

ОБВИНЦЕВА ОЛЬГА ВИТАЛЬЕВНА

***МЕТАБОЛИЗМ АЗОТИСТЫХ ВЕЩЕСТВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МО-
ЛОДНЯКА СВИНЕЙ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ НА НИЗКОПРОТЕИНОВЫХ
РАЦИОНАХ С РАЗЛИЧНЫМИ УРОВНЯМИ АМИНОКИСЛОТ И
ЭНЕРГИИ***

03. 01. 04 – биохимия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Боровск – 2011

Диссертационная работа выполнена в лаборатории белково-аминокислотного питания ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных»

Научный руководитель – доктор биологических наук, профессор,
академик РАСХН
Кальницкий Борис Дмитриевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Дудин Виталий Иванович
кандидат биологических наук
Карпов Дмитрий Владимирович

Ведущее учреждение: ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства»

Защита диссертации состоится « 20 » апреля 2011 года в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 006.030.01 во Всероссийском научно-исследовательском институте физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных.

Адрес института: 249013, Калужская область, г. Боровск, пос. Институт, ВНИИФБиП с.-х. животных. Телефон 8(495)9963415, факс 8(48438)42088.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всероссийского научно-исследовательского института физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных.

Автореферат разослан « 17 » марта 2011 года и размещён на официальном сайте института www.bifip2006.narod.ru « 17 » марта 2011 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

В.П. Лазаренко

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Известно, что биологическая ценность протеина определяется степенью сбалансированности его по незаменимым аминокислотам. Характерно, что уровень усвояемости аминокислот должен соответствовать потребности животных при минимальном содержании протеина в рационе. В этом случае решается возможность повышения эффективности использования в кормлении свиней более дешёвых кормов, в частности, зерна злаковых культур с низким уровнем протеина. Актуальность научных поисков в этом направлении связана с необходимостью разработки новых способов регулирования процессов метаболизма белка для повышения его биоконверсии в продукцию и прогнозирования прироста массы тела (Bekker et al., 1994; Черепанов Г.Г., Кальницкий Б.Д., 1998; Рядчиков В.Г., 1999; Susenbeth et al., 1999; Smith et al., 1999; Nico et al., 2000; Gomez et al., 2002; Кальницкий Б.Д., Калашников В.В., 2006; Grandhi et al. 2007; Dunker et al. 2007; Еримбетов К.Т., 2007).

Развиваемая нами концепция в оценке потребности в "идеальном белке" была сформулирована еще в начале 60-х годов прошлого века Митчеллом (Mitchell Н.Н., 1964). За эталон сначала было принято считать белок куриного яйца, а позднее в качестве идеального по составу и соотношению аминокислот стали считать общий белок тела растущего или откармливаемого животного. Несомненно, что наибольшую значимость развитие этой концепции имеют данные по определению потребности в белке интенсивно растущих животных нового поколения (Voisen et al., 2000). Однако надо отметить, что полученные результаты исследователей довольно противоречивы. Так, в исследованиях Gomez et al. (2002), Smith et al. (1998) сообщалось о снижении массы мышц и отложения белка в теле у свиней, получавших рационы согласно "идеальному белку". С другой стороны, в работах Tuitoek et al. (1997), Knowles et al. (1998) не было выявлено существенных изменений в массе мышц и отложении белка в теле у свиней при скармливании низкопротеиновых рационов с добавками аминокислот до уровня по составу "идеального белка". В исследованиях Piva et al. (1993), Grandhi, Nyachoti (2002), Saggau E. et al. (2000), Еримбетов К.Т. (2007) показано, что помеси свиней, получавшие рационы на уровне "идеального белка", отличались повышенной ретенцией азота, на фоне усиления процессов биосинтеза белка и выхода мяса.

Количественное формирование пула белков в организме растущих свиней зависит от интенсивности их синтеза, распада или комбинацией этих величин. Для изучения указанных вопросов целесообразно использовать ситуацию, когда происходит усиление процессов синтеза или снижение распада белка в тканях. Доказано, что у интенсивно растущих поросят одним из факторов, лимитирующих интенсивность процессов синтеза белка, является количество и соотношение аминокислот, поступающее из желудочно-кишечного тракта в метаболический пул организма (Saggau E. et al., 2000; Rivera-Ferre M.G. et al., 2006; Еримбетов К.Т., 2007). Можно полагать, что в случае адекватного потребностям обеспечения организма поросят незаме-

мыми аминокислотами в оптимальном соотношении при соответствующем уровне обеспеченности энергией можно изменить интенсивность и направленность метаболических процессов в сторону увеличения синтеза белков, и, соответственно, позволяющих в полной мере реализовать продуктивный потенциал животных.

Познание метаболических процессов при улучшении аминокислотного и энергетического обеспечения организма свиней, имеющее огромное значение для раскрытия и идентификации механизма, регулирующего процессы формирования мясной продуктивности, остается актуальным, и побудило нас к проведению этих исследований.

Цель и задачи исследований. Целью нашей работы явилось выяснение особенностей метаболизма и использования азотистых компонентов корма, количественных параметров синтеза, распада и отложения белка в организме, уровня обеспечения аминокислотами процессов биосинтеза и продуктивных качеств у молодняка помесных свиней в периоды выращивания и откорма на низкопротеиновых рационах в пределах "идеального белка" при различных соотношениях и уровнях аминокислот и обменной энергии.

В соответствии с указанной целью в задачи исследований входило:

- изучить интенсивность и направленность азотистого обмена, характеристики роста и процессы формирования мясной продуктивности у растущих и откармливаемых свиней;
- определить оптимальный уровень и соотношение незаменимых аминокислот при повышенном содержании обменной энергии в низкопротеиновых рационах в период интенсивного выращивания свиней;
- определить параметры метаболизма белков у интенсивно растущих поросят-помесей при различной обеспеченности рационов протеином и аминокислотами.

Научная новизна. Получены новые экспериментальные данные, характеризующие интенсивность метаболизма белков в организме и формирования мясной продуктивности у поросят-помесей в период выращивания и доказана возможность регулирования этих процессов доступными для усвоения незаменимыми аминокислотами при оптимальной обеспеченности животных энергией.

Показана перспективность использования в кормлении свиней низкопротеиновых рационов, сбалансированных по соотношению и уровню аминокислот и обменной энергии, обеспечивающих повышение эффективности использования азотистых веществ в организме животных и в целом позволяющих увеличить количество и качество получаемой свинины.

Практическая значимость работы. Данные будут использованы для усовершенствования системы протеинового, аминокислотного и энергетического питания помесных свиней при интенсивном их выращивании, повышения эффективности использования протеина корма в процессе синтеза продукции и улучшения качества производимой свинины, а также при разработке и производстве балансирующих кормовых добавок.

Выявленные нами параметры белкового обмена в зависимости от условий протеинового, аминокислотного и энергетического питания свиней могут быть использованы в научно-исследовательской работе для биохимического контроля обеспеченности организма аминокислотами и энергией и оценки адекватности системы питания животных физиологическим потребностям.

Результаты исследований нашли отражения в рекомендациях по повышению биоконверсии питательных веществ корма в продукцию и улучшению качества свинины и способе кормления поросят с использованием рекомендуемой нами добавки к корму (Заявка на изобретение № 2009147670).

Положения, выносимые на защиту.

1. Формирование фонда белков в организме современных пород и их помесей определяется генетическим потенциалом животных, который более эффективно реализуется повышением уровня доступных для усвоения аминокислот в оптимальных количествах и соотношениях при обеспеченности животных энергией (на 5 % выше норм).

2. Повышение обеспеченности организма поросят аминокислотами (в уровнях и соотношениях, соответствующих составу «идеального белка») и энергией при скармливании низкопротеиновых рационов в период интенсивного их выращивания обеспечивает интенсификацию биосинтетических процессов, способствуя более эффективному использованию азотистых компонентов корма, интенсивности роста и улучшению качества свинины.

3. Использование низкопротеиновых рационов в свиноводстве при обогащении их незаменимыми аминокислотами до оптимального уровня и соотношения, с повышенной на 5 % обменной энергией позволяет снизить затраты протеина, обменной энергии и корма на единицу продукции и снизить выделение (на 12-14 %) азота в окружающую среду, а также повысить эффективность использования в кормлении свиней зерна злаковых культур.

Апробация результатов исследований. Материалы диссертационной работы апробированы на:

- 3-й международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы зоотехнической науки и практики как основа улучшения продуктивных качеств и здоровья с.-х. животных» (Ставрополь, 2005);
- XIV международной научно-практической конференции по свиноводству «Современные проблемы интенсификации производства свинины» (Ульяновск, 2007);
- международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в животноводстве» (Жодио, 2010);
- заседании отделов питания и регуляции метаболизма и продуктивности ГНУ ВНИИФБиП с.-х. животных (Боровск, 2010).

Публикация результатов исследований. По материалам диссертационной работы опубликовано 8 статей, в том числе 3 в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки РФ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 130 страницах компьютерного текста, содержит 31 таблицу и 3 рисунка. Включает следующие разделы: введение, обзор литературы, материал и методы исследований, результаты исследований и их обсуждение, заключение, выводы, практические предложения и список литературы, включающий 178 источников, в том числе 128 иностранных.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Данная работа является самостоятельным разделом (изучение метаболизма и использования азотистых компонентов корма) комплексных исследований, проведенных в 2004-2006 гг. совместно с сотрудниками ряда лабораторий ВНИИФБиП с.-х. животных: белково-аминокислотного питания, биологически активных веществ и сертификации кормов, эндокринной регуляции обмена веществ и продуктивности, межлужечного обмена и энергетического питания. Разработку рационов и планирование схемы кормления животных осуществляли Кальницкий Б.Д., Еримбетов К.Т., Ниязов Н.С.-А., Агафонов В.И.

Для решения поставленных задач нами проведено три серии опытов методом групп в виварии института на помесных свиньях ландрас × крупная белая и Ріс-402 × крупная белая в период их интенсивного выращивания и откорма. Общая схема проведения исследований приведена на рис. 1. Во всех экспериментах содержание свиней было групповое в клетках, поение из автопоилок, кормление – сухими комбикормами. В течение всех экспериментов учитывали потребление кормов и периодически исследовали их химический состав. Индивидуальное взвешивание животных производили в начале и в конце каждого возрастного периода. В опытах на поросятах в период выращивания основному периоду предшествовал уравнительный период. В уравнительный период поросятам скармливали полнорационный комбикорм типа СК-4.

В 1-й серии на 39 боровках-помесях в период выращивания исследовали влияние комбикормов с разными уровнями протеина и аминокислот на метаболизм белков и продуктивность животных. По принципу парных аналогов в возрасте 66 суток (живая масса 24 – 25 кг) были сформированы три группы по 13 голов в каждой. Опыт продолжался до достижения живой массы 42 – 44 кг.

Животные 1-й (контрольной) группы получали сбалансированные по питательным веществам рационы, с содержанием протеина и лимитирующих аминокислот в 1 кг комбикорма – 172 г, лизина – 7,7 г, треонина – 5,2 г, метионин+цистин – 4,6 г согласно существующим нормам (Калашников А.П. и др., 2003). В комбикормах свиней 2-й (опытной) группы концентрация протеина была снижена на 8 % (в 1 кг комбикорма корма содержалось протеина – 159 г, лизина – 8,1 г, треонина – 5,46 г, метионин+цистин – 4,85 г, а в 3-й (опытной) группе – на 11% (в 1 кг комбикорма протеина – 154 г, лизина – 8,1 г, треонина – 5,46 г, метионин+цистин – 4,85 г) за счет пропор-

ционального уменьшения количества высокобелковых кормов в рационе животных этих групп. Содержание лимитирующих аминокислот – лизина, метионина и треонина в комбикормах свиней 2-й и 3-й групп повысили на 5 % по сравнению с нормами путем дополнительного введения в рацион кристаллических аминокислот. При этом уровень обменной энергии был одинаковым во всех исследуемых группах и соответствовал рекомендуемым нормам (12,4 МДж/кг комбикорма) (Калашников А.П. и др., 2003).

Во 2-й серии на 24 боровках-помесях в период интенсивного выращивания изучали метаболизм и использование азотистых компонентов корма и формирование мясной продуктивности животных при скармливании низкопротеиновых рационов с различными уровнями и соотношениями незаменимых аминокислот с целью установления их оптимального содержания и соотношения. Методически задача решалась за счет применения разных по составу комбикормов. В возрасте 60 суток (живая масса в среднем 20 кг) были сформированы три группы по 8 голов в каждой. Опыт продолжался до достижения живой массы 45 - 57 кг.

Поросята 1-й (контрольная группа) группы получали комбикорм на ячменно-пшеничной основе с содержанием протеина в пределах 120 г в кг корма. К основному рациону в этой группе добавляли лизин, метионин и треонин до уровня существующих норм (содержание в 1 кг комбикорма составило: лизина 7,7 г, метионина + цистина 4,6 г, треонина 4,8 г) (Калашников А.П. и др., 2003). В комбикормах свиней 2-й (опытной) группы уровень лимитирующих аминокислот был повышен на 18 - 28 %, а в 3-й (опытной) группе – на 26 - 37 % путем дополнительного введения к основному рациону лизина, метионина и треонина. При этом содержание обменной энергии в комбикормах поросят всех групп было увеличено на 5 % (до 13,02 МДж/кг комбикорма) по сравнению с нормами (Калашников А.П. и др., 2003) за счет обогащения рационов дополнительным количеством растительного масла. Рационы всех групп при этом были изокалорийными и низкопротеиновыми. Комбикорма разных групп различались соотношением лизина к обменной энергии, а также уровнями незаменимых аминокислот по отношению к лизину.

В первых двух сериях экспериментов уровни обменной энергии в комбикормах подопытных животных устанавливали на основе ранее проведенных исследований на двух- и трехпородных помесях (Ниязов Н.С.-А., 2005; Еримбетов К.Т., 2005).

В 3-й серии на 27 помесных боровках в период откорма устанавливали оптимальное содержание и соотношение протеина и аминокислот в низкопротеиновых рационах и изучали их влияние на интенсивность роста и эффективность использования азотистых веществ корма. После периода выращивания были сформированы три группы животных по 9 голов в каждой с начальной живой массой 41-43 кг. Опыт продолжался до достижения живой массы 90-95 кг. Откорм подопытных свиней проводили в два периода: первый до возраста 157 и второй до 201 суток. Животные 1-й (контрольной) группы в эти периоды получали сбалансированные по питательным веществам

вам рационы, с содержанием сырого протеина, обменной энергии и лимитирующих аминокислот согласно существующим нормам (Калашников А.П. и др., 2003). В периоды откорма свиньям опытных групп - (2-й и 3-й) снизили уровень протеина в комбикормах на 10 и 15 % по сравнению с контрольной группой за счет пропорционального уменьшения количества высокобелковых кормов в рационе этих животных. При этом содержание лизина, метионина и треонина в комбикормах доводили до уровня контроля путем дополнительного введения в рацион кристаллических аминокислот. Уровень обменной энергии был одинаковым во всех исследуемых группах и соответствовал рекомендуемым нормам.

В конце всех экспериментов для характеристики усвоения азота корма и эффективности его использования свиньями были проведены 5-суточных балансовых опытов на 3-х животных из каждой группы. По окончании балансовых опытов проводили контрольный убой 4 животных из каждой группы с последующим анализом состава туши, путем её обвалки и взятием образцов крови, печени, длиннейшей мышцы спины и средней пробы мышц для биохимического анализа.

С целью изучения процессов формирования мясной продуктивности в ходе проведения 2-й серии опыта методом сравнительного убоя определяли прирост компонентов мяса (мышечной, жировой и костной тканей), белка и липидов. Для этого после 16 часовой голодной выдержки поросят провели убой и обвалку туш в начале (3 поросят с живой массой 20 кг) и в конце опыта при живой массе 45-57 кг по 4 головы из каждой группы. Прирост компонентов мяса и отложение белка, липидов рассчитали по разнице между начальными и конечными данными биохимического анализа и контрольного убоя.

В ходе проведения балансового опыта в 1-й серии эксперимента определяли скорость синтеза и распада белков тела с последующим расчетом эффективности их синтеза и отложения по методу Кравилитцки (Krawielitzki, 1976) с использованием смеси меченых по азоту (^{15}N) аминокислот (глицин, L-аланин, L-лейцин, L-серин, DL-лизин, L-валин, L-изолейцин). Смесь стабильных изотопов азота с обогащением до 90 % атомного избытка вводили с кормом в количестве 40 мг ^{15}N на 1 кг живой массы животных в течение 4 суток. Для изотопных исследований из кормов, кала и мочи препаративно выделяли фракции азота на приборе Къельтек по методу Къельдаля. Измерение содержания ^{15}N (в атомных процентах) проводили на масс-спектрометре с использованием счетчика ионов СИ-03 (ионные пики азота). Скорости синтеза, распада и отложения белков в целом организме рассчитывали, используя модель метаболизма азота, которая основывается на измерении кинетики обмена вводимого маркера.

Для характеристики обмена азотистых веществ определяли: концентрацию свободных аминокислот в плазме крови, печени и длиннейшей мышце спины методом ионообменной хроматографии на аминокислотном анализаторе ААА-Т-339 после осаждения белков раствором 3 % сульфосалициловой кислоты; содержание общих аминокислот в кормах методом ионнооб-

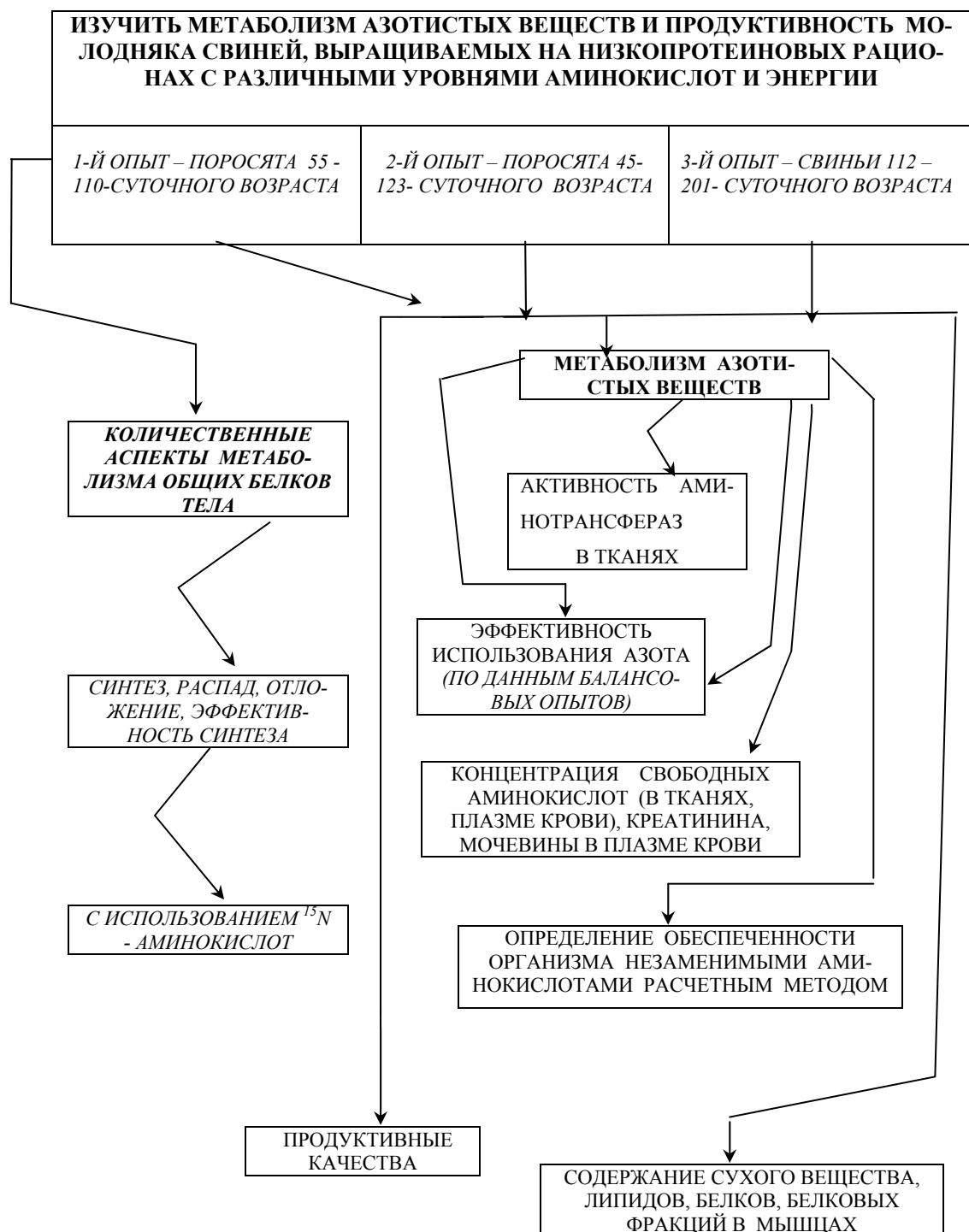


Рис. 1. Общая схема исследований

менной хроматографии на аминокислотном анализаторе после гидролиза белков 6 Н соляной кислотой; активность аспаратаминотрансферазы (АСТ, КФ 2.6.1.1.) и аланинаминотрансферазы (АЛТ, КФ 2.6.1.2.) в длинной мышце спины и печени по Reitman S.J., Frankel S. (1967); содержание мочевины в плазме крови и моче по цветной реакции с диацетилмоноксимом в присутствии тиосемикарбазида по Coulambe S. S., Fawrean G. (1963); актив-

ность щелочной фосфатазы (КФ 3.1.3.1.) в плазме крови по Кальницкому Б.Д. и др. (1988); содержание креатинина в плазме крови и моче по Лемперт М.Д. (1968). В пробах длиннейшей мышцы спины были определены белковые фракции (саркоплазматические, миофибриллярные и стромальные белки) по Helander E. (1957). Определение химического состава (сухое вещество, азот, липиды) кормов, кала, мочи и мяса проводили общепринятыми методами химического анализа (Лебедев П.Т., Усович А.Т., 1976). При этом в этих пробах содержание общего азота определяли по Къельдалю на приборе Къельтек.

Результаты всех экспериментов обработаны с использованием методов вариационной статистики. Достоверность разницы групповых средних величин оценивали с использованием *t*-критерия (Лакин Г.Ф., 1980).

При проведении отдельных этапов комплексных исследований соисполнителями были: К.Т. Еримбетов, Н.С.-А. Ниязов, М.В. Сорокин, Д.Е. Панюшкин, Т.Е. Рябых, В.А. Матвеев.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Опыт на поросятах-помесах в период их выращивания на рационах с разным уровнем протеина и аминокислот

В первой серии экспериментов изучалась возможность научно обоснованного снижения уровня протеина при условиях повышения его биологической ценности за счет лимитирующих аминокислот в комбикормах помесных животных, и соответственно выяснить их влияние на параметры обмена белков и продуктивность животных.

Данные опытов свидетельствуют, что в организме поросят 4 – месячного возраста откладывается 114 г белка в сутки. При этом интенсивность синтеза белков была на уровне 300, а скорость распада – 186 г/сутки. При снижении содержания протеина до 158 г в кг комбикорма поросят с одновременным повышением уровня лизина, метионина и треонина на 5 % по сравнению с существующими нормами, интенсивность синтеза белка существенно не изменилась и составила 307 г/сутки, и его отложение возросло с 114 до 120 г/сутки. При этом эффективность использования протеина корма у поросят 2-й и 3-й групп по сравнению с контролем повысилась на 13 и 7 % соответственно (табл. 1).

Эти данные по направленности метаболических процессов согласуются с результатами исследований других исследователей (Saggau E. et al., 2000; Еримбетов К.Т., 2007), в опытах которых было обнаружено существенное повышение отложения белка и его синтеза у свиней при выращивании на низкопротеиновых рационах, обогащенных незаменимыми аминокислотами. Тем не менее в наших исследованиях не удалось убедительно доказать о существенных изменениях в интенсивности процессов синтеза, распада и отложения белков в организме поросят разных групп. Полагаем, что наблюдаемые нами различия в интенсивности обмена белков обусловлены тем, что

в данном опыте соотношение и уровень обеспеченности метаболических процессов незаменимыми аминокислотами не были адекватными потребностям интенсивно растущих помесных поросят на комбикормах с повышенным на 5 % содержанием лизина, метионина и треонина и одновременно со сниженным на 8-11 % уровнем протеина в сравнении с рекомендуемыми нормами. Вышесказанные нами предположения, нашли подтверждение во 2-м эксперименте при выращивании поросят на рационах с повышенным на 5 % уровнем обменной энергии, на 18 - 37 % лизина, метионина и треонина при одновременно сниженном уровне протеина до 120 г в кг комбикорма.

Таблица 1

Соотношение процессов синтеза и распада белков в организме поросят в период выращивания, г/сутки ($M \pm m$, $n = 3$)

Показатели	Группы		
	1-я (контроль)	2-я (опыт)	3-я (опыт)
Синтез	300 ± 8,5	307 ± 6,2	290 ± 4,9
Распад	186 ± 6,6	187 ± 5,5	180 ± 3,8
Отложения	114 ± 3,9	120 ± 5,1	110 ± 3,0
Эффективность синтеза, %	38,0	39,1	37,9
Отношение синтез/распад	1,62	1,65	1,60
Расход протеина на 100 г отложенного белка, г	257,0	223,8	238,0

Нами обнаружено, что использование азота корма и интенсивность роста поросят показывали аналогичную зависимость, как и в исследованиях процессов синтеза и распада белков тела, оцененных с использованием ^{15}N -аминокислот. У поросят опытных групп по сравнению с контролем отмечалось достоверное уменьшение выделения азота с мочой на фоне снижения переваримости протеина корма (табл. 2). Снижение переваримости протеина корма в опытных группах, по-видимому, связано с более низким содержанием белковых компонентов в комбикормах и увеличением доли ячменя, протеин которого несколько хуже усваивается у свиней.

У опытных животных по сравнению с контролем снижение экскреции азота с мочой тесно коррелировало с содержанием мочевины в плазме крови – конечного продукта азотистого обмена. Содержание мочевины в плазме крови у поросят 2-й и 3-й опытных групп по сравнению с контролем было достоверно ниже на 15,2 и 13,4 %, соответственно, тогда как концентрация креатинина – ниже у свиней 1-й и 3-й группы. Аналогичная картина отмечена и по уровню свободных аминокислот в плазме крови и мышцах. Во 2-й группе уровень незаменимых аминокислот в плазме крови и сумма свободных аминокислот в длиннейшей мышце спины был на 9,0 и 7,2 %, соответственно, ниже, чем в контрольной группе. Различия между группами животных в активности фермента АСТ, являющейся ключевым ферментом обмена азотистых веществ, были незначительными. Активность же АЛТ – фермен-

та, указывающего на использование аминокислот в процессах глюконеогенеза, была более низкой у поросят 2-й опытной группы в мышечной ткани, что еще раз указывает на лучшее использование ими аминокислот в анаболических процессах (табл. 3).

Таблица 2

Потребление и использование азота корма поросятами в период выращивания ($M \pm m$, $n = 3$)

Показатели	Группы		
	1-я (контроль)	2-я (опыт)	3-я (опыт)
Принято азота с кормом: г /сут	46,8 ± 0,94	43,4 ± 0,00	42,1 ± 0,00
Выделено, г / сут: с калом с мочой	9,01 ± 0,39	8,78 ± 0,87	9,21 ± 0,91
	19,58 ± 0,76	15,50 ± 1,44 *	15,32 ± 0,91 *
Переварено: г / сут %	37,79 ± 0,96	34,62 ± 1,10	32,89 ± 1,03 *
	80,75	79,77	78,13
Отложено в теле: г /сут % от принятого % от переваренного	18,21 ± 0,46	19,12 ± 0,81	17,57 ± 0,48
	38,91 ± 1,56	44,06 ± 1,98	41,74 ± 1,79
	48,19 ± 1,21	55,23 ± 2,10 *	53,42 ± 1,78 *
Отношение азота мочи / азоту принятому с кормом	0,40	0,36	0,36
Отношение азота мочи / азоту переваренному	0,52	0,45	0,47

Здесь и далее * $p < 0,05$; ** $p < 0,03$; *** $p < 0,02$; **** $p < 0,01$

Таблица 3

Концентрация метаболитов азотистого обмена и активность ферментов преаминирования в организме поросят ($M \pm m$, $n = 4$)

Показатели	Группы		
	1-я (контроль)	2-я (опыт)	3-я (опыт)
Плазма крови			
Мочевина, ммоль/л	4,79 ± 0,19	4,06 ± 0,18*	4,15 ± 0,29*
Креатинин, мкмоль/л	49,65 ± 2,96	53,40 ± 3,12	49,76 ± 2,03
Сумма свободных аминокислот, мкмоль/л	2519 ± 81,6	2572 ± 119,7	2581 ± 149,4
в т.ч. незаменимых	1146,6 ± 22,0	1073,6 ± 76,7	1158,4 ± 79,6
заменимых	1372,5 ± 68,0	1498,7 ± 75,4	1422,6 ± 82,9
Длиннейшая мышца спины			
Активность АСТ, мкмоль / час/мг белка	24,5 ± 1,10	25,9 ± 1,23	24,3 ± 1,41
Активность АЛТ, мкмоль/час/мг белка	4,4 ± 0,81	3,8 ± 0,74	4,1 ± 0,33
Сумма свободных аминокислот, мг%	112,35 ± 4,2	104,16 ± 4,1	114,08 ± 3,2

Исследования продуктивных качеств поросят показывают, что снижение уровня протеина на 8 % и повышение содержания лизина, метионина и треонина на 5 % от нормы способствовало увеличению среднесуточного прироста живой массы на 5,3 %, а затраты сырого протеина на 1 кг прироста были на 12,4 % ниже по сравнению с контролем. Эта тенденция сохранялась и по расходу кормов.

Полученные данные, характеризующие поступление, усвоение и метаболизм азота в организме поросят, свидетельствуют о том, что поддержание высокого уровня биосинтетических процессов, определяющего интенсивность роста, возможно при использовании рационов с оптимальным содержанием сырого протеина, обменной энергии и определенным уровнем и соотношением незаменимых аминокислот.

3.2. Выращивание поросят-помесей на низкопротеиновых рационах с повышенным уровнем обменной энергии при различной обеспеченности организма незаменимыми аминокислотами

3.2.1. Особенности азотистого обмена и обеспеченность незаменимыми аминокислотами организма поросят

Балансирование рационов с учетом биодоступности аминокислот позволяет более полно удовлетворять потребность их организма, рациональнее использовать питательные вещества корма, объективнее оценивать новые кормовые средства и способы подготовки кормов к скармливанию. Однако биологическая доступность аминокислот для свиней в условиях нашей страны изучена недостаточно.

Во втором опыте нами было проведено определение доступных аминокислот для усвоения расчетным путем. Определение доступных аминокислот указанным методом позволили более полно дать оценку эффективности использования аминокислот в биосинтетических процессах в организме поросят. Нами выявлено, что у поросят опытных групп по сравнению с контролем заметно выше была обеспеченность организма лимитирующими аминокислотами. Улучшение аминокислотной обеспеченности процессов метаболизма с учетом доступности сопровождалось повышением величины соотношения доступного лизина к обменной энергии (табл.4).

Известно, что созданная концепция "идеального белка" базируется не только на количестве и доступности аминокислот, но и на оптимальном их соотношении. Задача была бы облегчена, если мы знали наиболее благоприятное с точки зрения физиологических потребностей свиней соотношение аминокислот. В разработанных нами комбикормах сопоставление соотношения аминокислот с данными других авторов выявляет их хорошее совпадение. В то же время рекомендуемые другими исследователями соотношения относительно лизина таких аминокислот как метионин, цистин и аргинин несколько отличались от данных представленных в нашей работе (табл. 4).

Так результаты по переваримости протеина корма и балансу азота под-

твердили зависимость эффективности использования его в процессе роста от обеспеченности организма поросят незаменимыми аминокислотами и энергией. У подсвинков 2-й и 3-й опытных групп использование азота, как от принятого, так и от переваренного, было выше по сравнению с таковыми 1-й группы, что указывает на более эффективное использование азотистых веществ в обменных процессах в период выращивания животных (табл. 5). Аналогичная тенденция проявилась и по отношению выделенного азота с мочой к потребленному с кормом и переваренному азоту в кишечнике в период выращивания. В то же время при расчете на кг метаболической массы поросята 2-й 3-й группы потребляли азота с кормом меньше, чем их сверстники из 1-й группы. В условиях эксперимента уровень и соотношение незаменимых аминокислот в рационе 2-х породных помесей, а также обеспеченность обменной энергией, в полной мере было оптимальным во 2-й и 3-й группе. Отложение азота было практически одинаковым во 2-й и 3-й группах и по степени переваривания и выведения азота с мочой эти группы заметно не отличались (табл. 5). Причиной тому, по-видимому, было оптимальное обеспечение метаболических процессов лимитирующими аминокислотами лизином, треонином, метионином и энергией у поросят опытных групп. Более низкое усвоение азота поросятами контрольной группы в этой ситуации можно объяснить недостаточным поступлением, прежде всего лимитирующих аминокислот, в метаболический фонд. О недостаточном уровне доступных для усвоения аминокислот для этих животных свидетельствуют данные таблицы 4.

Таблица 4

Соотношение аминокислот (по отношению к лизину) в кормах (%)
и уровень доступных аминокислот (г/сутки)

Аминокислоты	Группы		
	1-я (контроль)	2-я (опыт)	3-я (опыт)
Лизин	100	100	100
Метионин + цистин	60	65	65
Треонин	62	67	67
Триптофан	25	20	18
Изолейцин	65	57	53
Валин	91	71	67
Лейцин	130	103	97
Гистидин	38	33	31
Аргинин	72	41	39
Фенилаланин + тирозин	170	104	98
Лизин, в г на МДж обменной энергии	0,59	0,70	0,74
Доступный лизин	12,99	15,87	16,88
Доступный метионин + цистин	7,95	10,47	11,28
Доступный треонин	7,72	10,15	10,97
Доступный лизин в г/сутки на МДж обменной энергии	0,50	0,61	0,65

Таблица 5

Потребление и использование азота корма поросятами в период выращивания ($M \pm m$, $n = 3$)

Показатели	Группы		
	1-я (контроль)	2-я (опыт)	3-я (опыт)
Принято азота с кормом: г / сут г / кг ЖМ ^{0,75}	35,43 ± 0,00 2,03 ± 0,08	35,61 ± 0,00 1,71 ± 0,09 *	35,66 ± 0,00 1,77 ± 0,10 *
Выделено, г / сут: с калом с мочой	9,00 ± 0,38 10,16 ± 0,55	8,94 ± 0,57 7,92 ± 0,68 *	9,02 ± 0,44 8,40 ± 1,04
Переварено: г / сут %	26,43 ± 0,34 74,59 ± 0,96	26,67 ± 0,61 74,89 ± 1,45	26,64 ± 0,39 74,70 ± 1,13
Отложено в теле: г /сут % от принятого % от переваренного	16,27 ± 0,59 45,92 ± 1,74 61,55 ± 2,10	18,75 ± 0,72 * 52,65 ± 2,11 70,3 ± 3,05 *	18,24 ± 1,00 51,14 ± 2,47 68,46 ± 3,13
Расход протеина на 100 г отложенного белка, г	236,0	207,2	214,0
Отношение азота мочи/азоту принятому с кормом	0,29	0,22	0,23
Отношение азота мочи/азоту переваренному	0,38	0,30	0,31

Исходя из этих данных, можно полагать, что не только улучшение обеспеченности организма поросят энергией и суммарным количеством аминокислот, но и соблюдение их оптимального (идеального) соотношения должно рассматриваться как один из важнейших факторов повышения эффективности использования азотистых компонентов и продуктивности животных.

Повышение ретенции азота при скармливании свиньям низкопротеиновых рационов с добавками незаменимых аминокислот находит подтверждение в ранее проведенных работах Piva G. et al. (1993); Grandhi R.R., Nyachoti S.M. (2002); Еримбетов К.Т. (2007).

Полученные нами данные по параметрам использования азота корма согласуются с интенсивностью роста поросят, которая в значительной степени обусловлено уровнем анаболических процессов азотистых соединений и отложения их в организме животных.

Изменения в степени использования азота и метаболизме белков тела у поросят опытных групп сопровождались заметным снижением концентрации мочевины, что свидетельствует о более эффективном использовании аминокислот в процессах биосинтеза на фоне сниженных процессов их деаминации в тканях (Campbell R.G., 1987; Eiseemann J.H. et.al., 1989; Gomez et.al., 2002(b); Еримбетов К.Т., 2007). Наименьшая концентрация моче-

вины отмечалась во 2-й и 3-й группах животных, которые были обеспечены оптимальным соотношением незаменимых аминокислот в рационе. Более высокие величины содержания мочевины в плазме крови у поросят контрольной группы, вероятно, обусловлены неадекватным физиологическим потребностям обеспечением организма лизином, метионином, треонином, т.е. их организм не обеспечивает формирование оптимального соотношения аминокислот в общем метаболическом фонде, вследствие чего большая их доля использовалась на окисление с образованием мочевины (табл. 6). На это указывают и данные, характеризующие активность ферментов, ответственных за катаболизм аминокислот в тканях. Так, активность АСТ, как отмечалась ранее, являющейся ключевым ферментом обмена азотистых веществ, была ниже в мышцах свиней 2-й 3-й опытных групп по сравнению с контролем, что еще раз указывает на снижение у них процессов мочевинообразования и окисления аминокислот. Активность же АЛТ – фермента, указывающего на использование аминокислот в процессах глюконеогенеза, у поросят 2-й и 3-й опытных групп была ниже уровня контрольных животных в длиннейшей мышце спины (табл. 6).

В плазме крови у животных 2-й и 3-й групп по сравнению с контролем обнаружена повышенная концентрация креатинина - метаболита, косвенно характеризующего нарастание массы скелетных мышц, что подтверждается показателями прироста живой массы к концу периода выращивания животных (35,21, 33,20 и 26,25 кг соответственно). Аналогичная картина была выявлена по концентрации и выделению с мочой креатинина у поросят в период выращивания. Положительные сдвиги отмечены также в отношении мышечной массы, мышечных белков (табл. 8) и щелочной фосфатазы, наиболее высокие значения, которых были во 2-й и 3-й группах (табл. 6). У поросят опытных групп по сравнению с контролем более высокую активность щелочной фосфатазы, являющейся, компонентом фосфатно-буферной системы, одним из регуляторов трансмембранных потоков, мы связываем с поддержанием уровня фосфатов, необходимых для обеспечения энергией макроэргических связей биосинтеза компонентов мяса.

Свободным аминокислотам отводится центральное место в регуляции процессов метаболизма белка, поскольку синтез молекул белка в тканях организма происходит, главным образом, из них. По данным ряда исследователей доказано, что пул свободных аминокислот пополняется в основном из двух источников: за счет аминокислот, поступающих из желудочно-кишечного тракта и в результате катаболизма постоянно обновляющихся тканевых белков. Размер фонда каждой свободной аминокислоты в тканях - есть баланс между поступлением ее в пул и извлечением из него для синтеза белка в тканях. В связи с этим существует зависимость между уровнем свободных аминокислот в тканях и интенсивностью белкового синтеза. При более высокой скорости синтеза белка в тканях особенно заметно снижается уровень незаменимых аминокислот. В пользу вышеприведенного утверждения свидетельствуют также данные по концентрации свободных аминокислот в плазме крови и длиннейшей мышце спины (табл. 6 и 7). В период

интенсивного выращивания во 2-й и 3-й группах уровень их в плазме крови был на 12,1 и 11,0 % ниже соответственно, чем в контрольной группе, причем уменьшение наблюдалось в первую очередь по незаменимым аминокислотам. Так, концентрация незаменимых аминокислот в плазме крови во 2-й и 3-й группах была ниже таковой в контрольной группе на 12,3 и 11,4 % соответственно. В плазме крови во 2-й и 3-й группах содержание свободных аминокислот было примерно одинаковым (табл. 7).

Аналогичная картина отмечена и по уровню свободных аминокислот в мышечной ткани, что вполне естественно, поскольку существует взаимосвязь между метаболическими фондами аминокислот крови и тканей. В длиннейшей мышце спины поросят 2-й и 3-й опытных групп уровень свободных аминокислот (суммарно) был ниже на 15,9 и 16,4 % соответственно по сравнению с контролем (табл. 6). Более интенсивное расходование аминокислот в синтезе белков (главным образом – белков мышц) у поросят опытных групп способствует отвлечению из общего метаболического пула значительной части аминокислот, вследствие чего меньшая их доля использовалась на окисление с образованием мочевины.

Таблица 6

Концентрация метаболитов азотистого обмена и активность ферментов в организме поросят ($M \pm m$, $n = 4$)

Показатели	Группы		
	1-я (контроль)	2-я (опыт)	3-я (опыт)
Плазма крови			
Мочевина, ммоль/л	4,36 ± 0,26	3,42 ± 0,29 *	3,87 ± 0,37
Креатинин, мкмоль/л	72,4 ± 3,62	91,2 ± 4,88 ***	85,9 ± 4,37 *
Щелочная фосфатаза, мккат/л	1,18 ± 0,09	1,39 ± 0,08	1,42 ± 0,07
Выделено с мочой:			
креатинина, мг/сутки	918 ± 56,2	1217 ± 98,7 *	1129 ± 89,4 *
креатинина, мг/кг массы тела	20,26 ± 0,48	21,28 ± 0,63	20,60 ± 0,50
Длиннейшая мышца спины			
Активность АСТ, мкмоль / час/мг белка	23,6 ± 1,59	18,2 ± 1,89 *	19,1 ± 1,27 *
Активность АЛТ, мкмоль / час/мг белка	4,5 ± 0,84	3,1 ± 0,52	3,5 ± 0,78
Сумма свободных аминокислот, мг%	128,9 ± 5,42	108,4 ± 5,03*	107,8 ± 4,94*

В рационах контрольной группы наблюдался дефицит по лизину, треонину, метионину и поэтому остальные аминокислоты не могли быть использованы в полной мере на синтез белка, в этой группе содержание суммы свободных аминокислот, как в плазме крови, так и мышцах было наивысшим. Как известно, аминокислоты не депонируются в организме животных, поэтому неиспользованные в полной мере в синтезе белка аминокислоты, вернее их углеродный скелет, после ряда метаболических превращений от-

кладывается в виде липидов в жировых депо, что подтверждается данными контрольного убоя.

Таблица 7

Концентрация свободных аминокислот в плазме крови поросят в период выращивания, мкмоль/л ($M \pm m$, $n = 4$)

Аминокислоты	Группы		
	1-я (контроль)	2-я (опыт)	3-я (опыт)
Аспарагиновая кислота	38,3 ± 3,4	32,7 ± 2,5	31,4 ± 3,0
Треонин	164,5 ± 8,6	126,5 ± 9,2*	131,6 ± 5,7*
Серин	132,0 ± 6,9	122,4 ± 9,4	124,1 ± 10,8
Глутаминовая кислота	354,6 ± 18,1	335,7 ± 16,9	330,2 ± 21,0
Глицин	269,8 ± 19,1	225,9 ± 18,9	236,4 ± 21,7
Аланин	485,7 ± 25,7	401,3 ± 30,3*	410,6 ± 20,7*
Валин	299,6 ± 18,7	210,0 ± 20,1*	215,9 ± 26,0*
Цистин	19,8 ± 2,3	16,7 ± 2,8	15,9 ± 3,0
Метионин	35,6 ± 1,9	28,2 ± 2,0*	29,8 ± 1,6*
Изолейцин	125,7 ± 3,2	118,0 ± 3,4	120,6 ± 2,9
Лейцин	170,0 ± 4,5	163,1 ± 6,2	167,4 ± 5,1
Тирозин	51,2 ± 1,9	56,3 ± 2,4	57,0 ± 3,1
Фенилаланин	61,4 ± 4,3	53,9 ± 4,2	52,8 ± 5,0
Лизин	178,5 ± 7,0	184,1 ± 4,9	180,3 ± 5,1
Гистидин	55,3 ± 3,8	54,0 ± 3,2	53,1 ± 4,5
Аргинин	105,5 ± 5,9	110,6 ± 6,8	108,7 ± 5,5
Сумма аминокислот	2547,5 ± 170,3	2239,4 ± 141,7	2265,8 ± 159,4
в т.ч. незаменимых	1196,1 ± 35,8	1048,4 ± 41,7*	1060,2 ± 32,6*
заменимых	1351,4 ± 75,2	1191,0 ± 71,9	1205,6 ± 68,3

3.2.2. Формирование мясной продуктивности у молодняка свиней в зависимости от условий обеспеченности энергией и незаменимыми аминокислотами

Изменения в интенсивности и направленности метаболических процессов, обусловленные лучшей обеспеченностью организма свиней опытных групп энергией, лизином, треонином и метионином при их оптимальном соотношении способствовали повышению интенсивности роста мышечной ткани, увеличению отложения белков в скелетных мышцах. Например, по абсолютной и относительной интенсивности прироста мышечной массы, белков скелетных мышц поросята опытных групп значительно превосходили животных контрольной группы (табл. 8). Отмеченные выше изменения в параметрах роста мышечной ткани у животных опытных групп сопровождались существенным повышением интенсивности прироста мышечной массы по отношению к формированию подкожной жировой ткани. В итоге у поро-

сят опытных групп прирост массы тела («пустой») достоверно был выше по сравнению с контролем (табл. 8).

Таблица 8

Параметры роста мышечной ткани и отложения белков скелетных мышц у поросят в период выращивания ($M \pm m$, $n = 4$)

Показатели	Группы		
	1-я (контроль)	2-я (опыт)	3-я (опыт)
Мышечная масса, кг	16,7 ± 0,81	21,5 ± 1,26 ***	20,3 ± 2,22
Мышечный белок, кг	2,91 ± 0,21	3,89 ± 0,32 *	3,68 ± 0,48
Интенсивность прироста мышечной массы, г/сутки	170,3 ± 14,2	250,5 ± 29,7 *	229,8 ± 33,5
Интенсивность прироста мышечной массы, % / сутки	1,02 ± 0,04	1,16 ± 0,05	1,13 ± 0,08
Интенсивность отложения белков в мышцах, г/сутки	29,9 ± 2,64	46,3 ± 5,80 *	42,8 ± 6,21
Интенсивность отложения белков в мышцах, % /сутки	1,02 ± 0,03	1,19 ± 0,06 *	1,16 ± 0,08
Интенсивность прироста массы тела («пустой»), г / сутки	296 ± 16,3	401 ± 31,0 **	378 ± 27,6 *

Различия по эффективности использования азота и связанные с этим изменения в интенсивности прироста массы тела у поросят разных групп нашли отражение в убойных и мясных качествах (табл. 9). Исследование состава туши при убое в конце периода выращивания показало, что у свиней

Таблица 9

Результаты контрольного убоя поросят 123-суточного возраста ($M \pm m$, $n = 4$)

Показатели		Группы		
		1-я (контроль)	2-я (опыт)	3-я (опыт)
Живая масса, кг		46,12 ± 2,00	56,87 ± 2,95 ***	54,75 ± 3,26
Масса туши, кг		29,75 ± 0,53	36,40 ± 1,71 ****	34,98 ± 2,48
Убойный выход, %		61,76 ± 0,55	64,06 ± 0,80	63,76 ± 0,73
Выход мякоти	кг	18,33 ± 0,89	23,49 ± 1,38 ***	22,24 ± 2,43
	%	61,76 ± 3,64	64,43 ± 1,18	64,29 ± 0,87
Выход жира	кг	5,85 ± 0,92	6,01 ± 0,71	6,07 ± 0,52
	%	19,66 ± 2,75	16,46 ± 1,51	17,35 ± 0,28
Выход костей	кг	5,57 ± 0,37	6,90 ± 0,22 ***	6,67 ± 0,73
	%	18,74 ± 0,94	19,11 ± 1,14	19,07 ± 0,73
Внутренний жир	кг	0,705 ± 0,08	0,605 ± 0,07	0,570 ± 0,05
	%	2,36 ± 0,23	1,64 ± 0,13 **	1,63 ± 0,14 *

опытных групп по сравнению с контролем было большим содержание мякоти в туше, выше убойный выход, масса туши и меньше относительное со-

держание сала. У животных 2-й и 3-й групп отмечено снижение относительного содержания внутреннего жира, в сравнении с контролем, индекс постности и мясности в этих группах был более выраженным, что является положительным трендом в отношении качества туши. Не менее важной качественной характеристикой мясной продуктивности является химический состав мышц и, в частности, содержание в нем сухого вещества, белков и липидов. В нашем опыте выявлено повышенное содержание белка из расчёта на сухое вещество как в длиннейшей мышце спины, так и в средней пробе мышц у поросят опытных групп по сравнению с контролем. Напротив, у свиней контрольной группы, выращиваемых на низкопротеиновых рационах с низким уровнем доступных лимитирующих аминокислот, имело место повышенное отложение липидов в мышцах. На это указывают и данные по отложению липидов в расчете на единицу мышечной массы (табл. 10). Эти данные говорят о лучших мясных и убойных качествах свиней опытных групп.

Таблица 10

Химический состав мышц у поросят 123 сут. возраста, г% ($M \pm m$, $n = 4$)

Показатели	Группы	Длиннейшая мышца спины	Средняя проба мышц
Сухое вещество	1-я (контроль)	24,80 ± 0,41	30,17 ± 0,74
	2-я (опыт)	24,44 ± 0,33	29,43 ± 0,38
	3-я (опыт)	24,62 ± 0,18	29,81 ± 0,93
Белок	1-я (контроль)	19,04 ± 0,14	17,41 ± 0,22
	2-я (опыт)	19,50 ± 0,23	18,05 ± 0,14
	3-я (опыт)	19,47 ± 0,19	18,12 ± 0,11
Общие липиды	1-я (контроль)	2,83 ± 0,11	9,49 ± 0,27
	2-я (опыт)	2,34 ± 0,15	8,54 ± 0,35
	3-я (опыт)	2,49 ± 0,24	8,86 ± 0,29
Отложение липидов, г на кг мышечной массы	1-я (контроль)	-	94,9 ± 2,0
	2-я (опыт)	-	85,4 ± 3,4*
	3-я (опыт)	-	88,6 ± 1,7*

3.2.3. Живая масса, её среднесуточный прирост и эффективность использования кормов поросятами в период выращивания

Повышение уровня доступности незаменимых аминокислот, а также доведение соотношения этих аминокислот до уровня «идеального белка» при оптимальном обеспечении энергией позволило на 26 - 34 % увеличить среднесуточный прирост живой массы поросят. В конце периода выращивания свиней средняя живая масса у подсвинков 2-й и 3-й групп составила 56,48±1,83 и 54,00±3,66 кг, или выше на 20,8 и 15,5 %, чем у контрольных животных (табл. 11).

Одним из важнейших показателей эффективности использования корма являются затраты его на 1 кг прироста массы тела. Затраты корма на 1 кг прироста во 2-й и 3-й группах были на 25,4 и 21,1 % ниже по сравнению с контрольной группой животных. Затраты сырого протеина на 1 кг прироста у поросят 2-й и 3-й групп были ниже на 24,7 и 19,8 %, соответственно, по сравнению с контролем. Аналогичная картина отмечена и по затратам обменной энергии на кг прироста у животных опытных групп, и она была ниже чем в контроле на 25,2 и 20,4 % (табл. 11).

Таблица 11

Живая масса и её прирост у поросят в период выращивания ($M \pm m$, $n = 8$)

Показатели	Группы		
	1-я (контроль)	1-я (опыт)	2-я (опыт)
Живая масса в начале периода, кг	20,50±0,84	21,27±0,81	20,80±0,92
Живая масса в конце периода, кг	46,75±1,69	56,48±1,83****	54,00±3,66
Прирост живой массы, кг	26,25±1,41	35,21±1,99***	33,20±2,82*
Среднесуточный прирост, г	417±22	559 ± 32***	527 ± 45*
Расход корма, кг/ 1 кг прироста	3,94±0,22	2,94±0,19****	3,11± 0,29*
Расход протеина, г/кг прироста	455,0±25,8	342,7±22,4***	364,7± 34,2
Расход ОЭ, МДж/кг прироста	51,09±2,90	38,23±2,50****	40,64± 3,81

Приведенные выше данные показывают, что получение дополнительного прироста живой массы при использовании низкопротеиновых рационов, сбалансированных по соотношению и уровню аминокислот и обменной энергии, происходит не вследствие увеличения потребления корма, а за счет повышения биосинтеза компонентов мяса и эффективного использования аминокислот в биосинтетических процессах.

Таким образом, уровень и соотношение доступных для усвоения аминокислот при соответствующем обеспечении энергией организма растущих свиней являются факторами, лимитирующими интенсивность процессов биосинтеза компонентов мяса.

3.3. Обогащение незаменимыми аминокислотами низкопротеиновых комбикормов для свиней на откорме

В 3-й серии опытов на помесных боровках в период откорма изучали возможность определения оптимального соотношения протеина и аминокислот в низкопротеиновых рационах и их влияния на характеристики роста и эффективность использования азотистых веществ корма.

Исследования показали, что снижение уровня протеина на 10 и 15 % при повышении содержания лизина, метионина и треонина в рационе до существующих норм отразилось на интенсивности роста и использовании азота корма помесными свиньями. В первый период откорма свиньи 2-й группы не отста-

вали от контрольной и даже имели тенденцию к увеличению среднесуточного прироста на 4,4 % и снижению расхода корма, сырого протеина и обменной энергии на единицу прироста по сравнению с контролем (588 ± 16 против 562 ± 36 г/сутки). За весь период откорма поросята 1-й и 2-й групп росли примерно одинаково, и среднесуточные приросты у них были 616 ± 19 и 596 ± 35 г/сутки соответственно. Однако на единицу прироста животные контрольной группы расходовали на 6,3 и 4,8 % больше сырого протеина, по сравнению с опытными животными.

Результаты балансового опыта показали, что у свиней опытных групп при меньшем количестве переваренного сырого протеина в желудочно-кишечном тракте ($76,23 - 75,68$ против $77,90$ %) выделение азота с мочой было ниже, чем у контрольных животных ($27,77 \pm 0,98 - 25,43 \pm 1,69$ против $33,39 \pm 1,46$ г/сутки; $p < 0,05$). При этом использование азота как от принятого, так и от переваренного было выше у свиней опытных групп по сравнению с контролем. Однако, свиньи опытных и контрольной групп по отложению белка в теле существенно не различались ($0,73 \pm 0,02 - 0,73 \pm 0,03$ против $0,76 \pm 0,03$ г/сутки / кг ЖМ^{0,75}). Показатели интенсивности роста свиней, которые в большей степени обусловлены уровнем анаболических процессов белков в организме животных, согласуются с данными по использованию азота корма.

У свиней опытных групп было выявлено снижение концентрации мочевины в плазме крови ($5,20 \pm 0,41 - 5,05 \pm 0,59$ против $6,89 \pm 0,25$ ммоль/л; $p < 0,05$), которое тесно коррелировало с выделением азота с мочой. Тогда как по содержанию креатинина в крови ($87,5 \pm 2,56 - 81,0 \pm 2,03$ против $85,3 \pm 1,20$ мкмоль/л), коррелирующего с массой скелетных мышц существенных различий между группами не обнаружено. По уровню свободных аминокислот в плазме крови (сумма свободных аминокислот $2139,4 \pm 129,8 - 1$ -я группа, $2218,8 \pm 93,7 - 2$ -я группа, $2350,1 \pm 151,4 - 3$ -я группа, мкмоль/час/мг белка) и активности ферментов АСТ ($25,8 \pm 2,33 - 1$ -я группа, $26,6 \pm 1,89 - 2$ -я группа, $24,2 \pm 2,21 - 3$ -я группа, мкмоль/час/мг белка) и АЛТ ($5,9 \pm 1,35 - 1$ -я группа, $5,2 \pm 2,56 - 2$ -я группа, $6,3 \pm 2,96 - 3$ -я группа, мкмоль/час/мг белка) в мышечной ткани не выявили статистически значимых различий между подопытными животными. В то же время сдвиги в уровне свободных аминокислот, мочевины, креатинина, активности щелочной фосфатазы в крови, а также активности АСТ и АЛТ в мышцах были адекватными изменениям интенсивности роста свиней.

Исходя из вышеприведенных данных, можно сделать заключение, что снижение содержания сырого протеина в комбикорме до уровней 135 г (1-й период откорма) и 128 г в кг комбикорма (2-й период откорма) при доведении до нормы потребности в незаменимых аминокислотах (лизина, метионина, треонина) является вполне приемлемым способом экономии расхода высокобелковых дорогостоящих кормов.

В целом проведенные исследования свидетельствуют об актуальности решения проблемы по изысканию путей повышения биоконверсии протеина корма в компоненты мяса и улучшения его качества за счет направленной регуляции метаболизма и процессов биосинтеза белка у растущих и откармливаемых свиней.

4. ВЫВОДЫ

- 1.** Уровень обеспеченности метаболических процессов аминокислотами (в соотношениях, соответствующих составу «идеального белка») и энергией на низкопротеиновых рационах для растущих и откармливаемых свиней оказывает существенное влияние на метаболизм и использования азотистых компонентов корма, характеристики роста животных и процессы формирования мясной продуктивности и качество мяса.
- 2.** В возрасте 4 месяцев при живой массе 42-44 кг скорость синтеза белков в организме поросят составила в среднем 300 г/сутки, а интенсивность распада и отложения белка – 186 и 114 г/сутки. При снижении содержания протеина до 158 г в кг комбикорма с одновременным повышением уровня лизина, метионина и треонина на 5 % по сравнению с существующими нормами, интенсивность синтеза белка существенно не изменилась и составила 307 г/сутки, и его отложение возросло с 114 до 120 г/сутки. При этом эффективность использования протеина корма (отношение потребленного протеина к 100 г отложенного белка в теле) повысилась на 13 %.
- 3.** При снижении уровня протеина до 120 г в кг комбикорма с одновременным увеличением уровня лизина, метионина и треонина на 18-37 % и обменной энергии на 5 % у помесных поросят в период выращивания обеспечиваются лучшие количественные и качественные параметры мясной продуктивности, метаболизма белка и использования азота.
- 4.** Для помесных поросят (ландрас × крупная белая и Ріс-402 × крупная белая) в период их интенсивного выращивания оптимальным является полнорационный комбикорм, содержащий 12 % протеина, обменной энергии 13,02 МДж, 9,4 г лизина; 6,1 г метионина+цистина; 6,3 г треонина в кг корма, при содержании лизина 0,72 г на МДж обменной энергии. Соотношение треонина, метионина+цистина, валина, изолейцина, лейцина, гистидина, триптофана, аргинина и фенилаланина+тирозина к лизину должно составлять 67:100, 65:100, 69:100, 55:100, 100:100, 32:100, 19:100, 40:100 и 101:100 соответственно. Уровень доступных для усвоения лизина, треонина, метионина+цистина соответственно - 16,4, 10,6 и 10,9 г/сутки.
- 5.** Повышение уровня обменной энергии (на 5 %), лизина, метионина и треонина (на 18-37 %) при одновременном снижении уровня протеина до 12 % в рационе поросят в период выращивания увеличивало усвоение азотистых компонентов корма (с 16,3 до 18,2-18,8 г/сутки; $p < 0,05$) за счет лучшего использования их в биосинтетических процессах, что подтверждается данными по уровню выделяемого азота с мочой по отношению к потребленному и переваренному (у животных опытных групп уровень составил 0,22-0,23 и 0,30-0,31 против 0,29 и 0,38 соответственно у контроля). При этом эффективность использования протеина корма повысилась на 9,3-12,3 % по сравнению с контролем.
- 6.** Более эффективное использование аминокислот в биосинтетических процессах имело место у поросят, получавших рацион с повышенным на 5 %

уровнем обменной энергии, на 18 - 37 % лизина, метионина и треонина при одновременном снижении протеина до 120 г в кг комбикорма. Вышесказанное нами утверждение согласуется с низкой активностью фермента аспаратаминотрансферазы в мышечной ткани ($18,2 \pm 1,89 - 19,1 \pm 1,27$ против $23,6 \pm 1,59$ мкмоль/час/мг белка; $p < 0,05$) и повышенным отложением мышечных белков ($42,8 \pm 6,21 - 46,3 \pm 5,80$ против $29,9 \pm 2,64$ г/сутки; $p < 0,05$) при низкой концентрации мочевины в плазме крови ($3,42 \pm 0,29 - 3,87 \pm 0,37$ против $4,36 \pm 0,26$ ммоль/л; $p < 0,05$) и суммы незаменимых аминокислот ($1048,4 \pm 41,7 - 1060,2 \pm 32,6$ против $1196,1 \pm 35,8$ мкмоль/л; $p < 0,05$).

7. Различия в метаболизме и эффективности использования азота, обусловленные сбалансированным (по соотношению и уровню) поступлением аминокислот в центральный пул организма животных при повышенном на 5 % обменной энергией на низкопротеиновых рационах, нашли отражение в более высоких значениях прироста живой массы (на 26,5 - 34,1 %; $p < 0,05$), массы туши (17,6 - 22,4 %; $p < 0,05$) и мышечной ткани (на 34,9 - 47,1 %; $p < 0,05$), большим убойным выходом и заметно низким выходом подкожной жировой ткани (на 11,7 - 16,3 %) и внутреннего жира ($1,63 \pm 0,14 - 1,64 \pm 0,13$ против $2,36 \pm 0,23$ %; $p < 0,05$), а также в показателях качества мяса при более низких затратах протеина, обменной энергии, количества корма на единицу продукции.

8. Снижение уровня сырого протеина в комбикормах на 10 % от существующих норм в периоды откорма свиней с доведением до нормы потребности в незаменимых аминокислотах (лизина, метионина и треонина) существенно не влияет на приросты живой массы, конверсию корма на единицу прироста, но дает экономию расхода высокобелковых кормов на производство свинины. Экономическая эффективность использования протеина корма на продукцию повышалась на 5-6 %.

5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Результаты исследований будут использованы при разработке способов повышения эффективности использования аминокислот и протеина корма в организме свиней, обеспечивающих более полную реализацию генетического потенциала мясной продуктивности, а также для биологического обоснования и усовершенствования системы протеинового питания адекватного физиологическим потребностям животных.
2. На основании проведенных исследований на помесных поросятах в период интенсивного выращивания с 20 до 50 кг живой массы при уровне среднесуточных приростов 500 г предлагаются следующие нормы концентрации питательных веществ в 1 кг комбикорма: 1,30 ЭКЕ или 13,02 МДж обменной энергии; 122 г сырого протеина; 9,4 г лизина; 6,1 г метионина+цистина; 6,3 г треонина при уровне лизина 0,72 г на МДж обменной энергии.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Еримбетов К.Т., Шариева Д.И., Обвинцева О.В. Регуляция обмена белка и азотистых соединений в организме растущих животных разных видов (обзор) // Сельскохозяйственная биология – 2005 - № 4 – с. 29-34.
2. Еримбетов К.Т., Шариева Д.И., Обвинцева О.В. Особенности метаболизма и отложения белка у молодняка свиней разного генотипа // Вестник РАСХН, 2005, 4: 71-72.
3. Обвинцева О.В. Еримбетов К.Т., Ниязов Н.С.-А. Особенности азотистого обмена и роста мышечной ткани у помесных свиней при разном уровне протеина и лимитирующих аминокислот // Проблемы биологии продуктивных животных, 2010, 2: 60-72.
4. Обвинцева О.В., Еримбетов К.Т., Ниязов Н. С.-А., Шариева Д.И. Интенсивность роста и метаболизм азотсодержащих веществ у помесных свиней откармливаемых на низкопротеиновых рационах, обогащенных незаменимыми аминокислотами // Матер. 3 Межд. научно-практ. конф., посвященной 75-летию факультета технолог. менеджмента Ставропольского ГАУ (г. Ставрополь, 20-22 апреля 2005 г.) «Актуальные вопросы зоотехнической науки и практики как основа улучшения продуктивных качеств и здоровья с.-х. животных», Ставрополь, 2005:32-35.
5. Еримбетов К.Т., Кальницкий Б.Д., Обвинцева О.В., Ниязов Н. С.-А., Шариева Д.И. Влияние различного содержания протеина и аминокислот в рационе на интенсивность роста и характер белкового обмена у 2-породных помесных поросят в период дорастивания // Матер. 3 Межд. научно-практ. конф., посвященной 75-летию факультета технолог. менеджмента Ставропольского ГАУ (г. Ставрополь, 20-22 апреля 2005 г.) «Актуальные вопросы зоотехнической науки и практики как основа улучшения продуктивных качеств и здоровья с.-х. животных», Ставрополь, 2005:48-56.
6. Еримбетов К.Т., Ниязов Н.С.-А., Обвинцева О.В., Шариева Д.И. Метаболизм белков в организме растущих свиней при разном количестве протеина и лимитирующих аминокислот в рационе // Труды ГНУ ВНИИФ-БиП с.-х. животных, Боровск, 2005, 44: 120-129.
7. Обвинцева О.В. Еримбетов К.Т. Использование низкопротеиновых рационов, обогащенных незаменимыми аминокислотами в кормлении помесных поросят // Материалы XIV Межд. научно-практич. конф. по свиноводству (г. Ульяновск, 11-13 июля 2007 г.) «Современные проблемы интенсификации производства свинины», Ульяновск, 2007, том 2: 58 – 64.
8. Еримбетов К.Т. Обвинцева О.В. Метаболизм азотистых веществ и продуктивность молодняка свиней, выращиваемых на смоделированных низкопротеиновых рационах с повышенным уровнем обменной энергии при разной обеспеченности организма незаменимыми аминокислотами /Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в животноводстве» часть 1 // Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству. Жодино, 2010. с. 227-230.

Особую благодарность выражаю сотрудникам, перечисленным в качестве соавторов в списке опубликованных работ. Личный вклад автора в публикациях в соавторстве составляет не менее 70-80 %.