

На правах рукописи

**РОДИОНОВА
ОЛЬГА НИКОЛАЕВНА**

**АЗОТИСТЫЙ ОБМЕН И ПРОДУКТИВНОСТЬ СВИНЕЙ ПРИ ВЫ-
РАЩИВАНИИ НА НИЗКОПРОТЕИНОВЫХ РАЦИОНАХ С РАЗ-
НЫМИ УРОВНЯМИ ОБМЕННОЙ ЭНЕРГИИ И ЛИМИТИРУЮ-
ЩИХ АМИНОКИСЛОТ**

03. 01. 04 – биохимия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой 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 Россельхозакадемии.

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

Официальные оппоненты: кандидат биологических наук
Гусев Игорь Викторович
доктор биологических наук, профессор
Дудин Виталий Иванович

Ведущее учреждение: Калужский филиал ФГОУ ВПО Российский государственный аграрный университет - Московская государственная сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева.

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

Адрес института: 249013, Калужская область, г. Боровск, пос. Институт, ВНИИФБиП с.-х. животных, тел.: 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 « ____ » _____ 2011 года и размещён на официальном сайте института www.bifip2006.narod.ru « ____ » _____ 2011 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат биологических наук

В.П. Лазаренко

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

Актуальность исследований. Проблема увеличения производства мяса, снижения его себестоимости и повышения конкурентоспособности продолжает оставаться важной народнохозяйственной задачей. В успешном решении этой проблемы особая роль отводится свиноводству, занимающему значительное место в формировании мясного баланса страны и способному за короткий срок существенно увеличить его ресурсы.

Несмотря на значительные успехи, достигнутые в области питания свиней, генетический потенциал мясной продуктивности реализуется не в полной мере. В связи с этим возникает необходимость более детального изучения всех основных факторов, обеспечивающих высокие продуктивные качества животных при минимальных затратах кормов. В системе полноценного питания свиней во всём мире первостепенное значение отводится обеспеченности их протеином с учётом его качества, а также установление объективных показателей оценки протеиновой питательности кормов.

Актуальность проблемы вызывает необходимость дальнейшего проведения исследований с учётом зависимости уровня протеиновой питательности кормов от аминокислотной сбалансированности рационов и зональных особенностей кормопроизводства.

За последние годы в нашей стране и за рубежом по белковому и аминокислотному питанию свиней было проведено сравнительно много исследований, которые опубликованы в работах В.Г.Рядчикова (2000); Н.С.-А. Ниязова, Еримбетова К.Т., (2005-2010); В.Рядчикова, М.Омарова, С.Полежаева (2010); Boisen et al., (2000); Gomez et al., (2002); Warnants et al., (2001); Lobley G.E., (2003); Moreira I. et al., (2004); Libao-Mercado A.J. et al., (2006); Stein H.H. et al., (2006); Bruce K.J. et al., (2006); Gill B.P. (2006) и другие. Важным результатом разработок явилось определение основных факторов, ограничивающих полноценность белкового питания свиней.

Изучение протеинового и аминокислотного состава кормов, определение потребности в незаменимых аминокислотах и их физиологической роли открыли большие возможности для балансирования рационов по лимитирующим аминокислотам не только подбором кормов, но и за счёт использования синтетических аминокислот. При этом важным достижением для свиноводства в решении белковой проблемы является практическое применение синтетических аминокислот промышленного производства, позволяющих повысить полноценность рационов с дешевыми растительными кормами до уровня рационов с кормами животного происхождения.

Доказано, что биологическая ценность протеина определяется в первую очередь степенью сбалансированности его по незаменимым аминокислотам, относительно потребности животных. Причём, величина усвояемости аминокислоты должна соответствовать потребности животных при минимальном содержании протеина в рационе. Можно полагать, что в конечном итоге балансирование аминокислотного состава протеина корма в соответствии с

составом «идеального протеина» позволит повысить эффективность его использования, снизить выделение азота из организма животных, уменьшить загрязнение окружающей среды азотом и обеспечить возможность использования в кормлении свиней зерна злаковых культур, с низким содержанием протеина при условии балансирования его в соответствии с потребностью животных в аминокислотах.

Важное место в этих исследованиях занимает оценка уровня доступных незаменимых аминокислот, которые должны поступать в обменный фонд организма в необходимом количестве и соотношении.

Обстоятельное изучение метаболических изменений, происходящих при улучшении обеспечения организма животных аминокислотами, имеют исследования по раскрытию и изучению механизмов, регулирующих формирование фонда свободных аминокислот и уровень мясной продуктивности (Голушко и др., 2008).

Несмотря на успехи, достигнутые в области физиологии, биохимии и питания свиней, проблема кормового протеина продолжает оставаться весьма актуальной. Для её успешного решения необходимы новые научные разработки, направленные на изыскание традиционных и нетрадиционных источников растительного кормового протеина, повышение эффективности использования различных высокобелковых энергонасыщенных кормов и синтетических незаменимых аминокислот (лизина, метионина, треонина) в растительных рационах свиней с учётом региональных особенностей кормопроизводства, систем кормления и аминокислотного состава местных кормов.

Цель и задачи исследований.

Целью данных исследований явилось изучение азотистого обмена и продуктивности свиней при выращивании их на низкопротеиновых рационах с разными уровнями обменной энергии и лимитирующих аминокислот в период выращивания и откорма.

В соответствии с указанной целью, в **задачи исследований** входило:

- определить оптимальный уровень протеина и обменной энергии, а также их соотношение в низкопротеиновых рационах в периоды интенсивного выращивания и откорма свиней;
- выявить влияние уровня лимитирующих аминокислот и их соотношения с обменной энергией на метаболизм и использование азотистых веществ в организме растущих и откармливаемых свиней;
- определить параметры отложения белков в организме и тканях у свиней при различной обеспеченности незаменимыми аминокислотами и обменной энергией.

Научная новизна. Получены новые экспериментальные данные и теоретическое обоснование процессов азотистого обмена и использования азотистых компонентов корма в организме свиней в период выращивания и откорма. Показана и научно обоснована возможность повышения эффективности наращивания массы скелетной мускулатуры, что в итоге приводит к улучшению показателей мясной продуктивности и качества мяса свиней за счёт лучшей обеспеченности процессов метаболизма незаменимыми аминокислотами.

Практическая значимость работы. Проведённые исследования позволили расширить знания о механизмах и факторах, участвующих в регуляции метаболизма азотистых веществ и продуктивности свиней. Количественные характеристики этих процессов будут использованы при разработке систем и моделей прогнозирования и регулирования мясной продуктивности у молодняка свиней в период интенсивного выращивания и откорма. Полученные количественные данные по метаболизму азотистых веществ будут использованы для разработки усовершенствованных систем протеинового и аминокислотного питания свиней при выращивании и откорме на низкопротеиновых рационах, а также способов повышения эффективности биоконверсии питательных веществ корма в компоненты мяса.

Положения, выносимые на защиту:

- при интенсивном выращивании и откорме свиней на низкопротеиновых рационах метаболизм и эффективность использования азотистых веществ корма определяется в значительной степени уровнем обеспечения организма незаменимыми аминокислотами и энергией;

- повышение уровня доступных для усвоения аминокислот за счёт оптимизации протеинового и аминокислотного питания свиней обеспечивает возможность направленно формировать качественный состав мяса животных.

- снижение уровня сырого протеина в рационах для растущих свиней в период выращивания с 17,2 до 12,0%, первый период откорма с 15,0 до 11,4% и второй период откорма с 13,0 до 10,7% возможно, при условии добавления синтетических аминокислот на уровне 22-33% и уровне обменной энергии 5%.

Апробация работы: Основные положения диссертации доложены на ежегодных отчетах лаборатории белково – аминокислотного питания животных Ученого совета ГНУ ВНИИФБиП с.-х. животных (2008 года); в сборнике трудов XVII Международной научно-практической конференции «Научные проблемы производства продукции животноводства и улучшения её качества», (Брянск, 2010г); в сборнике докладов научно-практической конференции посвящённой 60-летию зоотехнической науки Беларуси. «Стратегия развития зоотехнической науки», (Жодино, 2009г); в сборнике трудов 16 Международной практической конференции «Пути интенсификации отрасли свиноводческих в странах СНГ», (Гродно, 2009г); в сборнике журнала "Проблемы биологии продуктивных животных" (Боровск, 2010-2011).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материала и методов исследований, результатов исследований и их обсуждения, заключения, выводов и предложений производству, списка использованной литературы. Работа изложена на 151 страницах компьютерного текста и содержит 30 таблиц, 2 рисунка. Список использованной литературы включает 238 источников.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Данная работа является самостоятельным разделом комплексных исследований по изучению особенностей азотистого обмена и продуктивности, растущих и откармливаемых свиней на низкопротеиновых рационах с разными уровнями обменной энергии и лимитирующих аминокислот (лизин, метионин, треонин). В соответствии с задачами исследований, нами, совместно с сотрудниками ряда лабораторий института, был проведен эксперимент в условиях вивария ВНИИФБиП сельскохозяйственных животных на помесных свиньях (ландрас × крупная белая; Ріс-402 × крупная белая). Зоотехническая часть работы (взвешивание животных, приготовление кормов, учёт поедаемости кормов, балансовые опыты и убой животных, обвалка туш) выполнена совместно с сотрудниками и аспирантами других лабораторий.

Таблица 1

Схема эксперимента.

Группы	Период выращивания	Первый период откорма	Второй период откорма
Контроль	ОЭ(12,4МДж)+СП(120г/кг)+аминокислоты (по детализированным нормам)	ОЭ(11,95МДж)+СП(114г/кг)+аминокислоты (по детализированным нормам)	ОЭ(12,50МДж)+СП(107г/кг)+аминокислоты (по детализированным нормам)
Первая опытная	ОЭ(+5%)+СП(120г/кг)+аминокислоты +(22-33%)	ОЭ(+5%)+СП(114г/кг)+аминокислоты +(22-33%)	ОЭ(+5%)+СП(107г/кг)+аминокислоты +(22-33%)
Вторая опытная	ОЭ(+10%)+СП(150г/кг)+аминокислоты (+40-52%)	ОЭ(+10%)+СП(135г/кг)+аминокислоты (+40-52%)	ОЭ(+10%)+СП(118г/кг)+аминокислоты (+40-52%)

По принципу парных аналогов с учетом живой массы, пола, интенсивности роста в уравнительный период в возрасте 63 суток (живая масса 20-22 кг) были сформированы три группы поросят по 16 голов в каждой. В уравнительный период поросятам скармливали полнорационный комбикорм типа СК-4. Эксперимент был разделен на три периода: выращивание (продолжительностью до 122 суток); первый период откорма (до 166 суток) и второй период откорма (до 214 суток). Каждому из периодов соответствовали разные по составу и питательной ценности комбикорма. Кормление проводили 2 раза в сутки (9.00 и 16.00) на протяжении всего опыта. Содержание животных групповое в клетках, поение из автопоилок. Опыт продолжался до достижения живой массы 105 - 110 кг (до 214 суток).

Для характеристики усвоения азота корма и эффективности его использования свиньями был проведен балансовый опыт (по 3 головы из каждой группы) с последующим убоем (по 3-4 головы из каждой группы). Производили обвалку туш для определения убойных и мясных качеств, взятие образцов крови, длиннейшей мышцы спины, печени, гомогената мышц.

Состав комбикормов для свиней, %.

Компоненты	Периоды								
	Выращивание			I откорм			II откорм		
	К.Г.	1-я	2-я	К.Г.	1-я	2-я	К.Г.	1-я	2-я
Ячмень	71,5	69,5	60,0	77,5	75,5	66,4	66,5	63,5	53,2
Пшеница	20,0	20,0	20,0	20,0	10,0	10,0	20,0	20,0	20,0
Кукуруза	-	-	-	-	-	-	10,0	10,0	10,0
Шрот соевый	4,6	4,8	13,0	-	0,4	7,5	-	0,7	4,5
Отруби пшеничные	-	-	-	9,0	9,0	-	-	-	-
Масло растительное	0,4	2,2	3,5	-	1,65	2,6	-	2,3	3,8
Трикальций-фосфат	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Поваренная соль	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Мука известняковая	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-
Премикс КС-3	1,0	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-
Премикс КС-4				1,0	1,0	1,0	-	-	-
Премикс КС-5	-	-	-	-	-	-	1,0	1,0	1,0

Животные контрольной группы в период выращивания получали комбикорма на ячменно-пшеничной основе с содержанием сырого протеина в пределах 120 г/кг и обменной энергии на уровне существующих норм – 12,4 МДж/кг корма. К основному рациону в этой группе добавляли лизин, метионин и треонин до уровня существующих норм для данного возраста (содержание в 1 кг корма составляет: лизина 7,7 г, метионина+цистина 4,6 г, треонина 4,8 г) (А.П. Калашников и др., 2003). В комбикормах свиней 1-й опытной группы концентрация сырого протеина была, как и в контроле, а уровень лимитирующих аминокислот был повышен на 22 – 33 % (а именно, лизина на 22%, метионина+цистина на 33% и треонина на 31%). В комбикормах свиней 2-й опытной группы уровень сырого протеина был повышен до 150 г/кг за счет пропорционального увеличения количества высокобелковых кормов (соевого шрота). Уровень лимитирующих аминокислот в рационах животных 2-й группы был выше контроля на 40-52 % (а именно, лизина на 40%, метионина+цистина на 52%, а треонина на 50%). Рационы подопытных животных отличались соотношением лизина к обменной энергии, а также отношениями треонина и метионина+цистина к лизину (табл. 3). У свиней (во все периоды опыта) 1-й опытной группы уровень обменной энергии в рационах повышен на 5,0%, а во 2-й группе – на 10,0%, по сравнению с существующими нормами. В рационы свиней всех групп были введены синтетические аминокислоты – лизин, треонин и метионин, согласно схеме эксперимента и рациону (табл. 1, 3).

Содержание питательных веществ и энергии в 1 кг комбикорма.

Компоненты	Периоды								
	Выращивание			I откорм			II откорм		
	К.Г.	1-я	2-я	К.Г.	1-я	2-я	К.Г.	1-я	2-я
Обменная энергия, МДж	12,4	13,0	13,7	11,95	12,55	13,15	12,50	13,13	13,75
Сырой протеин, г	120	120	150	114	114	135	107	107	118
Переваримого протеина, г	92	95	122	77	79	107	85	85,1	96,6
Лизин, г	7,7	9,4	10,8	6,85	8,36	9,61	5,9	7,20	8,28
Треонин, г	4,8	6,3	7,2	4,45	5,84	6,67	4,0	5,25	6,0
Метионин+цистин, г	4,6	6,1	7,0	4,25	5,63	6,47	3,8	5,03	5,78
Лизин/Обменная энергия	0,62	0,72	0,79	0,57	0,67	0,73	0,47	0,55	0,60
Треонин / лизин (Лизин = 100)	62	67	67	65	69	69	68	72	73
Метионин+цистин/лизин (Лизин=100)	60	65	65	62	66	67	64	69	70
Сырого жира, г	24,9	43,0	55,7	38,7	39,2	46,62	22,8	45,7	61,2
Сырой клетчатки, г	41,2	41,3	40,9	47,6	46,3	40,58	39,73	39,81	37,95
Кальция, г	8,48	8,49	8,48	8,58	8,52	8,46	8,28	8,25	8,18
Фосфора, г	6,04	6,06	6,14	6,48	6,40	6,13	6,06	6,07	6,10

В течение опыта проводили учет потребления комбикормов, оценивали расход корма на единицу прироста и периодически анализ химического состава кормов. С целью определения скорости роста и развития подопытных животных проводили взвешивание поросят в начале и конце каждого периода эксперимента до утреннего кормления.

Для характеристики метаболизма азотистых веществ были определены: *концентрация мочевины* в плазме крови с помощью набора (UREA 200 ENZ, фирма БИО-ТЕСТ); *активность аспаратамиотрансферазы (КФ 2.6.1.1.) и аланинаминотрансферазы (К.Ф. 2.6.1.2.)* в длиннейшей мышце спины, печени по Reitman S.J., Frankel S., 1967; *активность щелочной фосфатазы (КФ 3.1.3.1.)* в плазме крови набором, «щелочная фосфатаза 120» (ALP 2×60, фирма БИО-ТЕСТ); *активность креатинкиназы* в плазме крови проводили набором (КРЕАТИНКИНАЗА СК 50, фирмы БИО-ТЕСТ), *содержание креатинина* в плазме крови определяли фотометрически с использованием набора (CREAT 100, фирмы БИО-ТЕСТ); *определение белковых фракций* проводили экспресс-методом (метод Олла и Маккорда в модификации Карпока), *кальций* (набором КАЛЬЦИЙ СА130), и *неорганический фосфор* (набор для определения неорганического фосфора в сыворотке крови молибдатным UV-

методом, фирмы ФОСФОР-ВИТАЛ). Химический анализ мышечной ткани, средней пробы тела, внутренних органов (сухое вещество, азот, липиды) проводили по общепринятым методам. Препаративное разделение суммарных мышечных белков проводили по Helander E. (1957 в модификации Иванова). В ходе опыта, совместно с сотрудниками лаборатории института, проводили анализ кормов, кала на содержание сухого вещества, азота, сырой клетчатки по общепринятым методам (Лебедев П.Т., Усович А.Т., 1969). Для оценки качества туш и мяса были определены следующие показатели: площадь «мышечного глазка», толщина шпика, длина туловища, качество белкового состава (Гуменюк Г.А., Черкасская Н.В., 1977). Для выявления статистически значимых различий использовали t – критерий.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Влияние низкопротеиновых рационов с различными уровнями лимитирующих аминокислот и энергии на рост поросят и баланс азота

Питательность рационов, в особенности протеиновая, определяется, прежде всего, качеством протеина, что достигается путём оптимизации аминокислотного состава рациона за счёт комбинации белковых кормов или добавок синтетических аминокислот. Определение общего содержания аминокислот ещё не даёт четкого представления о значимости отдельных кормов и комбикормов в целом как источника необходимых нутриентов, так как только определённая их часть может всасываться и превращаться в организме в метаболически активную форму. В связи с этим введено понятие биологической доступности питательных веществ, в т.ч. протеина, отражающих эффективность усвоения и использования аминокислот у животных в зависимости от различных источников или при разном физиологическом состоянии организма.

Балансирование рационов по аминокислотам с учётом их доступности позволяет более полно удовлетворять потребность организма в аминокислотах, рациональнее использовать корма, объективнее оценивать новые кормовые средства и способы подготовки кормов к скармливанию. Однако биологическая доступность аминокислот для свиней разного возраста в наших условиях по существу мало изучена. Для оценки относительной роли отдельных аминокислот в синтезе индивидуальных белков введено понятие о лимитирующих аминокислотах, доступность которых для синтеза белка определяет верхнюю границу его синтеза. У моногастричных дефицитными или лимитирующими аминокислотами для обычных кормов и, прежде всего, злаковых культур, как правило, являются лизин и значительно реже треонин, метионин и триптофан. В концепции «идеального белка», как правило, аминокислотный состав выражается по отношению к лизину, первой лимитирующей аминокислоте злаков. Аналогичное понятие введено и для растущих свиней в руководстве по нормативам NRC (1998).

С этой целью нами было проведено определение уровня кажущейся доступности лимитирующих аминокислот по всем компонентам комбикорма расчётным путём. При расчёте исходили из того, что усвоение аминокислот было 100% (по Stein H.H., et al., 2001).

Таблица 4

Расчётные уровни кажущейся доступности аминокислот для помесного молодняка свиней, г/сут.

Аминокислоты	Группы		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Период выращивания, 122 суток			
Содержание лизина в корме (общий)	12,44	15,19	17,45
Доступный лизин	11,44	14,18	16,08
Содержание метионина+цистина (общий)	7,43	9,86	11,31
Доступный метионин+цистин	6,26	8,70	10,00
Содержание треонина (общий)	7,75	10,18	11,63
Доступный треонин	6,81	9,26	10,48
Отношение доступного лизина к обменной энергии г/МДж ОЭ	0,57	0,67	0,72
Первый период откорма, 166 суток			
Содержание лизина в корме (общий)	16,00	19,48	22,40
Доступный лизин	14,31	17,82	20,19
Содержание метионина+цистина (общий)	9,90	13,12	15,07
Доступный метионин+цистин	8,13	11,32	13,16
Содержание треонина (общий)	10,37	13,61	15,54
Доступный треонин	8,66	11,90	13,40
Отношение доступного лизина к обменной энергии г/МДж ОЭ	0,51	0,60	0,65
Второй период откорма, 214 суток			
Содержание лизина в корме (общий)	17,24	21,04	24,20
Доступный лизин	15,75	19,52	22,60
Содержание метионина+цистин а(общий)	11,11	14,70	16,90
Доступный метионин+цистин	9,23	12,83	14,82
Содержание треонина (общий)	11,70	15,34	17,54
Доступный треонин	10,17	13,83	15,87
Отношение доступного лизина к обменной энергии г/МДж ОЭ	0,43	0,50	0,56

Как видно из табл. 4, у поросят опытных групп, по сравнению с контролем, была заметно выше обеспеченность организма лимитирующими аминокислотами на протяжении всего эксперимента. Улучшение аминокислотной обеспеченности сопровождается более высоким отношением доступного лизина к обменной энергии. Однако доступность аминокислот и отношение доступного лизина к обменной энергии с возрастом снижается.

Анализ данных опыта показал (табл. 5), что использование при кормлении растущих свиней разных уровней сырого протеина, незаменимых аминокислот и обменной энергии неадекватно влияло на приросты живой массы тела и затраты корма на единицу прироста в период выращивания.

В конце периода выращивания средняя живая масса поросят опытных групп составляла $53,59 \pm 1,47$ - $53,13 \pm 1,63$ кг, или выше на 15,1 и 14,2 % ($p < 0,05$), чем у животных контрольной группы, а среднесуточные приросты живой массы поросят составили в опытных группах 517 ± 26 ($p < 0,05$) и 503 ± 24 г ($p < 0,05$), а в контрольной 407 ± 32 г. Затраты корма на 1 кг прироста у поросят опытных групп были на 21,1 и 18,9% ниже, по сравнению с контрольной. Затраты сырого протеина на 1 кг прироста у поросят 1-й группы был и на 17,8% ниже, по сравнению с контролем. Поросята 2-й группы тратили несколько больше сырого протеина в сравнении с контрольной. Аналогичная картина отмечена и по затратам обменной энергии на кг прироста у животных опытных групп и она была ниже на 17,3 и 10,5%.

К концу откорма (214 суток) разница в живой массе по группам между контрольной и 1-й и 2-й опытными группами составила 9,03 кг (8,6%) и 8,31 кг (7,91%), а между опытными группами разницы не отмечено. Валовой прирост, полученный за период откорма, был более высоким у свиней 2-й опытной группы. Среднесуточные приросты живой массы животных подопытных групп составили 635 ± 43 ; 656 ± 48 и 654 ± 45 г.

Таблица 5

Живая масса, среднесуточный прирост, затраты корма протеина и обменной энергии у свиней ($M \pm m$, $n=4$).

Показатели	Группы		
	контроль	1-я опытная	2-я опытная
Период выращивания, 122 дней			
Живая масса в начале периода, кг	$21,29 \pm 0,77$	$21,54 \pm 0,81$	$21,96 \pm 0,81$
Живая масса в конце периода, кг	$46,53 \pm 2,49$	$53,59 \pm 1,47$	$53,13 \pm 1,63$
Прирост живой массы, кг	$25,24 \pm 1,98$	$32,06 \pm 1,63^*$	$31,16 \pm 1,49^*$
Среднесуточный прирост, г	407 ± 32	$517 \pm 26^*$	$503 \pm 24^*$
Потреблено корма на 1 гол., кг	100,2	100,2	100,2
Расход корма на 1 кг прироста, кг	3,97	3,13	3,22
В т.ч. сырого протеина, г	476,4	375,0	482,3
обменной энергии, МДж	49,23	40,69	44,05
Первый период откорма, 166 дней			
Живая масса в начале периода, кг	$46,53 \pm 2,49$	$53,59 \pm 1,47$	$53,13 \pm 1,63$
Живая масса в конце периода, кг	$73,85 \pm 2,13$	$82,02 \pm 3,03^*$	$80,85 \pm 2,97^*$
Прирост живой массы, кг	$27,32 \pm 2,11$	$28,42 \pm 2,96$	$27,72 \pm 2,95$
Среднесуточный прирост, г	621 ± 42	646 ± 36	630 ± 33 г,
Потреблено корма на 1 гол., кг	102,7	102,7	102,7
Расход корма на 1 кг прироста, кг	3,76	3,61	3,70
В т.ч. сырого протеина, г	428	412	500
обменной энергии, МДж	44,92	45,35	48,72
Второй период откорма, 214 дней			
Живая масса в начале периода, кг	$73,85 \pm 2,13$	$82,02 \pm 3,03$	$80,85 \pm 2,97$
Живая масса в конце периода, кг	$104,97 \pm 4,47$	$114,0 \pm 4,23^*$	$113,28 \pm 3,60^*$
Прирост живой массы, кг	$31,12 \pm 4,40$	$32,98 \pm 4,18$	$32,43 \pm 3,55$

Продолжение таблицы 5

Среднесуточный прирост, г	648±45	687±39	675±56
Потреблено корма на 1 гол., кг	140,3	140,3	140,3
Расход корма на 1 кг прироста, кг	4,51	4,25	432
В т.ч. сырого протеина, г	482	459	510
обменной энергии, МДж	55,0	54,5	58,0
За весь период откорма, 92 суток			
Живая масса в начале периода, кг	46,53±2,49	53,59±1,47	53,13±1,63
Живая масса в конце периода, кг	104,97±4,47	114,0±4,18*	113,28±3,60*
Прирост живой массы, кг	58,44±3,87	60,41±4,05	60,15±3,58
Среднесуточный прирост, г	635±43	656±48	654±45
Потреблено корма на 1 гол., кг	243	243±	243
Расход корма на 1 кг прироста, кг	4,16	4,02±	4,04
В т.ч. сырого протеина, г	459	444±	505
обменной энергии, МДж	50,28	51,07	50,37

* $p < 0,05$ по t – критерию при сравнении с контролем

Следует отметить, что за периоды откорма свиньи 1-й группы, получавшие комбикорма со сниженным уровнем сырого протеина до 114,0 - 107,0 г, повышенным уровнем обменной энергии на 5% и добавкой синтетических незаменимых аминокислот лизина - 8,36 - 7,2 г, метионина - 5,84 - 5,25, треонина - 5,63 - 5,03 г кг корма и соотношением лизина к метионину - 67 - 55, треонину - 69 - 72 и обменной энергии - 0,66 - 0,69 позволили получить практически одинаковые приросты живой массы, что способствовало снижению расхода сырого протеина на единицу продукции по сравнению свиньями 2-й группы.

Следовательно, в данных условиях эксперимента аминокислотная обеспеченность процессов метаболизма «идеальным» соотношением незаменимых аминокислот, на наш взгляд, была характерна для поросят 1-й опытной группы с содержанием сырого протеина на уровне 120 г/кг корма, но с повышенным уровнем незаменимых аминокислот на 22-33%, а обменной энергией на 5%. В то же время у поросят 2-й опытной группы (на 40-52%) на фоне повышенного уровня незаменимых аминокислот и доведения уровня содержания сырого протеина до 150 г/кг корма, имело место повышение переваримости азотистых веществ корма на 34,0% и 27,1% соответственно по группам. Повышение переваримости протеина корма во 2-й опытной группе обусловлено, по-видимому, более высоким содержанием в составе комбикорма высокопереваримого белкового компонента – соевого шрота, но у поросят этой группы наблюдалось и большее выделение азота с мочой, что вполне естественно, поскольку они больше потребляли азота корма, а отложение азота было практически одинаковым, несмотря на разницу в степени переваривания и выделения азота с мочой. Более низкое усвоение азота поросятами контрольной группы в этой ситуации можно объяснить недостаточным поступлением лимитирующих аминокислот в метаболический пул организма, что подтверждается данными Р.Киекбаева, Х.Иммуратова (2005).

Таблица 6

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

Показатели	Группы		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Принято азота с кормом: г / сут г / кг ЖМ ^{0,75}	35,36 ± 0,72 1,98 ± 0,07	36,75 ± 0,68 1,83 ± 0,02	45,31 ± 0,50 2,23 ± 0,06*
Выделено, г / сут: с калом с мочой	8,18 ± 0,36 11,58 ± 0,40	8,08 ± 0,46 9,89 ± 0,48*	8,87 ± 0,39 17,63 ± 1,34
Переварено: г / сут %	27,18 ± 0,45 76,87 ± 0,65	28,67 ± 0,46 78,01 ± 1,26	36,44 ± 0,39 80,42 ± 0,86**
Отложено в теле: г /сут г / кг ЖМ ^{0,75} % от принятого % от переваренного	15,60 ± 0,13 0,87 ± 0,02 44,11 ± 0,93 57,42 ± 0,82	18,77 ± 0,94** 0,93 ± 0,05 51,08 ± 2,56* 65,42 ± 2,23**	18,80 ± 0,96** 0,92 ± 0,03 45,97 ± 3,47* 51,68 ± 2,04
Отношение N мочи/N принятому с кормом	0,33	0,27	0,39
Отношение N мочи/N Переваренному	0,43	0,35	0,40

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ по t – критерию при сравнении с контролем

Изменения степени использования азота и метаболизма белков тела у поросят опытных групп характеризуются заметным снижением концентрации мочевины в плазме крови - конечного продукта азотистого обмена, и указывают на более эффективное использование аминокислот в биосинтетических процессах и на снижение их утилизации в процессе дезаминирования в тканях.

3.2. Концентрация белка и его фракций, мочевины, креатинина, креатинкиназы, щелочной фосфатазы в плазме крови поросят

Из представленных нами данных видим, что содержание общего белка в плазме крови у животных опытных групп повышается. В период выращивания содержание общего белка в плазме крови опытных групп превышало его уровень в контроле на 17,3% и 10,0% (контроль 56,70 г/л, 1-я 66,5 г/л ($P < 0,01$), 2-я 62,4 г/л), соответственно для 1-й и 2-й опытных групп. К концу первого периода откорма на 17,7% (контроль 64,83 г/л, 1-я 76,30 г/л ($P < 0,05$), 2-я 76,30 г/л ($P < 0,05$)) в обеих опытных группах, а к концу второго периода откорма содержание общего белка было выше у животных 2-й группы на 6,1% и 7,0%, (контроль 77,20 г/л, 1-я - 76,60 г/л, 2-я - 81,94 г/л), соответственно в сравнении с контрольной и 2-й группами. Повышение уровня общего белка происходит в основном за счёт увеличения альбуминов. Уровень альбумина в контроле (22,96 г/л) был ниже по отношению к опытным животным

(1-я: 28,72 г/л ($P<0,05$), 2-я: 26,95 г/л ($P<0,05$)) на 20% и 14,8%, соответственно 1-я и 2-я группы. В первый период откорма эта разница составила 17,4% и 17,4% (контроль 27,22 г/л, 1-я 32,96 г/л ($P<0,05$), 2-я 32,96 г/л ($P<0,05$)), а во второй 9% и 13,5% (контроль 30,10 г/л, 1-я 33,09 г/л, 2-я 34,82 г/л) соответственно по группам. Это свидетельствует, что увеличение скорости роста животных сопровождается повышением интенсивности белкового обмена, что подтверждается данными динамики соотношения белковых фракций в плазме крови. В нашем опыте соответствующие изменения отмечены по уровню глобулиновых фракций белка и в большей степени - за счёт динамики изменения количества α - и γ - глобулинов.

Так, содержание α - глобулинов у животных 1-й и 2-й опытных групп увеличилось в период выращивания на 14,2% и 7,6% ($P<0,05$), (контроль 11,57 г/л, 1-я - 13,21 г/л, 2-я - 12,45 г/л ($P<0,05$)), в первый период откорма на 17% ($P<0,05$) и 14,6% ($P<0,05$) (13,17 г/л; 15,40 г/л ($P<0,05$), 2-я - 15,4 г/л ($P<0,05$)), а во втором периоде откорма различия были только во 2-й опытной группе и составляли 3%, по отношению к контрольной группе, а между 1-й и контрольной группами различий не наблюдалось (16,80 г/л; 16,80 г/л; 17,30 г/л).

По содержанию β - глобулинов в плазме крови нами не выявлено существенных различий между группами животных, концентрация данного показателя находилась в пределах физиологической нормы. Анализируя полученные данные по концентрации кальция и неорганического фосфора в плазме крови можно отметить, что незначительные колебания значений, произошедшие под влиянием экспериментальных рационов, находятся в пределах физиологических норм, но имеют свою возрастную динамику, что необходимо учитывать при оценке обеспеченности организма животных минеральными веществами.

Лучшее использование аминокислот на биосинтетические цели в мышечной ткани влечёт за собой снижение концентрации в плазме крови мочевины - конечного продукта азотистого обмена, что указывает на более эффективное использование аминокислот в процессах биосинтеза на фоне более низкого уровня процессов дезаминирования в тканях (Campbell, 1987; Eiseemann et al., 1989; Gomez et al., 2002).

Наиболее низкая концентрация мочевины в плазме крови наблюдается у животных 1-й и 2-й групп. В период выращивания концентрация мочевины была ниже на 12,4% и 5,4% (4,52 ммоль/л ($P<0,05$), 4,88 ммоль/л, соответственно) относительно контроля (5,16 ммоль/л). В первом периоде откорма на 5,6% и 1,81% (5,22 ммоль/л ($P<0,05$), 5,43 ммоль/л соответственно) относительно контроля (5,53 ммоль/л), а во втором более высокая концентрация была у животных контрольной группы (6,60 ммоль/л) и она превышала этот показатель в опытных группах на 10,4% и 7,3% (5,98 ммоль/л ($P<0,05$), 6,15

ммоль/л ($P < 0,05$) соответственно). Наши результаты подтверждаются данными Е.И. Тимошкиной (2010) участвующей в проведении опытов, по содержанию свободных аминокислот в длиннейшей мышце спины в периоды выращивания и откорма.

Данные по концентрации креатинина в плазме крови дают дополнительные представления о белковом обмене и о состоянии мышечной ткани, т.к. он, является метаболитом, косвенно характеризующим нарастание массы скелетной мускулатуры. На фоне низкопротеинового рациона с добавлением различного уровня незаменимых аминокислот и обменной энергией, концентрация креатинина в плазме крови животных всех групп подтверждается показателями по нарастанию мышечной массы в организме животных (табл. 9). В период выращивания концентрация креатинина в плазме крови животных 1-й группы (51,43 мкмоль/л ($P < 0,05$)) была выше на 36,8% и 8,4% по сравнению с контролем (37,58 мкмоль/л) и 2-й опытной (47,44 ($P < 0,05$)) группой. В первый период откорма - на 7% и 4,2% (контроль 52,15, 1-я - 55,76 ($P < 0,05$), 2-я - 53,51 мкмоль/л), а во второй - на 5,4% и 8,6% (контроль 58,10, 1-я - 61,26 ($P < 0,05$), 2-я - 56,40 мкмоль/л) соответственно.

На протяжении всего эксперимента более высокая активность креатинкиназы наблюдалась в плазме крови животных 1-й группы (контроль - 0,26 мккат/л, 1-я - 0,37 мккат/л, 2-я - 0,29 мккат/л), в период выращивания - на 42,3% и 27,6%. В конце первого периода откорма (контроль - 0,30 мккат/л, 1-я - 0,44 мккат/л, 2-я - 0,32 мккат/л) на 46,7% и 37,5%, и второго периода откорма (контроль - 0,35 мккат/л, 1-я - 0,45; 2-я - 0,30 мккат/л) на 28,6% и 50% относительно активности данного фермента в плазме крови у животных контрольной и 2-й группы соответственно.

Улучшенные сдвиги отмечены также и в активности щелочной фосфатазы. Наиболее высокие показатели наблюдаются в плазме крови у животных 1-й группы. В период выращивания она превалировала над контролем (1,08 мккат/л) и второй группой (1,03 мккат/л) на 5,5% ($P < 0,05$) и 10,7% соответственно; в первый период откорма (контроль - 9,9 мккат/л, 1-я - 0,95 и 2-я - 0,87 мккат/л) - на 5,5% и 9,2%, а в конце второго периода откорма (контроль - 0,82 мккат/л, 1-я - 0,87 и 2-я - 0,74 мккат/л) - на 6,1% и 17,5%, соответственно.

3.3. Активность ферментов переаминирования в тканях

Как отмечалось выше, в основе процессов белкового обмена и аминокислот в тканях лежат реакции трёх типов: дезаминирования, переаминирования (трансаминирования) и декарбоксилирования. В наших исследованиях наибольшее значение уделяется двум ферментам – аспаратаминотрансферазе (АСТ), которая катализирует обратимую реакцию между аспарагиновой и α -кетоглутаровой кислотами и аланинаминотрансферазе (АЛТ), катализирующей обратимую реакцию между аланином и α -кетоглутаровой кислотой.

Таблица 7

Активность ферментов переаминирования в печени свиней разного возраста, мкмоль / час/мг белка ($M \pm m$, $n=4$)

Ферменты	Группы животных		
	контроль	1-я опытная	2-я опытная
Период выращивания			
АСТ	62,3 ± 2,7	72,7 ± 2,4	68,1 ± 1,9
АЛТ	12,1 ± 0,6	12,8 ± 0,5	12,9 ± 0,5
Первый период откорма			
АСТ	45,2 ± 2,9	54,5 ± 2,3	49,5 ± 2,9
АЛТ	11,8 ± 0,6	12,0 ± 0,7	12,3 ± 0,5
Второй период откорма			
АСТ	43,1 ± 1,9	48,1 ± 2,3	43,4 ± 2,1
АЛТ	11,2 ± 0,8	11,3 ± 0,7	11,0 ± 0,7

Таблица 8

Активность ферментов переаминирования в длиннейшей мышце спины свиней разного возраста, мкмоль / час/мг белка ($M \pm m$, $n=4$)

Ферменты	Группы животных		
	контроль	1-я опытная	2-я опытная
Период выращивания			
АСТ	23,7 ± 1,5	26,2 ± 1,4	24,3 ± 1,2
АЛТ	3,9 ± 0,4	4,1 ± 0,4	4,2 ± 0,5
Первый период откорма			
АСТ	21,8 ± 1,4	25,9 ± 1,2	25,9 ± 1,2
АЛТ	3,8 ± 0,5	4,0 ± 0,5	4,1 ± 0,4
Второй период откорма			
АСТ	18,0 ± 2,3	24,8 ± 1,9	23,5 ± 2,1
АЛТ	3,7 ± 0,5	3,8 ± 0,5	3,8 ± 0,5

Из данных табл. 7 и 8 следует, что активность АСТ, выше у свиней опытных групп, по сравнению с контрольной группой. В печени в период выращивания поросят активность была выше на 16,7% и 9,3%, а в конце первого периода откорма - на 20,6% и 9,5%. К концу второго периода откорма существенное изменение было только в 1-й группе и составило 11,6%, соответственно, опытные группы относительно контроля. В длиннейшей мышце спины эти изменения составили 10,5% 1-я опытная группа; на 18,8% в обеих опытных группах; на 37,8% и 30,5%, соответственно животные 1-й и 2-й опытных групп относительно контроля, в период выращивания, первый и второй периоды откорма.

Активность АЛТ (показатель отражающий использование аминокислот в процессах глюконеогенеза) была несколько выше у животных опытных групп, как в печени, так и в длиннейшей мышце спины. В печени в период

выращивания 1-я и 2-я были выше контроля - на 5,8 и 6,6%, в первый и во второй периоды откорма достоверных различий по группам не наблюдается. В длиннейшей мышце спины в период выращивания 1-я и 2-я опытные группы превышали контроль - на 5,1 и 7,7%, в первый период откорма - на 5,2 и 8%, во второй период откорма увеличение данного показателя в опытных группах было незначительно. Всё это ещё раз указывает на лучшее использование опытными животными аминокислот в анаболических процессах и свидетельствуют о более интенсивных процессах синтеза глюкозы и липидов.

3.4. Отложение белков в скелетных мышцах у растущих и откармливаемых свиней

Улучшение аминокислотного обеспечения биосинтетических процессов у свиней в период их интенсивного выращивания и откорма положительно сказалось на эффективности использования азотистых веществ корма и, как следствие этого, сопровождалось изменениями обмена белков в скелетных мышцах. Нами в работе при определении параметров отложения мышечной ткани и белков пользовался метод сравнительного убоя с учётом химического анализа состава мяса.

В результате балансирования рационов опытных животных по незаменимым аминокислотам до уровня «идеального» белка при повышенном уровне обменной энергии, животные опытных групп по уровню и интенсивности наращивания скелетной мускулатуры и отложению белка в мышцах свиней первой и второй опытной группы превосходили контрольных животных (табл. 9 и 10).

Таблица 9

Параметры отложения мышечных белков и мышечной массы (обезжиренной) у свиней в течение всего эксперимента

Показатели	Группы		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Исходные данные (63 суток)			
Мышечная масса, кг	9,11 ± 0,17	9,11 ± 0,17	9,11 ± 0,17
Период выращивания (до 122 суток)			
Мышечная масса, кг	18,19 ± 0,56	21,99 ± 0,49	22,75 ± 1,10
Мышечная масса за период, кг	9 ± 0,2	12,9 ± 0,3	13,6 ± 0,4
Мышечный белок, кг	1,59 ± 0,15	2,33 ± 0,2	2,48 ± 0,18
Прирост мышечной массы, г/сутки	146,4 ± 0,1	207,7 ± 0,2	220 ± 0,2
Отложение белков в мышцах, г/сутки	25,6 ± 2,2	37,6 ± 2,39	40 ± 2,84
За весь период откорма до 214 суток (92 дня)			
Мышечная масса, кг	38,5 ± 0,52	46,13 ± 1,38	40,19 ± 3,40
Мышечная масса за период, кг	20,31 ± 0,28	24,14 ± 0,41	17,44 ± 0,39
Мышечный белок, кг	3,52 ± 0,11	4,40 ± 0,22	3,18 ± 0,25
Прирост мышечной массы, г/сутки	220,8 ± 2,2	262,4 ± 3,7	189,5 ± 3,7
Отложение белков в мышцах, г/сутки	38,26 ± 0,31	47,82 ± 0,22	34,56 ± 0,19

Анализируя данные табл., 9, можно сделать вывод, что применение в кормлении свиней испытываемых комбикормов на протяжении всего экспериментального периода способствовало более высокому отложению белка в мышечной ткани: в период выращивания - на 0,74 кг и 0,90 кг, а за весь период откорма - на 0,88 кг. Прирост мышечной массы был выше у опытных групп относительно контроля на 61,3г/сут., и 73,5г/сут., в период выращивания и на 41,6 г/сут., (1-я опытная группа) за весь период откорма, соответственно. По накоплению белка в скелетных мышцах животные контрольной и 1-й группы превзошли 2-ю группу на 25% и 38,3% соответственно.

Отмеченные изменения по интенсивности прироста мышечной массы и отложению белка в скелетных мышцах, при разной обеспеченности организма свиней лимитирующими аминокислотами, сопровождались определенными количественными изменениями в соотношении роста подкожной жировой и костной тканей (табл. 10).

За период выращивания прирост массы сала поросят был максимальным во 2-й группе (5,07 кг) и превышал контроль (4,3 кг) - на 18%, а по сравнению с 1-й группой (4,69 кг) - на 8,1%. Прирост костной ткани в данный период наиболее высоким был получен у животных опытных групп (3,3 и 3,1 кг соответственно 1-я и 2-я) или на 29,4% и 22,4%. При этом 1-я группа имела приросты за период выше, чем 2-я на 5,7%. Аналогичные факты интенсивности прироста мышечной, жировой и костной тканях обнаружены и в исследованиях С.Н.Аитова и др., (1988); В.И.Майстрова и др., (1989); В.А.Погодаева и др., (2008); В.Рыбалко и др., (2010).

Таблица 10

Показатели мясной продуктивности у поросят ($M \pm m, n=4$).

Компоненты	Периоды								
	выращивание			I период откорма			II период откорма		
	К.Г.	1-я гр.	2-я гр.	К.Г.	1-я гр.	2-я гр.	К.Г.	1-я гр.	2-я гр.
Масса туши, кг	29,78	34,83	35,20	48,5	55,87	55,17	66,0	77,30	73,5
Убойный выход туши, %	63,49	64,50	64,89	66,13	67,32	68,31	65,2	70,0	66,77
Количество мякоти в туше, кг	18,19	21,99	22,75	27,73	34,7	32,97	38,5	46,1	39,67
Количество мякоти в туше, %	62,09	64,22	64,62	57,14	62,07	59,76	58,46	59,7	54,17
Прирост массы сала за период, кг	4,3	4,69	5,07	7,44	7,02	7,77	5,8	8,76	9,73
Количество сала в туше, %	18,97	17,38	17,98	26,75	23,27	25,63	28,37	28,16	32,67
Прирост массы костей за период, кг	2,55	3,3	3,12	2,21	1,89	1,98	0,94	1,21	1,5
Количество костей в туше, %	18,94	18,40	17,38	16,03	14,66	14,64	13,16	12,14	13,17
Отношение мякоти/кости	3,27	3,49	3,71	3,57	4,23	4,07	4,46	4,91	4,10
Отношение мякоть/сало	3,27	3,70	3,59	2,13	2,69	2,33	2,08	2,12	1,69
Толщина шпика, мм	13,3	14,3	15,5	26,3	25,0	28,3	35,0	33,0	38,0
Площадь мышечного глазка, см ²	16,33	18,3	18,5	22,17	24,3	23,06	28,3	33,8	29,2

В первый период откорма контроль (7,44 кг) превосходил животных 1-й группы (7,02 кг) на 6%, в то же время наибольшее количество сала в данный период роста откладывалось у животных 2-й группы (7,77 кг), и оно превышало контроль на 4,5% и 1-ю группу - на 10,7%. По интенсивности прироста костной ткани в данный период опережают животные контрольной группы (2,21 кг), на 16,7% относительно первой (1,89 кг) и на 11,5% второй (1,98 кг).

Прирост сала за второй период откорма у животных 2-й группы был выше на 68% (9,73 кг), чем в контроле (5,8 кг) и на 11% в сравнении с приростом в 1-й группе (8,76 кг). Аналогичная картина просматривается и по костной ткани, где у животных 2-й группы (1,5 кг) прирост костной ткани был выше на 60% относительно животных контрольной группы (0,94 кг) и на 24,0% в сравнении с животными 1-й группы (1,21 кг).

Исследование состава туши при убое животных на протяжении всего периода эксперимента показало, что у свиней опытных групп по сравнению с контролем были выше убойный выход и масса туши, в них больше содержалось мякоти (табл. 10). Повышение отношения количества мякоти к выходу жира у животных 1-й и 2-й опытных групп сопровождалось заметным снижением уровня внутреннего жира, что свидетельствует о лучших мясных и убойных качествах свиней опытных групп. Площадь «мышечного» глазка и промеры шпика согласуются с показателями выхода мяса и шпика (сала) в тушах.

Не менее важной характеристикой мясной продуктивности является химический состав мяса (табл. 11) и, прежде всего, содержание белка и отдельных белковых фракций.

Таблица 11

Содержание сухого вещества, белка в мышцах и печени у молодняка свиней, г% (M±m, n=4)

Показатели	Группы животных	Длиннейшая мышца спины	Печень	Гомогенат мышц
Возраст – 62 суток				
Сухое вещество		23,17 ± 0,20	-	27,39 ± 0,96
Белок		18,64 ± 0,16	-	16,99 ± 0,33
Возраст – 122 суток				
Сухое вещество	К.Г.	23,61 ± 0,25	29,53 ± 0,38	30,79 ± 1,05
	1-я О.Г.	25,04 ± 0,21 ^{***}	30,20 ± 0,49	31,78 ± 0,29
	2-я О.Г.	25,47 ± 0,10	29,90 ± 0,44	31,83 ± 0,61
Белок	К.Г.	19,03 ± 0,28	20,33 ± 1,24	17,52 ± 0,23
	1-я О.Г.	20,07 ± 0,21 [*]	22,50 ± 0,29	18,13 ± 0,20
	2-я О.Г.	21,09 ± 0,49 ^{**}	22,78 ± 0,36	18,18 ± 0,27
Возраст – 166 суток				
Сухое вещество	К.Г.	23,45 ± 0,24	29,32 ± 0,12	30,56 ± 0,16
	1-я О.Г.	24,22 ± 0,18 ^{***}	30,10 ± 0,24 [*]	31,66 ± 0,17
	2-я О.Г.	24,56 ± 0,27	29,95 ± 0,19 [*]	31,98 ± 0,08

Продолжение таблицы 11

Белок	К.Г.	19,91 ± 0,04	20,20 ± 0,21	17,65 ± 0,25
	1-я О.Г.	21,07 ± 0,02*	21,17 ± 0,17**	18,28 ± 0,08*
	2-я О.Г.	21,11 ± 0,09	20,52 ± 0,10	18,35 ± 0,12*
Возраст – 214 суток				
Сухое ве- щество	К.Г.	24,06 ± 0,14	29,17 ± 0,21	30,83 ± 0,08
	1-я О.Г.	25,20 ± 0,09	30,20 ± 0,12	31,71 ± 0,05
	2-я О.Г.	25,38 ± 0,13	30,67 ± 0,23	31,80 ± 0,08
Белок	К.Г.	20,50 ± 0,13	20,57 ± 0,12	17,36 ± 0,09
	1-я О.Г.	21,65 ± 0,09**	21,19 ± 0,14**	18,23 ± 0,03
	2-я О.Г.	21,68 ± 0,12	20,86 ± 0,15	18,28 ± 0,05

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ по t – критерию при сравнении с контролем.

где, О.Г. – опытные группы.

Рассматривая полученные нами данные по химическому составу длиннейшей мышцы спины, печени и гомогената мышц в возрастном аспекте, можно отметить, что по мере роста животных уменьшается количество влаги и увеличивается содержание жира и белка, вследствие чего повышается энергетическая ценность продукта.

Нами выявлено, что на протяжении всего эксперимента у свиней 1-й опытной группы, содержащихся на низкопротеиновых рационах с добавлением 22-33% лимитирующих аминокислот и 5% обменной энергии, в отличие от животных контрольной и 2-й опытной группы, наблюдается снижение уровня белков стромы и увеличение уровня миофибриллярных и саркоплазматических белков (легкорастворимые белки).

В результате белково – качественный показатель у животных 1-й группы в период выращивания был выше на 10% и 7% по отношению к данному показателю у животных контрольной и 2-й групп. В первый период откорма у животных опытных групп он был выше, чем в контроле на 14,5% и на 4,3%. В целом можно сказать, что у свиней опытных групп отмечалось улучшение качественного показателя белка, что, возможно, связано с уровнем сбалансированности аминокислот в рационе и с более высокой скоростью процессов синтеза белка и соответственно наращиванием массы скелетной мускулатуры. Во второй период откорма наблюдалось снижение данного показателя по группам, но тенденция сохранилась. Более высокое значение указанного показателя наблюдались у животных опытных групп по отношению контрольной группе - на 12% и 2% соответственно в 1-й и 2-й группах. Возможно, во втором периоде откорма преобладают процессы липогенеза, нежели синтеза белка, и, следовательно, для получения высококачественных белков мышечной ткани можно закончить цикл производства качественной свинины в возрасте 166 суток. Сходные данные опубликованы в работе В.А. Сечина и В.Н. Жанбаева (2010).

Фракционный состав белков длиннейшей мышца спины у свиней,
($M \pm m$, $n=4$)

Показатели	Группы		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Период выращивания 122 суток			
Содержание, г% общего белка в длиннейшей мышце спины	19,03±0,28	20,07 ± 0,21*	21,09 ± 0,49**
Саркоплазматическая фракция	8,05 ± 0,53	8,33 ± 0,61	8,40 ± 0,43
Миофибриллярная фракция	8,08±0,47	8,92 ±0,32	9,55 ± 0,53
Стромальная фракция	2,90 ± 0,65	2,82 ± 0,42	3,14± 0,61
Качественный показатель белков, ед.	5,56 ± 0,37	6,11 ± 0,47	5,71 ± 0,35
Первый период откорма 166 суток			
Содержание, г% общего белка в длиннейшей мышце спины	19,91 ± 0,04	21,07 ± 0,02*	21,11 ± 0,09
Саркоплазматическая фракция	8,18 ± 0,15	8,35 ±0,10	8,16 ± 0,28
Миофибриллярная фракция	8,61 ± 0,24	9,78 ± 0,17	9,76 ± 0,32
Стромальная фракция	3,12 ± 0,10	2,94 ± 0,09	3,19 ± 0,43
Качественный показатель белков, ед.	5,38 ± 0,21	6,16 ± 0,14	5,61 ± 0,19
Второй период откорма 214 суток			
Содержание, г% общего белка в длиннейшей мышце спины	20,50 ± 0,13	21,65 ± 0,09*	21,68 ± 0,12
Саркоплазматическая фракция	8,20 ± 0,17	8,59 ± 0,10	8,41 ± 0,19
Миофибриллярная фракция	9,03 ± 0,24	9,94 ± 0,17	9,90 ± 0,28
Стромальная фракция	3,27 ± 0,29	3,12 ± 0,07	3,37 ± 0,20
Качественный показатель белков, ед.	5,30 ± 0,11	5,94 ± 0,21	5,40 ± 0,18

Полученные результаты убоя животных, обвалки туш и химического анализа состава мяса позволяют нам сделать вывод, что балансирование рационов по незаменимым аминокислотам и энергии оказывает положительное влияние на продуктивность животных.

В целом проведённые нами комплексные исследования свидетельствуют об актуальности и возможности решения проблемы по повышению эффективности использования азотистых веществ корма и повысить конверсию протеина корма в продукцию. Количественные показатели формирования мышечной ткани при выращивании и откорме свиней подтвердили необходимость оптимизации протеинового питания в рационе свиней и прогнозирования потока аминокислот из пищеварительного тракта в метаболический пул организма путём учёта качества и питательности комбикорма.

4. ВЫВОДЫ

- 1 Обогащение комбикормов лимитирующими аминокислотами (лизина, метионина и треонина) на 22-33% (к норме) или на 40-52% (к норме) с одновременным увеличением уровня обменной энергии на 5% или 10% на фоне 12% или 15% сырого протеина в рационе повышает доступность аминокислот и, как следствие, увеличивает отношение доступного лизина к обменной энергии на 17,5% и 7,5% в порядке упоминания в период выращивания; на 17,6% и 27,5% в первый период откорма и на 16,3% и 30,2% во второй период откорма.
- 2 Животные, получавшие низкопротеиновые рационы с уровнем лимитирующих аминокислот, увеличенным на 22-33% и обменной энергии на 5% на фоне 12% сырого протеина в рационе, имеют наиболее высокое содержание креатинина (на 36,8%, 7,0% и 5,4% соответственно периодам выращивания и откорма), повышенная активность креатинкиназы (на 42,3%, 46,6% и 28,6%, соответственно периодам) и щелочной фосфатазы (на 5,5%, 5,5% и 6,1%, соответственно периодам) в плазме крови, как следствие наиболее благоприятного течения обменных процессов.
- 3 Самое эффективное в опыте использование аминокислот в биосинтетических процессах у животных, получающих рационы с добавками лимитирующих аминокислот (лизин, метионин и треонин) в количестве 22-33% с повышенной на 5% уровнем обменной энергии на фоне 12% сырого протеина в рационе сопровождается более высокими показателями активности аспарагиновой трансаминазы в печени на 16,7%, 20,6%. 11,6% соответственно в период выращивания, первый и второй периоды откорма. В длиннейшей мышце спины активность этого фермента находится на 10,5%, 18,8% и 37,8% более высоком уровне соответственно по периодам, при низкой концентрации мочевины в плазме крови (4,52 против 5,16 ммоль/л в период выращивания; 5,22 против 5,53 ммоль/л в конце первого периода откорма и 5,98 против 6,60 ммоль/л в конце второго периода откорма).
- 4 Применение в кормлении свиней низкопротеиновых (12%) комбикормов с повышенными (на 22-33% или 40-52%) уровнями лимитирующих аминокислот (лизин, метионин и треонин) и обменной энергии (на 5% или 10%) изменяет активность аланиновой трансаминазы. В печени в период выращивания отмечены, соответственно на 5,8 и 6,6%, а в первый и во второй периоды откорма достоверных различий по группам не наблюдалось. В длиннейшей мышце спины повышение на 5,1 и 7,7% было в период выращивания и на 5,3 и 8,0% в первый период откорма. Во второй период откорма существенных различий также не отмечается.

- 5 Балансирование рационов по лимитирующим аминокислотам (увеличение по сравнению с контролем на 22-33% или на 40-52%) с одновременным повышением по обменной энергии (соответственно на 5 или 10%) на фоне 12% или 15% сырого протеина в рационе не оказывает сильного влияния на биохимический состав крови. Изменения концентрации общего белка в плазме крови происходят в основном, за счёт альбуминов и α – глобулинов. Уровень β - глобулинов за весь период откорма существенно не изменяется при увеличении количества γ - глобулинов с возрастом животных.
- 6 Балансирование рационов по лимитирующим аминокислотам (увеличение по сравнению с контролем на 22-33%) с одновременным повышением по обменной энергии (на 5%) на фоне 12% сырого протеина в рационе по сравнению с лучшим по питательности рационом увеличивает усвоение азотистых компонентов корма (с 15,60 до 18,77 г/сутки; $p < 0,05$) за счёт лучшего использования их в биосинтетических процессах, что подтверждается данными по уровню выделяемого азота с мочой по отношению к потреблённому и переваренному азоту (0,27 и 0,35 против 0,33 и 0,43).
- 7 Доведение содержания синтетических незаменимых аминокислот до нормы или ее превышение с одновременным увеличением уровня обменной энергии на 5% (к норме) или 10% (к норме) на фоне 12% или 15% сырого протеина в рационе повышает среднесуточные приросты животных на 27,0% и 23,6% соответственно группам в период выращивания; в первый период откорма увеличение было незначительное; 6,0% и 4,2% во второй при снижении затрат корма на прирост массы тела.
- 8 Отличия в метаболизме и эффективности использования азота, обусловленные сбалансированным поступлением аминокислот в организм животных при повышенном на 5% уровне обменной энергии на фоне низкопротеиновых рационов (120 г/кг корма) во все периоды эксперимента реализуются в повышенном выходе мякоти (на 21%, 25% и 20% соответственно периодам) и уменьшенном содержании сала, а также способствуют лучшему росту костной ткани.

5. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРАКТИКЕ

Рекомендуем для практики следующую модель низкопротеинового рациона: в период выращивания - 1,30 ЭКЕ; 13,02 МДж обменной энергии/кг корма; 120, г сырого протеина/кг комбикорма; 9,4 г лизина; 6,3 г треонина; 6,1 г метионина+цистина/кг; в первый период откорма – 1,25 ЭКЕ; 12,55 МДж; 144,0 г сырого протеина; 8,36 г лизина; 5,84 г треонина; 5,63 г метионина+цистина/кг и во второй период откорма – 1,28 ЭКЕ; 13,13 МДж/кг; 107 г сырого протеина; 7,20 г лизина; 5,25 г треонина; 5,03 г метионина+цистина/кг комбикорма. При этом соотношение лизина и обменной энергии (в г/МДж), уровень треонина и метионина+цистина и лизина составляет 0,72, 0,67, 0,65 для периода доращивания и 0,67, 0,69, 0,66 и 0,55, 0,72, 0,69 для первого и второго периода откорма соответственно.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Родионова, О.Н. Азотистый обмен и продуктивность растущих свиней на низкопротеиновых рационах с разным уровнем обменной энергии и лимитирующих аминокислот / О.Н.Родионова, Б.Д.Кальницкий // Проблемы биологии продуктивных животных. - 2010. - №1. - с.90-95.
2. Родионова, О.Н. Влияние низкопротеинового рациона с различными уровнями обменной энергии и лимитирующих аминокислот на обмен веществ и продуктивность свиней / О.Н.Родионова, Е.И.Тимошкина, А.В.Колганов // Проблемы биологии продуктивных животных. - 2011. - №2. - с.87-93.
3. Родионова, О.Н. Убойные характеристики свиней в период откорма и качественные показатели свинины в зависимости от сбалансированности рационов по лимитирующим аминокислотам / Е.И.Тимошкина, А.В.Колганов, О.Н.Родионова // Проблемы биологии продуктивных животных. - 2010. - №4. - с.55-62.
4. Родионова, О.Н. Влияние разных уровней энергии и лимитирующих аминокислот на азотистый обмен и продуктивность свиней в период их дорастивания / О.Н.Родионова // Сборник трудов XVII Международной научно-практической конференции «Научные проблемы производства продукции животноводства и улучшения её качества». – г.Брянск, 2010г. - с.90-97.
5. Родионова, О.Н. Оценка и балансирование рационов по протеину и аминокислотам для растущих свиней / К.Т.Еримбетов, С.В.Грищук, Н.С.-А.Ниязов, О.В.Обвинцева, О.Н.Родионова, А.В.Колганов, Е.И.Тимошкина // Сборник докладов научно-практической конференции посвящённой 60-летию зоотехнической науки Беларуси. «Стратегия развития зоотехнической науки». – г.Жодино. -2009г.- с.204-205.
6. Родионова, О.Н. Влияние различных уровней аминокислот и обменной энергии в низкопротеиновых рационах на использование азотистых веществ и продуктивность помесных поросят / К.Т.Еримбетов, О.Н.Родионова, А.В.Колганов, Е.И.Тимошкина, Н.С.-А.Ниязов // Сборник трудов 16 Международной практической конференции «Пути интенсификации отрасли свиноводческих в странах СНГ». – г.Гродно, 2009г. - с. 142-144.