПРОДУКЦИЮ СВИНОВОДСТВА



Microsoft 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 дорашивании. Рецепты комбикормов для подопытного молодняка разрабатывались с учётом максимального использования белковых ингредиентов местного производства и с включением синтетических препаратов незаменимых аминокислот. Установлено, что наибольшая средняя живая масса одного поросёнка 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 поросёнка 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. 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 1 – Питательность комбикормов и продуктивность поросят

Показатель	Группа		
	Контрольная	I опытная	II опытная
<b>Поросята-сосуны (n=99)</b>			
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
<b>Поросята-отъёмыши (n=15)</b>			
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
<b>Поросята на доращивании (n=15)</b>			
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
<b>Живая масса и продуктивность животных</b>			
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

(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 поросятами I опытной группы составило 1,089 кг, обменной энергии – 15,24 МДж, лизина – 15,5 г.

Таблица 2 – Среднесуточное потребление питательных веществ поросятами 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 ор-

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

ганического 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.

Уменьшение уровня сырого протеина (при балансе незаменимых аминокислот) в комбикормах для свиней в опытных группах отразилось на количестве потребленного ими азота (таблица 4). Так, снижение сырого протеина на 5 г/кг в комбикормах I группы привело к уменьшению потребления общего количества азота на 2,6 %.

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

Показатель	Группа		
	Контрольная	I опытная	II опытная
Метаболическая живая масса (Ж.М. <sup>0,75</sup> ), кг	23,18	23,42	23,42
Потреблено комбикорма, г/сутки	1995,9	1997,0	2080,9
Потреблено азота с кормом, г/сутки	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

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. Снижение уровня сырого протеина в комбикормах опытной группы, при балансировании количества незаменимых аминокислот, не

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

Показатель	Группа	
	Контрольная	Опытная
1	2	3
<b><i>Поросята на доращивании</i></b>		
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
<b><i>I период откорма</i></b>		
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
<b><i>II период откорма</i></b>		
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

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. В наших исследованиях обеспечение оптимального уровня обменной энергии и

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

Показатель	Группа	
	Контрольная	Опытная
<b><i>Доращивание (n=50)</i></b>		
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
<b><i>Откорм (n=48)</i></b>		
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

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 см<sup>2</sup> 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 <sup>2</sup>	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 живот-

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
1	2	3	4
Метаболическая живая масса (ЖМ <sup>0,75</sup> ), кг	25,09±0,64	25,23±0,52	25,16±0,63

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
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 <sup>0,75</sup> 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 потреблённого	45,8	46,9	45,6
% от усвоенного	63,0	60,5	59,1
Отложено азота, г на 1 кг ЖМ <sup>0,75</sup> в сутки	0,85±0,10	0,83±0,08	0,88±0,06
Отложено белков в теле, г на 1 кг ЖМ <sup>0,75</sup> в сутки	5,31±0,14	5,19±0,12	5,50±0,22
Отношение азот мочи/ азот потреблённого корма	0,27	0,30	0,32

ными 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<sup>0,75</sup> 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.

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

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 <sup>0,75</sup> ), 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 <sup>0,75</sup> 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 потреблённого	49,5	51,2	50,8
% от усвоенного	62,7	62,7	64,1
Отложено азота, г на 1 кг ЖМ <sup>0,75</sup> в сутки	0,86±0,12	0,88±0,06	0,91±0,24
Отложено белков в теле, г на 1 кг ЖМ <sup>0,75</sup> в сутки	5,37±0,82	5,50±0,64	5,68±0,58
Отношение азот мочи/ азот потреблённого корма	0,29	0,30	0,27

потреблением азота среди сверстников – 49,3 г, и отложением – 25,07 г/сутки. 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. Так, в теле животных БМП и

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 <sup>0,75</sup> ), 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 <sup>0,75</sup> 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

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4
Отложено, г	27,50±0,68	26,42±0,78	27,69±0,82
% от потреблённого	53,0	52,6	52,8
% от усвоенного	68,7	67,5	66,8
Отложено азота, г на 1 кг ЖМ <sup>0,75</sup> в сутки	0,93±0,08	0,90±0,12	0,93±0,04
Отложено белков в теле, г на 1 кг ЖМ <sup>0,75</sup> в сутки	5,81±0,18	5,63±0,14	5,81±0,22
Отношение азот мочи/ азот потреблённого корма	0,24	0,25	0,26

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 <sup>0,75</sup> ), 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 <sup>0,75</sup> 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 потреблённого	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 <sup>0,75</sup> в сутки	0,85±0,08	0,88±0,02	0,92±0,06
Отложено белков в теле, г на 1 кг ЖМ <sup>0,75</sup> в сутки	5,33±0,09	5,52±0,09	5,75±0,06**
Отношение азот мочи/ азот потреблённого 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 её 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 своём организме по 5,52 г белка на кг ЖМ<sup>0,75</sup> или на 3,6 % выше по сравнению с I группой, в которой данное соотношение было минимальным (рисунок 2).

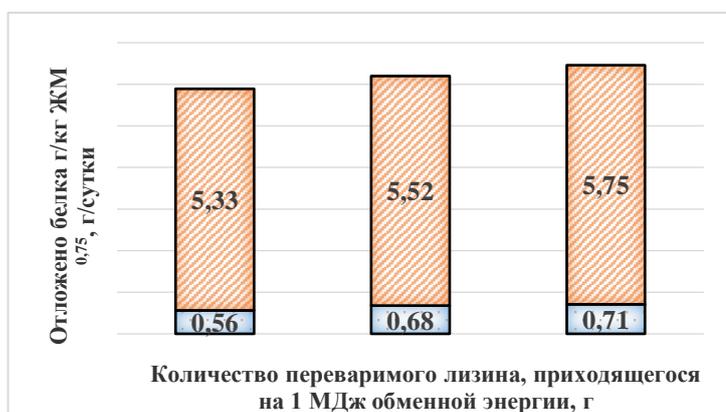


Рисунок 2 – Динамика отложения белка в организме свиней в зависимости от соотношения переваримого лизина и обменной энергии в рационе

### 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 группа (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,

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 сперматозоидов	13,88±0,18	13,27±0,26	14,44±0,19*

объемно характеризует ее качество. У хряков-производителей II опытной группы за учетный период этот показатель возрос на 0,56 сперматозоидов (P<0,05) или на 4,0 %. 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 сперматозоид 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 свинок 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. Возраст

Таблица 13 – Показатели собственной продуктивности ремонтных свинок

Показатель	Группа		
	Контрольная (n=66)	I опытная (n=66)	II опытная (n=66)
<b><i>Продуктивность в 100 кг</i></b>			
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
<b><i>Первое осеменение</i></b>			
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

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, скормливание 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 скормливали 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

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

оказалось менее эффективным, в итоге среднее количество поросят, полученных на одну матку, составило 10,69 головы, или на 6,1 % выше контрольных показателей. Оценка экономической эффективности скормливания 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 научное обоснование биологических закономерностей функционирования концепции «идеального протеина» и практического их применения при оптимизации нормированного кормления всех технологических и половозрастных групп свиней мясных генотипов, разводимых в Республике Беларусь, отличающийся усовершенствованием системы энерго-аминокислотного питания, которая позволяет конструировать рецепты комбикормов, обеспечивающие полную потребность организма животных в обменной энергии, незаменимых аминокислотах 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 осуществляет-

ся в полном объеме, включая затраты на синтез белков тела, молока, приплод и спермопродукцию, что позволяет снизить уровень сырого протеина в рационах свиней без отрицательного влияния на физиологическое состояние, продуктивность, мясные качества и эффективность производства [1–11; 13–16; 18–22; 24–30; 32–34; 38–41; 43; 45; 47; 49–57; 60; 61; 63].

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, кормовые бобы, горох, пелюшку и другие высокобелковые компоненты, в том числе аминокислоты промышленного производства, нормируемые в соответствии с требованиями биологических закономерностей концепции «идеального протеина», что позволяет оптимизировать потребление питательных веществ, в частности обменной энергии и незаменимых аминокислот, повысить их переваримость, усвояемость и использование для синтеза белков в процессах метаболизма в организме животных и обеспечивает повышение прироста живой массы свиней при снижении затрат протеина, а также себестоимости продукции свиноводства [1–63].

3. Определены биологические закономерности активизации процессов пищеварения в организме свиней, выразившиеся в повышении переваримости органического вещества корма на 1,5 %, протеина на 3,1 % и клетчатки на 1,7 %, при одновременном 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 коррекции постэмбрионального развития поросят-сосунов и поросят-отъемышей, и выражается в достоверном увеличении их живой массы на 10–17,9 % ( $P < 0,001$ ), более высокой сохранности молодняка на 2–3 %, снижении затрат кормов, на получение 1 килограмма прироста живой массы соответственно: на 0,050 и 0,72 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; 32; 37; 38; 41; 42; 45; 47; 50–52; 54].

4. Установлены отличительные особенности использования свиньями

разводимых в республике пород и линий протеина комбикормов с различной укомплектованностью переваримыми незаменимыми аминокислотами, в частности, лизином и его соотношением с обменной энергией. Основными факторами, влияющими на синтез белка в организме свиней при адекватном обеспечении энергией, являются поступление с кормом необходимого количества переваримых аминокислот и генетически детерминированная скорость их отложения в теле животных. Увеличение от 0,56 до 0,71 грамма переваримого лизина на 1 МДж обменной энергии для откармливаемых свиней способствует достоверному повышению на 7,8 % ( $P < 0,01$ ) количества синтезируемого в теле белка и уменьшению 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; 35; 36; 49; 52].

5. Разработан и апробирован состав комбикорма для хряков-производителей, отличающийся оптимизацией концентрации, в расчете на один килограмм комбикорма: обменной энергии, не менее 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 при отношении 0,74 г лизина на 1 МДж обменной энергии. Скармливание хрякам-производителям инновационных рецептов комбикормов, в составе которых высокобелковые ингредиенты (рыбная мука и сухое обезжиренное молоко) заменены на равноценное количество незаменимых аминокислот промышленного производства, способствует поддержанию на высоком физиологическом уровне переваримости, усвояемости и использованию питательных веществ кормов на синтез белков тела и других 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; 43; 45; 47; 49–52].

6. Усовершенствованы рецепты комбикормов для супоросных и подсосных свиноматок, отличающиеся оптимизацией количества основных питательных веществ в расчете на один килограмм, 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 от-

ношении 0,50 и 0,75 грамма лизина на 1 МДж обменной энергии, что достигнуто включением в состав рационов компонентов собственного производства – рапса, мясокостной муки, а также синтетических незаменимых аминокислот взамен импортируемой рыбной муки и соевого шрота, что 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; 45; 47; 49–52].

7. Оптимизирован состав комбикорма для ремонтных свинок от 40 до 80 кг и от 81 до 130 кг с содержанием в 1 кг комбикорма: соответственно для первого и второго периодов – 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, не более – 60 граммов, при отношении 0,70 и 0,61 грамма лизина на 1 МДж обменной энергии. Отличительной особенностью инновационного состава комбикормов является сбалансированность протеина с использованием кормовых препаратов незаменимых аминокислот и отсутствие в их составе ингредиентов животного происхождения. Эти технологические решения способствуют 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; 33; 34; 49–52].

8. Разработаны нормы энерго-аминокислотного питания свиней, количественные и качественные требования на сырье и продукцию комбикормового производства (ТНПА): государственный стандарт «Комбикорма для свиней» (СТБ–2111–2010), рекомендаций «Нормированное кормление свиней» (2011 и 2019 гг.), справочные издания «Классификатор сырья и продукции комбикормовой промышленности»: 2006, 2010 и 2021 гг., технические условия ТУ ВУ 600039106.023–2021 «Комбикорма полнорационные для свиней с высокой мясной продуктивностью». Использование новых рекомендаций обеспечивает высокое продуктивное действие инновационного состава 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 жи-

вая 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; 36–42; 44–47; 49–62] .

### **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 [45, 47, 50 – 52].

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» (2011, 2019), справочными изданиями «Классификатор сырья и продукции комбикормовой промышленности» (2006, 2010, 2021), техническими условиями ТУ ВУ 600039106.023–2021 «Комбикорма полнорационные для свиней с высокой мясной продуктивностью» [45, 47, 49, 50 – 52].

3. Для обеспечения сбалансированности аминокислотной части рационов свиней рекомендуется использовать ингредиенты регионального кормопроизводства: рапсовые жмых и шрот, изготовленные по оригинальной технологии, кормовые бобы, горох, пелюшку, биохимически модифицированное кормовое зерно и другие высокобелковые компоненты, в том числе аминокислоты ЗАО «Белорусской национальной биотехнологической корпорации» [44, 46, 48].

### **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 комбикормо-

вой 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. **Рощин В. А.** Энерго-аминокислотное питание молодняка свиней : моногр. / В. А. Рощин ; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2022. – 190 с. – ISBN 978-985-6895-34-3.

### Статьи, включенные в перечень научных изданий ВАК

2. 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. – Жодино, 2007. – Т. 42. – С. 210–216.

3. Нормирование энерго-протеинового питания свиней / В. М. Голушко [и др.] // Свиноводство. – 2008. – № 3. – С. 13–16. – Авт. также: **В. А. Рощин**, С. А. Линкевич, А. В. Голушко.

4. Совершенствование системы энергетического и аминокислотного питания хряков-производителей / В. М. Голушко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2008. – Т. 43, ч. 2. – С. 252–262. – Авт. также: **Рощин В. А.**, Линкевич С. А., Голушко А. В., Шацкий М. А.

5. 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. **Рощин, В. А.** Генотипические особенности использования свиньями сырого протеина и незаменимых аминокислот корма / В. А. Рощин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2010. – Т. 45, ч. 2. – С. 201–208.

7. Современные нормы энергетического и аминокислотного питания ремонтных свинок / В. М. Голушко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2010. – Т. 45, ч. 2. – С. 57–66. – Авт. также: **Рощин В. А.**, Линкевич С. А., Голушко А. В., Шацкий М. А.

8. Влияние комбикормов с различным содержанием обменной энергии и аминокислот на продуктивность свиней / В. М. Голушко [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2011. – №3. – С. 96–100. – Авт. также: **Рощин В. А.**, Линкевич С. А., Голушко А. В., Ситько А. В., Шацкий М. А.

9. **Рощин, В. А.** Оценка различных генотипов свиней по степени использования обменной энергии и незаменимых аминокислот комбикормов / В. А. Рощин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2011.

– Т. 46, ч. 2. – С. 157–164.

10. Современные нормы энергетического аминокислотного питания свиноматок / В. М. Голушко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2011. – Т. 46, ч. 2. – С. 14–21. – Авт. также: **Роцин В. А.**, Линкевич С. А., Шацкий М. А. Аскерко В. В.

11. Использование незаменимых аминокислот и обменной энергии комбикормов на синтез мышечной и жировой тканей у молодняка свиней различных генотипов / В. М. Голушко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2012. – Т. 47, ч. 2. – С. 40–47. – Авт. также: **Роцин В. А.**, Линкевич С. А., Голушко А. В., Шацкий М. А.

12. Рапсовый жмых в рационах свиней / В. М. Голушко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2012. – Т. 47, ч. 2. – С. 48–54. – Авт. также: Линкевич С. А., Голушко А. В., **Роцин В. А.**

13. Использование обменной энергии и незаменимых аминокислот корма молодняком свиней различных генотипов / В. М. Голушко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2013 – Т. 48, ч. 1. – С. 237–247. – Авт. также: **Роцин В. А.**, Линкевич С. А., Голушко А. В., Ситько А. В.

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

15. Оптимизация соотношения лизина и обменной энергии комбикормов для синтеза мяса у молодняка свиней белорусской мясной породы / В. М. Голушко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2014. – Т. 49, ч. 2. – С. 27–36. – Авт. также: **Роцин В. А.**, Линкевич С. А., Ситько А. В., Шацкий М. А.

16. **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. **Роцин, В. А.** Современные нормы содержания обменной энергии и незаменимых аминокислот в комбикормах для молодняка свиней / В. А. Роцин // Свиноводство : міжвід. тем. наук. зб. – Полтава : ТОВ Фірма «Техсервіс», 2014. – Вип. 65. – С. 254–259.

18. **Роцин, В. А.** Особенности использования молодняком свиней азота корма из низкопротеиновых рационов / В. А. Роцин // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2015. – Т. 50, ч. 2. – С. 77–86.

19. **Роцин, В. А.** Оценка оптимального соотношения незаменимых

аминокислот и обменной энергии в комбикормах для молодняка мясных генотипов / В. А. Роцин // Проблемы биологии продуктивных животных : сб. науч. тр. / ВНИИФБиП. – Боровск, 2015. – №4. – С. 105–111.

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

21. Продуктивность растущего молодняка свиней на низкопротеиновых рационах / В. М. Голушко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2016. – Т. 51, ч. 1. – С. 244–256. – Авт. также: **Роцин В. А.**, Линкевич С. А., Голушко А. В., Шацкий М. А.

22. Снижение содержания уровня сырого протеина в комбикормах для молодняка свиней / В. М. Голушко [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. – Гродно : ГГАУ, 2016. – Т. 35. – С. 27-36. – Авт. также: **Роцин В. А.**, Линкевич С. А., Голушко А. В.

23. Содержание обменной энергии в кормах для свиней / В. М. Голушко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2017. – Т. 52, ч. 1. – С. 183–194. – Авт. также: **Роцин В. А.**, Линкевич С. А., Голушко А. В., Шацкий М. А., Шевцова Е. Ф.

24. 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. Определение доступного лизина в белковых кормах для свиней / В. М. Голушко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2018. – Т. 53, ч. 1. – С. 208–217. – Авт. также: **Роцин В. А.**, Линкевич С. А., Голушко А. В., Шацкий М. А., Шевцова Е. Ф.

26. Оптимизация соотношения обменной энергии и доступных незаменимых аминокислот в комбикормах для молодняка свиней мясных пород / В. М. Голушко [и др.]. // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2019. – Т. 54, ч. 1. – С. 215–225. – Авт. также: **Роцин В. А.**, Линкевич С. А., Голушко А. В.

27. **Роцин, В. А.** Оптимальное соотношение незаменимых аминокислот и обменной энергии в комбикормах для молодняка свиней / В. А. Роцин // Сучасний стан та перспективи розвитку галузі свинарства : зб. наук. доповідей в рамках ХХVІ Міжнар. наук.-практ. конф., Полтава, 19–21 серп. 2019 р. – Полтава, 2019. – Вип. 73. – С. 255–262.

28. **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. Нормы обменной энергии и незаменимых аминокислот в комбикормах для свиней с высокой мясной продуктивностью / И. В. Брыло [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр., посвящ. памяти доктора с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН Беларуси Василия Михайловича Голушко. – Жодино, 2021. – Т. 56, ч. 1. – С. 146–157. – Авт. также: Попков Н. А., **Роцин В. А.**, Голушко А. В., Сонич Н. А.

### Материалы конференций

30. **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. – Жодино, 2002. – С. 144.

31. Получение и использование биохимически-модифицированного кормового зерна / В. М. Голушко [и др.] // Актуальные проблемы интенсификации производства продукции животноводства : материалы науч.-практ. конф., Жодино, 13–14 окт. 2005 г. – Жодино, 2005. – С. 16. – Авт. также: Линкевич С. А., **Роцин В. А.**, Голушко А. В., Шевцова Е. Ф.

32. Совершенствование аминокислотного питания молодняка свиней / В. М. Голушко [и др.] // Актуальные вопросы зоотехнической науки и практики как основа улучшения продуктивных качеств и здоровья сельскохозяйственных животных : сб. науч. тр. V Междунар. науч.-практ. конф., Ставрополь, 23–24 ноябр. 2007 г. – Ставрополь : АГРУС, 2007. – С. 38–43. – Авт. также: Линкевич С. А., **Роцин В. А.**, Голушко А. В.

33. Выращивание ремонтных свинок на комбикормах с различным уровнем обменной энергии и незаменимых аминокислот / В. М. Голушко [и др.] // Пути интенсификации отрасли свиноводства в странах СНГ : сб. тр. XVI Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 26–27 авг. 2009 г. – Гродно, 2009. – С. 133–135. – Авт. также: Линкевич С. А., **Роцин В. А.**, Голушко А. В., Шацкий М. А.

34. 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 Междунар. конф., посвящ. 50 летию ВНИИФБиП, Боровск, 14-16 сент. 2010 г. / ВНИИФБиП. – Боровск, 2010. – С. 29–30.

35. Степень использования обменной энергии и незаменимых аминокислот корма свиньями мясных генотипов / В. М. Голушко [и др.] // Научное обеспечение инновационного развития животноводства : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 24–25 окт. 2013 г. – Жодино, 2013. – С. 221–222. – Авт. также: **Роцин В. А.**, Линкевич С. А., Голушко

А. В., Ситько А. В.

36. **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 Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 9–11 сент. 2015 г. – Гродно, 2015. – С. 262–268.

37. Корма для промышленного свиноводства / В. М. Голушко [и др.] // Научное обеспечение интенсивного развития животноводства, кормопроизводства и ветеринарии в свете реализации Государственной программы развития АПК Республики Казахстан : сб. науч. докл. в рамках Междунар. науч.-практ. конф. «Козыбаевские чтения-2017: Казахстан и современные вызовы времени», посвящ. 80-летию Северо-Казахстанского государственного ун-та им. М. Козыбаева, Петропавловск, 12 окт. 2017 г. – Петропавловск, 2017. – С. 147–157. – Авт. также : Голушко А. В., **Роцин В. А.**, Пилюк В. Н.

38. 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. статей в рамках XXIII Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 15 мая 2020 г. – Гродно, 2020. – С. 111–114.

39. Концепция разработки «точных» рационов и комбикормов для свиней / В. М. Голушко В.М. [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития свиноводства : материалы XXVII Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 24-25 сент. 2020 г. – Брянск, 2020. – С.136–144. – Авт. также: Голушко А. В., **Роцин В. А.**, Линкевич С. А.

40. **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. – Жодино, 2022. – С. 138–141.

#### Тезисы докладов

41. Нормирование энергопротеинового питания свиней / В. М. Голушко [и др.] // Пути интенсификации отрасли свиноводства в странах СНГ : тезисы докл. XIII Междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 14–15 сент. 2006 г. – Жодино, 2006. – С. 35–37. – Авт. также: Линкевич С. А, **Роцин В. А.**, Голушко А. В.

42. Методические подходы к нормированию содержания обменной энергии и незаменимых аминокислот в комбикормах для поросят на доращивании / В. М. Голушко [и др.] // Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства : тезисы докл. Междунар. науч.-практ. конф.,

Жодино, 9–10 окт. 2008 г. – Жодино, 2008. – С. 173–174. – Авт. также: Линкевич С. А., **Роцин В. А.**, Голушко А. В., Шацкий М. А.

43. Нормирование энерго-протеинового питания для хряков-производителей / В. М. Голушко [и др.] // Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства : тезисы докл. Международной научно-практической конференции, Жодино, 9-10 октября 2008 г. – Жодино, 2008. – С. 172–173. – Авт. также: С. А. Линкевич, **В. А. Роцин**, А. В. Голушко, Е.Ф. Шевцова.

### Рекомендации

44. Методические рекомендации по использованию зерна бобовых культур в кормлении сельскохозяйственных животных : рекомендации / В. М. Голушко [и др.] ; РУП «Институт животноводства Национальной академии наук Беларуси». – Жодино, 2003. – 26 с. – Авт. также: **Роцин В. А.**, Голушко А. В., Домаш В. И., Лещенко С. П., Давидович Л. П.

45. Нормированное кормление свиней : рекомендации / В. М. Голушко [и др.] ; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2011. – 46 с. – Авт. также: Линкевич С. А., **Роцин В. А.**, Голушко А. В., Шацкий М. А., Шевцова Е. Ф., Ситько А. В., Ковалев Ф. И., Аскерко В. В., Давшко И. И.

46. Использование семян рапса и продуктов их переработки в кормлении сельскохозяйственных животных : рекомендации / В. М. Голушко [и др.] ; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2012. – 16 с. – Авт. также: Линкевич С. А., **Роцин В. А.**, Голушко А. В., Козинец А. И., Голушко О. Г., Надаринская М. А., Радчиков В. Ф., Гурин В. К., Цай В. П., Сапсалева Т. Л., Каменская Т. Н., Лукьянчик С. А., Бельмач М. М.

47. Нормированное кормление свиней : рекомендации / В. М. Голушко [и др.] ; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2019. – 96 с. – Авт. также: Линкевич С. А., **Роцин В. А.**, Голушко А. В., Ситько А. В., Шацкий М. А., Шевцова Е. Ф., Кравченко А. В., Ясинская Т.П., Серяков И. С. ISBN 978-985-6895-26-8.

### Патенты

48. Пат. 10422 ВУ, С1 МПК А 23К 1/00. Наполнитель премикса / Голушко В. М., Линкевич С. А., Голушко А. В., **Роцин В. А.**, Шевцова Е. Ф. ; заявитель и патентообладатель РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – № а 20050139 ; заявл. 2005.02.11 ; опубл. 2006.10.30, Афіц. бюл. № 5. – 4 с.

## Прочие работы

49. Комбикорма полнораціонные для свиней с высокой мясной продуктивностью. Технические условия : ТУ ВУ 600039106.023-2021 / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» ; разработ.: В. М. Голушко, **В. А. Роцин**, А. В. Голушко. – Введ. 19.02.2021 г. – Минск, 2021. – 20 с.

50. 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. / разр. : А. П. Ковалёв [и др.] ; Департамент по хлебопродуктам МСХиП РБ. – Минск, 2006. – 168 с. – Авт. также : Виолентий Л. В., Лещенко С. П., Корнилович Г. С., Седин В. А., Лашкевич В. В., Щепановская В. В., Трофимук Л. И., Нагорный В. Л., Ковалев Ф. И., Шейко И. П., Пилюк Н. В., Голушко В. М., Линкевич С. А., **Роцин В. А.**, Радчиков В. Ф., Горячев И. И., Яцко Н. А.

51. Классификатор сырья и продукции комбикормовой промышленности : утв. Департаментом по хлебопродуктам Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 15.05.2010 г., № 112 / разр. : А. П. Ковалёв [и др.] ; Департамент по хлебопродуктам МСХиП РБ. – Минск, 2010. – 192 с. – Авт. также : Виолентий Л. В., Корнилович Г. С., Давидович Л. П., Петрова И. А., Рева И. В., Седин В. А., Побединский В. П., Щепановская В. В., Скребунов Е. В., Ковалев Ф. И., Шейко И. П., Голушко В. М., Радчиков В. Ф., Линкевич С. А., **Роцин В. А.**, Гурин В. К., Цай В. П., Саханчук А. И.

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

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

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

55. Низкопротеиновые рационы для свиней / В. М. Голушко [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2017. – № 4. – С. 35–40. – Авт. также: **Роцин В. А.**, Линкевич С. А., Голушко А. В.

56. Лучшее качество протеина – выше продуктивность / В. М. Голушко [и др.] // Животноводство России. – 2017. – № 5. – С. 29–32. – Авт. также: **Рощин В. А.**, Линкевич С. А., Голушко А. В.

57. Энергетическая питательность кормов для свиней / В. М. Голушко [и др.] // Наше сельское хозяйство. – 2017. – № 6(158): Ветеринария и животноводство. – С. 43–47. – Авт. также: Голушко А. В., Ситько А. В., **Рощин В. А.**

58. Корма для промышленного свиноводства / В. М. Голушко [и др.] // Наше сельское хозяйство. – 2017. – № 14(166): Ветеринария и животноводство. – С. 32–36. – Авт. также: Голушко А. В., **Рощин В. А.**, Пилюк В. Н.

59. Корма для промышленного свиноводства. Окончание / В. М. Голушко [и др.] // Наше сельское хозяйство. – 2017. – № 18(170): Ветеринария и животноводство. – С. 30–35. – Авт. также: **Рощин В. А.**, Линкевич С. А., Голушко А. В.

60. Основные виды корма для свиней / В. М. Голушко [и др.] // Животноводство России. – 2017. – № 11. – С. 23–26. – Авт. также: Голушко А. В., **Рощин В. А.**, Пилюк В. Н.

61. Основные виды корма для свиней / В. М. Голушко [и др.] // Животноводство России. – 2017. – № 12. – С. 27–30. – Авт. также: Голушко А. В., **Рощин В. А.**, Пилюк В. Н.

62. Перспективы развития свиноводства стран СНГ / Н. А. Попков [и др.] // Наше сельское хозяйство. – 2018. – № 18(194): Ветеринария и животноводство. – С. 54–60. – Авт. также: Шейко И. П., Рыбалко В. П., Войтенко С. Л., Комлацкий В. И., Улитко В. Е., Гамко Л. Н., Голушко В. М., **Рощин В. А.**, Костюнина О. В., Лобан Н. А., Беззубов В. И., Карповский В. И., Кравченко А. В., Дойлидов В. А., Бальников А. А.

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

## РЭЗІЮМЭ Рошчын Васілій Антонавіч

### Сістэма энерга-амінакіслотнага харчавання свіней

Амінакіслоты, абменная энергія, сырой пратэін, камбікорм, парасяты-пасудзіны, парасяты-отъемыши, дагадоўванне маладняку, адкорм, рамонтныя свінкі, мацёры, кнары-вытворцы, «ідэальны пратэін», генатып.

**Мэта працы** заключалася ў распрацоўцы сістэмы нармавання абменнай энергіі і незаменных амінакіслот (лізіну, метіоніна, трэаніну і трыптафану) у камбікормах 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, кампутарныя.

**Атрыманя вынікі і іх навізна.** Распрацавана сістэма энерга-амінакіслотнага харчавання свіней на аснове аптымізацыі ўзроўню абменнай энергіі, колькасці і суадносін паміж сабой лізіну, метіоніна, трэаніну і трыптафану ў камбікормах 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 энергіі 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 свіннямі разводзяцца ў Рэспубліцы парод пратэіна камбікармоў з рознай укамплектаванасцю пераварымага 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

**Рощин Василий Антонович**

### **Система энерго-аминокислотного питания свиней**

Аминокислоты, обменная энергия, сырой протеин, комбикорм, поросята-сосуны, поросята-отъемыши, доращивание 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 активизации 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.