

На правах рукописи

**ТИМОШКИНА ЕЛЕНА ИВАНОВНА**

**КОНЦЕНТРАЦИЯ СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ В  
ТКАНЯХ, ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ МЯСА СВИНЕЙ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ  
НА НИЗКОПРОТЕИНОВЫХ РАЦИОНАХ С РАЗЛИЧНЫМ  
УРОВНЕМ И СООТНОШЕНИЕМ ЛИМИТИРУЮЩИХ  
АМИНОКИСЛОТ И ОБМЕННОЙ ЭНЕРГИИ**

03. 01 04-биохимия

06.02.08 – кормопроизводство, кормление  
сельскохозяйственных животных и технология кормов

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени кандидата  
биологических наук

Боровск-2011

Работа выполнена в лаборатории белково-аминокислотного питания ГНУ  
Всероссийского научно-исследовательского института физиологии,  
биохимии и питания сельскохозяйственных животных  
Российской академии сельскохозяйственных наук

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

Официальные доктор биологических наук  
оппоненты: **Микулец Юрий Иванович**

кандидат сельскохозяйственных наук  
**Некрасов Роман Владимирович**

Ведущая организация: Калужский филиал Российского  
государственного аграрного университета –  
МСХА имени К.А. Тимирязева

**Защита диссертации состоится** « 29 » июня 2011года 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, Калужской обл., г.Боровск, п.Институт,  
ВНИИФБиП сельскохозяйственных животных

телефон: 8-495-9963415

факс: 8-(48438) 4-20-88

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

Автореферат разослан «    » 2011г и размещен на официальном сайте  
института [www. bifip2006.narod.ru](http://www.bifip2006.narod.ru) мая 2011г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат биологических наук

**В.П. Лазаренко**

# 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

## Актуальность исследований

Достижения генетики, современные системы кормления, модернизация технологических процессов позволили достичь существенного прогресса в отрасли свиноводства. В развитых странах большое внимание уделяется исследованиям в области генетики и кормления, так как с ростом генетического потенциала свиней, внедрение новых технологий, появляется необходимость повышения конверсии корма в продукцию. Основная задача, стоящая перед свиноводством, заключается в снижении стоимости производства свинины. Решение этого вопроса зависит от применения интенсивных технологий, использования собственных кормов, разведения высокопродуктивных пород и многих других факторов (Михайлов Н.В., Баранников А.И., Свиначев И.Ю., 2009).

Для нормального роста, развития и обеспечения высокой продуктивности животных, аминокислоты должны находиться в рационе не только в необходимом количестве, но и в определенном соотношении. Ещё не полностью решен вопрос нормирования протеинового и аминокислотного питания интенсивно растущих животных. Поэтому особое место в исследованиях последних лет (Boisen S., 2000; Bellegho L.L., 2002; Махаев Е.А. 2005; Dean W.D. 2005; Рядчиков В.Г., 2006; Fastinger N.D., 2006; Stein Н.Н., 2007; Головкин Е.Н. 2009; Голушко В.М., 2010) отводится накоплению экспериментальных данных по уровню обеспеченности незаменимыми аминокислотами организма интенсивно откармливаемых свиней с учетом концепции «идеального» протеина, с целью использования их для прогнозирования аминокислотной ценности кормов и рационов.

Современное понимание концепции «идеального протеина» базируется на строгом учете количества и соотношения аминокислот в рационе, включая незаменимые и заменимые аминокислоты и их взаимосвязь с обменной энергией.

Данное положение становится все более важной позицией при балансировании рационов для свиней. Отчасти это происходит благодаря использованию альтернативных источников протеина в рационах и лучшей осведомленности в том, что чрезмерное потребление протеина может привести к негативным последствиям. Также, во многих странах законодательством ограничивается количество выделяемого животноводческими предприятиями азота в окружающую среду.

Увеличивающееся общественное беспокойство, связанное с выделением азота в окружающую среду, вызвало интерес к использованию кристаллических аминокислот в рационах свиней с целью снижения уровня сырого протеина (Dean W.D., 2005).

**Цель исследований:** Изучить обеспеченность организма растущих свиней аминокислотами при выращивании на рационах с пониженным уровнем протеина до 12 и 15% и их влияние на продуктивность, качество получаемой продукции и оплату корма.

***Исходя из этого, были поставлены следующие задачи:***

- Определить соотношение свободных аминокислот в плазме крови, тканях и органах свиней на разработанных рационах.
- Уточнить оптимальный уровень и соотношение лимитирующих аминокислот в рационах свиней с пониженным уровнем протеина при различных уровнях обменной энергии.
- Определить необходимую величину обменной энергии в рационах при выращивании и откорме свиней для повышения эффективности использования аминокислот корма.

***Научная новизна.*** В опытах, проведенных на помесных свиньях, выращиваемых на низкопротеиновых рационах, впервые получены данные по количественному влиянию различного уровня и соотношения аминокислот в рационах на интенсивность и направленность их метаболизма в крови, органах и тканях. Установленное повышение уровня дикарбоновых аминокислот в печени на дисбалансных рационах свидетельствует о напряженности обменных процессов и увеличении деградации белка в организме свиней. Получены экспериментальные данные о том, что понижение уровня протеина до 122 г/кг в период доращивания и 114 в I-й и 107 во II-й период откорма с повышением содержания обменной энергии на 5% не вызывает снижения продуктивности, ухудшения качества продукции и снижения затрат корма.

***Практическая значимость работы***

Полученные в результате эксперимента данные будут использованы в качестве одной из составных частей при разработке новой системы питания свиней. В основу данной системы будет положен принцип составления рационов с содержанием протеина, незаменимых и заменимых аминокислот, биологически активных веществ и энергии в таком количестве и соотношении, которое наиболее адекватно соответствует потребностям организма свиней. Внедрение новой системы позволит более эффективно использовать аминокислоты рациона, что позволит повысить продуктивность животных, качество получаемой свинины, биоконверсию корма и снизить выделение азота в окружающую среду.

***Положения, выносимые на защиту:***

1. Скармливание рационов с пониженным уровнем протеина до 122, 114 и 107г/кг комбикорма, растущим и откармливаемым свиньям не оказывает существенного и достоверного влияния на соотношение нейтральных, кислых, основных, кетогенных и глюкогенных групп свободных аминокислот в плазме крови и тканях свиней.
2. У животных, выращиваемых на низкопротеиновых рационах с доведением количества аминокислот до существующих норм кормления возрастает уровень свободных аминокислот в исследуемых тканях, что свидетельствует о напряженности обменных процессах и усилении процессов деградации белка.
3. Повышение уровня обменной энергии в рационах на 5% снижает расход аминокислот на энергетические цели, что рассматривается как

положительное влияние и подтверждает необходимость корректировать рационы для свиней по этому показателю.

4. В пределах использованных вариаций уровня протеина, аминокислот и энергии, мясо, полученное от свиней всех опытных групп, не имеет достоверных различий по динамике созревания, влагосвязывающей способности, нежности.

#### **Апробация результатов исследований.**

Материалы работы были доложены на:

1. XVI Международной научно-практической конференции «Пути интенсификации отрасли свиноводства в странах СНГ», Гродно, 2009.

2. Международной научно-практической конференции «Стратегия развития зоотехнической науки», посвященной 60-летию зоотехнической науки Беларуси. Жодино, 2009

3. V Международной конференции «Актуальные проблемы биологии в животноводстве», посвященной 50-летию ВНИИФБиП. Боровск, 2010.

#### **Публикация результатов исследований.**

По результатам исследований опубликовано 2 статьи в научно – теоретическом журнале «Проблемы биологии продуктивных животных» рекомендованном ВАК Боровск, 2010 №2 и №4.

#### **Объем и структура диссертации.**

Диссертационная работа изложена на 127 страницах, содержит 1 рисунок, 26 таблиц и включает в себя разделы: введение, обзор литературы, материалы и методы, результаты исследований и обсуждения, заключение, выводы, практические предложения и список используемой литературы, состоящий из 211 источников, в том числе 89зарубежных.

## **2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ**

Был проведен эксперимент с участием ряда лабораторий института: белково-аминокислотного питания, энергетического питания, имуннобиотехнологии и лаборатории липидного обмена в условиях вивария института на помесных свиньях (ландрас × крупная белая; Ріс-402 × крупная белая). По принципу парных аналогов с учетом живой массы, пола, интенсивности роста в уравнительный период в возрасте поросят 60-65 суток (живая масса 20-22кг) были сформированы три группы животных по 16 голов в каждой. Эксперимент был разделен на три периода (доращивание, первый и второй периоды откорма), каждому из которых соответствовали разные по составу и питательной ценности комбикорма. Кормление проводилось 2 раза в сутки (9.00 и 16.00) на протяжении всего эксперимента, поение из автоматических поилок. Содержание групповое в клетках. Опыт продолжался до достижения живой массы поросят 105 - 110кг. Состав и питательная ценность комбикормов для свиней представлена в таблице 1.

В комбикормах свиней 2-й и 3-й групп уровень лимитирующих аминокислот был повышен на 22 – 33 и 40 – 52% путем дополнительного введения к вышеуказанному основному рациону лизина, метионина и треонина. Рационы подопытных животных отличались соотношением лизина к обменной энергии, а также отношением треонина и метионина+цистина к

лизину. У свиней (во все периоды опыта) 2-й опытной группы уровень обменной энергии в рационах был повышен на 5,0%, а в 3-й опытной группе – на 10,0% по сравнению с существующими нормами за счет обогащения рационов дополнительным количеством растительного масла.

В течение экспериментального периода были проведены учет потребления комбикормов, расход корма на единицу прироста и периодически исследовался их химический состав. С целью определения скорости роста и развития подопытных животных проводились взвешивания поросят в начале и конце каждого периода эксперимента. Был проведен балансовый опыт, в котором были использованы по 3 головы животных из каждой группы при достижении живой массы 45кг. В ходе этого опыта проводился учет выделения кала и мочи, с последующим отбором средней пробы для анализов. После проведения балансового опыта были убиты по 4 головы животных из каждой группы с последующей обвалкой и взяты образцы крови, печени, длиннейшей мышцы спины, гомогената мышц. В ходе эксперимента была определена скорость формирования и соотношения мышечной, жировой и костной массы у свиней. Для этого перед постановкой на опыт был проведен убой 3 поросят с живой массой 20-22кг с целью определения исходных данных по соотношению отдельных компонентов мяса и содержанию белка и сухого вещества. Скорость роста и химический состав тела (отложение белка и сухого вещества) была рассчитана по разнице между начальными и конечными убойными данными и данными биохимического анализа. Концентрации свободных аминокислот в плазме крови, печени и длиннейшей мышце спины, общих аминокислот в кормах была определена методом ионообменной хроматографии на аминокислотном анализаторе ААА-Т-339. Химический анализ мышечной ткани и печени на содержание сухого вещества и белка - по общепринятым методам (Лебедев П.Т., Усович А.Г., 1976), азота - по Кьельдалю на приборе Кьельтек.

При оценке качества мяса были определены следующие показатели: рН в динамике созревания мяса, влагосвязывающая способность, нежность мяса (Гуменюк Г.А., Черкасская Н.В., 1977).

Результаты экспериментов были обработаны с использованием  $t$ -критерия.

Состав и питательность комбикормов для свиней, %

Таблица 1

Компоненты	Период выращивания			Первый период откорма			Второй период откорма		
	Группы			Группы			Группы		
	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
Ячмень	71,5	69,5	60,0	77,5	75,45	66,4	66,5	63,5	53,2
Пшеница	20,0	20,0	20,0	10,0	10,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Кукуруза	-	-	-	-	-	-	10,0	10,0	15,0
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
Трикальцийфосфат	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 известковая	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	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
В 1 кг комбикорма содержится:									
ЭКЕ	1,24	1,30	1,36	1,19	1,25	1,31	1,22	1,28	1,34
Обменной энергии, МДж	12,4	13,02	13,64	11,95	12,55	13,15	12,20	12,81	13,42
Сырого протеина, г	120	122	152	114	114	135	107	107	118
Переваримого протеина, г	92	95	122	77	79	107	85	85,1	96,6
Лизина, г	7,7	9,4	10,8	6,85	8,36	9,61	5,9	7,20	8,28
Метионина+цистина, г	4,6	6,1	7,0	4,45	5,84	6,67	4,0	5,25	6,0
Треонина, г	4,8	6,3	7,2	4,25	5,63	6,47	3,8	5,03	5,78
Лизина/Обменной энергии	0,62	0,72	0,79	0,57	0,67	0,73	0,47	0,55	0,60
Метионина+цистина / лизина	60	65	65	65	69	69	68	72	73
Треонина / лизина	62	67	67	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	60,7	6,10

Таблица 2

Аминокислотная питательность рационов для свиней г/кг комбикорма, мг %

Аминокислоты	Период доращивания			I период откорма			II период откорма		
	Группы								
	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
Лизин	7,7	9,4	10,8	6,85	8,36	9,61	5,9	7,2	8,28
Метионин+цистин	4,6	6,1	7,0	4,25	5,63	6,47	3,8	5,03	5,78
Триптофан	1,42	1,40	1,68	1,35	1,37	1,49	1,23	1,23	1,34
Аргинин	5,11	5,08	7,23	5,04	5,16	4,56	4,76	4,84	5,77
Гистидин	3,13	3,10	3,78	2,84	2,89	3,32	2,74	2,73	3,02
Изолейцин	5,03	4,87	6,10	4,74	4,66	5,75	4,70	4,61	5,71
Лейцин	8,50	8,51	10,12	7,41	7,43	8,57	7,66	7,72	8,06
Фенилаланин	5,60	5,52	6,31	5,12	5,07	5,78	4,50	4,95	4,57
Треонин	4,8	6,3	7,2	4,45	5,84	6,67	4,00	5,25	6,00
Валин	6,02	5,95	7,07	5,59	5,55	6,32	5,17	5,14	5,50
Глицин	4,68	4,63	5,53	3,99	3,96	4,93	4,02	4,00	4,32
Аланин	5,45	5,41	7,12	4,90	5,00	5,97	4,01	4,05	4,11
Серин	5,33	5,28	6,51	4,48	4,47	5,68	4,18	4,18	4,48
Аспарагиновая к-та	7,10	7,03	8,72	6,83	6,80	7,59	5,47	7,25	5,87
Глютаминовая к-та	10,32	10,35	13,47	8,18	8,34	11,38	8,34	8,65	9,87
Тирозин	3,51	3,47	4,41	3,09	3,09	3,78	2,66	2,67	2,92
Сумма	88,3	92,4	113,05	78,76	81,94	95,63	73,07	78,16	83,71



### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1 Динамика концентрации свободных аминокислот в плазме крови свиней

Кровь является универсальным объектом, отражающим многообразие обменных процессов. Будучи основным интерьерным признаком животных, все изменения интенсивности метаболизма в организме в той или иной степени отражаются в первую очередь на химическом составе крови. Исходя из этого «аминокислотная картина плазмы крови» является исходным этапом в изучении обмена аминокислот в проведенных нами исследованиях.

Таблица 3

Концентрация свободных аминокислот в плазме крови свиней в период доращивания, мг% (M±m)

Аминокислоты	исходные	1-я	2-я	3-я
Аспарагиновая к-та	1,0±0,1	1,04±0,06	1,03±0,10	1,03±0,01
Треонин	1,29±0,03	1,06±0,17	1,07±0,20	0,97±0,10
Серин	0,49±0,01	1,2±0,10	0,98±0,20	0,88±0,13
Глютаминовая к-та	2,95±0,04	3,71±0,15	3,11±0,10	2,91±0,16
Глицин	2,08±1,48	4,05±0,14	3,66±0,15	3,3±0,15
Аланин	3,78±0,01	3,93±0,46	3,49±0,27	2,65±0,28
Валин	1,84±0,04	3,31±0,54	2,75±0,71	3,03±0,39
Цистин	0,74±0,10	0,41±0,05	0,43±0,10	0,47±0,12
Метионин	0,81±0,02	0,62±0,10	0,36±0,03	0,69±0,11
Изолейцин	1,08±0,05	0,76±0,14	0,79±0,28	1,35±0,14
Лейцин	1,58±0,02	1,92±0,34	1,78±0,42	2,16±0,23
Тирозин	1,05±0,04	1,03±0,04	0,80±0,12	0,96±0,03*
Фенилаланин	1,28±0,03	0,96±0,07	0,83±0,12	0,92±0,05
Лизин	2,62±0,02	1,51±0,32	1,62±0,60	2,25±0,34*
Гистидин	0,29±0,04	0,76±0,11	0,85±0,20	0,88±0,12
Аргинин	1,63±0,01	1,05±0,14	1,34±0,31	1,05±0,21
Сумма аминок-т	24,51±1,42	27,32±2,5	24,89±5,16	25,5±2,61
В т.ч. незаменимых	13,16±0,09	11,95±0,78	11,39±1,14	13,3±0,95
Заменимых	11,35±1,47	15,37±0,78	13,5±0,91	12,2±0,6
Соотношение	1:1	0,8:1	0,8:1	1:1

Примечание: здесь и далее по t-критерию \* p < 0,05 по сравнению с 1-й группой

Анализируя данные таблицы 3 по концентрации свободных аминокислот в плазме крови можно сделать предположение, что животные 2-й группы использовали аминокислоты рациона более продуктивно. В период доращивания во 2-й группе уровень свободных аминокислот был на 9% ниже, чем в плазме крови свиней 1 и лишь на 2,4% ниже, чем в 3-й и составлял 27,32 в 1-й группе, 24,89 во 2-й и 25,5 мг% в 3-й группе.

В плазме свиней 1-й и 2-й групп было примерно одинаковое содержание незаменимых аминокислот, и разница составила всего лишь 0,56 мг%, несмотря на то, что в рационах животных 2-й группы уровень

протеина и добавки синтетических аминокислот были несколько выше, чем в 1-й. Вероятно, это связано с более высокой скоростью роста и интенсивностью использования аминокислот поросятами 2-й группы на продуктивные цели. Известно, что при высокой скорости роста животных выше уровень обмена веществ и скорость извлечения из крови источников энергетических пластических субстратов, в том числе азотистых веществ.

В период откорма у животных наблюдалась аналогичная тенденция. В плазме крови свиней 2-й группы пул свободных аминокислот был ниже, чем в плазме 3-й группы на 12,1%, тогда как разница в содержании их в 1-й и во 2-й группах составила всего лишь 4,3%. В 1-й группе сумма всех аминокислот достигала 28,67, во 2-й 27,43 и в 3-й 31,2мг%.

Концентрация незаменимых аминокислот за весь период откорма был максимальным в 3-й группе. В I период откорма в 1-й и 2-й группах эта величина была с минимальными различиями всего лишь в 0,23мг%. Тогда как уровень их в 3-й группе был в среднем выше на 14,53%. Во II период откорма концентрация незаменимых аминокислот в 1-й и 2-й группах отличалась лишь на 3%, а уровень их в 3-й группе был выше в среднем на 7,14%.

В первый период откорма в плазме крови свиней опытных групп наблюдалось повышение суммы свободных аминокислот, а затем их некоторое снижение к заключительному периоду откорма. Возможно, причина кроется в том, что при достижении животными определенного возраста уровень обмена веществ в организме меняется. Махаев Е.М.(2005) объясняет этот факт тем, что в период дорастивания и начало откорма до 70кг живой массы идет усиленное отложение белка, а затем наступает некоторая стабилизация до достижения живой массы 70 - 80кг и последующее его снижение. В свою очередь количество жира с увеличением живой массы до 80 – 90кг повышается постепенно, а затем резко возрастает.

В 1-й группе нами было отмечено, что повышение происходило незначительно, а понижение достигало 7%. В свою очередь в обеих опытных группах было отмечено резкое повышение на 10 и 14% и затем снижение на 8 и 5%, по группам соответственно. Из индивидуальных аминокислот наблюдается повышение концентрации серина, треонина, изолейцина, фенилаланина, цистина и уменьшение уровня содержания тирозина. Поскольку важное значение имеет соотношение аминокислот, нашей задачей было так же изучить эти процессы во взаимосвязи и соотношении аминокислот в плазме крови. По нашим данным видимых изменений в соотношении свободных аминокислот плазмы крови не обнаружено. В 1-й группе в течение всего эксперимента оно составляло 0,8 - 0,9, во 2-й 0,8 – 1 и в 3-й 1 – 0,9. В исходных образцах по указанному показателю это значение было равно 1.

Таблица 3

Содержание свободных аминокислот в плазме крови свиней в период откорма, мг% (M ± m)

Аминокислоты	I период откорма			II период откорма		
	Группы					
	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
Аспарагиновая кислота	0,67 ± 0,23	0,42 ± 0,34	0,41 ± 0,03	0,31 ± 0,04	0,27 ± 0,03	0,42 ± 0,1
Треонин	1,26 ± 0,27	1,63 ± 0,13	1,73 ± 1,9	1,28 ± 0,13	2,0 ± 0,14**	2,36 ± 0,15
Серин	1,37 ± 0,08	1,06 ± 0,1	1,61 ± 0,04	1,36 ± 0,3	1,08 ± 0,09	1,64 ± 0,28
Глютаминовая кислота	4,27 ± 0,3	4,01 ± 0,74	4,14 ± 0,04	3,54 ± 0,71	2,94 ± 0,35	3,12 ± 0,85
Глицин	4,59 ± 0,45	4,53 ± 0,33	4,53 ± 0,29	4,3 ± 0,33	3,93 ± 0,47	5,55 ± 0,63
Аланин	4,08 ± 0,18	3,87 ± 0,39	4,61 ± 0,43	3,75 ± 0,9	2,61 ± 0,34	2,76 ± 0,34
Валин	2,83 ± 0,24	1,89 ± 0,26*	2,76 ± 0,16	2,53 ± 0,45	2,22 ± 0,18	2,42 ± 0,2
Цистин	0,43 ± 0,04	0,45 ± 0,12	0,48 ± 0,14	0,46 ± 0,05	0,47 ± 0,1	0,5 ± 0,05
Метионин	0,59 ± 0,05	0,53 ± 0,04	0,62 ± 0,04	0,55 ± 0,13	0,43 ± 0,04	0,5 ± 0,04
Изолейцин	1,19 ± 0,11	1,35 ± 0,08	1,34 ± 0,06	1,20 ± 0,09	1,39 ± 0,1	1,42 ± 0,25
Лейцин	2,48 ± 0,23	2,19 ± 0,28	1,83 ± 0,61	2,5 ± 0,18	2,26 ± 0,33	1,85 ± 0,18
Тирозин	0,87 ± 0,1	0,93 ± 0,04	0,89 ± 0,05	0,69 ± 0,22	0,62 ± 0,16	0,39 ± 0,11
Фенилаланин	0,99 ± 0,07	0,9 ± 0,1	0,98 ± 0,08	1,02 ± 0,11	0,94 ± 0,04	1,06 ± 0,05
Лизин	1,02 ± 0,23	1,42 ± 0,18	2,36 ± 0,17	1,22 ± 0,26	1,56 ± 0,15	1,77 ± 0,13
Гистидин	0,93 ± 0,1	1,04 ± 0,11	1,06 ± 0,9	0,79 ± 0,16	0,77 ± 0,04	0,78 ± 0,09
Аргинин	1,1 ± 0,22	1,21 ± 0,6	1,85 ± 0,16	1,38 ± 0,24	1,33 ± 0,25	1,5 ± 0,11
Сумма аминокислот	28,67 ± 1,92	27,43 ± 1,49	31,2 ± 1,57	26,88 ± 4,49	24,82 ± 1,95	28,04 ± 2,77
В т. ч. незаменимых	12,39 ± 0,56	12,16 ± 0,61	14,53 ± 2,2	12,47 ± 0,66	12,9 ± 0,5	13,66 ± 0,45
Заменимых	16,28 ± 0,63	15,27 ± 1,0	16,67 ± 0,52	14,41 ± 1,25	11,92 ± 0,7	14,38 ± 1,16
Соотношение аминокислот	0,8:1	0,8:1	0,9:1	0,9:1	1:1	1:1

Примечание: \* p &lt; 0,05 по сравнению с 1-й группой

### 3.2 Динамика содержания свободных аминокислот в длиннейшей мышце спины свиней

Общее содержание свободных аминокислот в длиннейшей мышце спины у свиней 2-й группы в период доращивания составляло 79,16 мг%, что было ниже, чем у свиней 1-й и 3-й групп на 17,7 и 30,1 %.

Таблица 4

Содержание свободных аминокислот в длиннейшей мышце спины у поросят в период доращивания, мг% (M ± m)

Аминокислоты	исходные	1 группа	2 группа	3 группа
Аспарагиновая кислота	2,01±0,24	2,96±0,18	2,18±0,21*	3,46±0,28
Треонин	2,5±0,08	1,05±0,10	2,19±0,22	3,32±0,19
Серин	2,4±0,012	2,79±0,27	2,55±0,25	3,48±0,22 <sup>(2)</sup>
Глютаминовая кислота	10,08±0,04	17,67±0,21	10,64±0,83	15,23±0,23
Глицин	10,3±0,03	11,29±0,13	9,92±0,23	13,03±0,10
Аланин	13,25±0,10	16,15±0,25	14,75±0,58	17,96±0,54
Валин	1,05±0,07	1,24±0,16	1,51±0,22	2,62±0,25
Метионин	0,62±0,05	0,86±0,11	1,78±0,23	2,95±0,23
Изолейцин	0,71±0,1	0,5±0,05	1±0,16	1,25±0,17
Лейцин	1,42±0,04	1,47±0,13	2,7±0,31	2,61±0,3
Тирозин	3,8±0,02	4,87±0,12	4,1±0,23	6,31±0,30
Фенилаланин	0,59±0,03	0,72±0,08	1,18±0,18	1,2±0,26
Лизин	1,04±0,07	1,13±0,12	2,55±0,28	3,87±0,54
Гистидин	18,96±0,05	22,14±0,32	20,91±0,26	33,55±0,85
Аргинин	1,08±0,05	1,37±0,62	1,2±0,13	2,4±0,19
Сумма аминокислот	69,81±1,54	96,21±1,71	79,16±5,89	113,24±2,6
В т. ч. незаменимых	27,97±0,1	40,48±0,55	31,29±0,84	52,3±0,61
Заменимых	41,84±0,07	55,73±0,72	47,87±0,35	59,47±0,43
Соотношение аминокислот	0,7:1	0,7:1	0,7:1	0,9:1

Примечание: \* p < 0,05 по сравнению с 1-й группой, <sup>(2)</sup> p < 0,05 по сравнению со 2-й группой

Следует отметить, что изменения наблюдались и по незаменимым аминокислотам. В период доращивания уровень их по группам составил: 40,48; 31,29 и 52,3 мг%. В I период откорма: 41,83; 41,78 и 63,25 мг% и во II период: 49,6; 46,83 и 70,15 мг%. В 3-й группе на всех этапах эксперимента содержание незаменимых свободных аминокислот в длиннейшей мышце спины было наивысшим по сравнению с таковым у свиней 1-й и 2-й групп. Это вероятно связано с тем, что свиньи этой группы получали большее количество незаменимых аминокислот с кормом. У свиней 1-й группы, являвшейся отрицательным контролем, и получавшей лимитирующих

аминокислот с кормом в меньших количествах, содержание свободных незаменимых аминокислот в сравнении со 2-й группой было выше. Причиной более высокого уровня незаменимых аминокислот в 1-й группе является гистидин, уровень которого с каждым этапом эксперимента (доращивание, I и II периоды откорма) повышался в среднем на 2 %. В тоже время концентрация их у животных 1-й группы с возрастом незначительно снижалась. Это вероятно объясняется тем, что в организме животных 1-й группы процессы распада в некоторой степени преобладали над процессами синтеза белков мышечной ткани, особенно в период доращивания. Это утверждение основывается также на данных по среднесуточным приростам и выходу мякоти в туше свиней 1-й группы. Можно предположить, что для обеспечения полноценного биосинтеза в такой быстрорастущей ткани как мышцы свиньям 1-й группы поступающих с кормом аминокислот не хватало и в их организме пополнение фонда недостающих аминокислот, возможно, происходило за счет усиленного распада мышечного белка.

Из индивидуальных свободных аминокислот в период доращивания можно отметить увеличение концентрации глутаминовой кислоты в 1-й группе на 13,8 и 40 % по сравнению с показателями 3-й и 2-й групп. При сравнении 1-й и 2-й групп заметно, что содержание валина во 2-й группе увеличивалось на 17,8%, изолейцина на 50%, лейцина на 45% и фенилаланина на 40%, а концентрация таких незаменимых аминокислот как гистидин и аргинин в длиннейшей мышце спины животных 1-й группы было выше, на 5,6 и 12,4% соответственно. Что касается аминокислот мышечной ткани у животных 3-й группы, то здесь наблюдалось увеличение концентрации всех свободных аминокислот, за исключением глутаминовой кислоты.

В I и II периоды откорма у животных 2-й группы также можно отметить снижение уровня свободных аминокислот на 13,1 и 9,2 % (86,93 и 92,5 против 99,98 и 101,87мг%) по сравнению с 1-й группой и на 27,1 % (86,93 и 92,5 против 119,46 и 126,8мг%) по сравнению с 3-й группой. При этом у свиней 1-й группы сумма свободных аминокислот оставалась на одном уровне, а во 2-й и 3-й группах продолжала увеличиваться.

В первую фазу откорма концентрация незаменимых аминокислот во 2-й и 1-й группах была практически одинакова, а в 3-й выше на 34%. На момент окончания откорма уровень незаменимых аминокислот во 2-й группе был ниже, чем 1-й на 16,8% и 3-й на 20%.

В изменениях, касающихся индивидуальных аминокислот, можно отметить ту же тенденцию, что и в период доращивания.

Более высокое содержание в мышцах свиней всех групп гистидина по сравнению с печенью и плазмой крови, вероятно, обусловлено тем, что гистидин в мышцах животных входит в состав карнозина. Карнозин – это дипептид, состоящий из аминокислот аланин и гистидин, и находящийся в мышцах и нервных клетках. Он помогает регулировать энергообмен и сокращения в мышечных клетках, буферизируя кислотность, координирует кальций, производство энергии и мышечные сокращения. Поскольку

животные перед убоем испытывали некоторую физическую нагрузку (прогон на взвешивание, до убойного цеха), карнозин разрушался и аминокислоты аланин и гистидин оказывались в свободном состоянии в мышце. Кроме того более высокое содержание в длиннейшей мышце спины аланина глицина по сравнению с плазмой крови у свиней всех групп связано с тем, что аланин является главным посредником в глюкозо-аланиновом цикле, позволяющим мышцам и другим тканям получать энергию из аминокислот, а гистидин входит в состав цитохромов.

Несомненно, представляет интерес изучение уровня свободных аминокислот в длиннейшей мышце спины у подопытных животных с возрастом. Анализ полученных данных свидетельствует, что с возрастом происходило увеличение содержания свободных аминокислот, особенно, валина, изолейцина, лейцина, гистидина и фенилаланина. При снижении содержания свободного серина и тирозина.

До определенного возраста происходит увеличение содержания свободных аминокислот, эти изменения, вероятно, связаны с уровнем обменных процессов, а так же дополнительным введением в рацион свиней лимитирующих аминокислот. По всей вероятности нельзя отрицать и то, что в период интенсивного роста лучше используются на биосинтетические процессы отдельные аминокислоты. Сумма свободных аминокислот по периодам эксперимента увеличивалась во всех группах неодинаково. Максимальное повышение её концентрации пришлось на начало откорма и составило в 1-й группе 4, во 2-й 12,4 и в 3-й 5,2% по сравнению с периодом доращивания. С момента начала откорма и до его завершения изменения в 1-й группе были незначительными и составили 2%. В обеих опытных группах это значение в среднем составляло 6%. Можно также отметить, что в отличие от 1-й и 2-й групп для 3-й группы было характерно постепенное изменение концентрации аминокислот. По концентрации индивидуальных аминокислот наблюдались следующие изменения. С возрастом животных в длиннейшей мышце спины увеличивалась концентрация аргинина, глутаминовой кислоты, аланина, валина, изолейцина, лейцина и фенилаланина, а также гистидина. Уровень этой аминокислоты резко возрастал к концу первой половины откорма при снижении концентрации метионина и тирозина.

Таблица 5

Содержание свободных аминокислот в длиннейшей мышце спины свиней в период откорма, мг% (M ± m)

Аминокислоты	I период откорма			II период откорма		
	Группы					
	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
Аспарагиновая кислота	1,16±0,11	0,84±0,12*	0,93±0,1	1,72±0,15	0,73±0,22	0,8±0,13***
Треонин	0,75±0,17	2,18±0,14	3,63±0,17	0,96±0,2	2,94±0,15	3,55±0,17*
Серин	2,16±0,2	1,5±0,12	3,59±0,27	1,63±0,35	1,5±0,16	3,32±0,21
Глютаминовая кислота	18,51±0,5	11,68±0,32	17,46±0,34	19,33±0,55	13,18±0,34	19,18±0,36
Глицин	12,55±0,05	11,34±0,47	12,34±0,17	11,3±0,13	11,28±0,14	12,36±0,12
Аланин	17,11±0,15	15,77±0,85	19,88±0,58	18,95±0,69	16,96±0,46	20,97±0,52
Валин	1,34±0,22	1,68±0,20	2,77±0,21	1,95±0,1	1,96±0,14	2,95±0,16*** <sup>(2)</sup>
Метионин	0,85±0,15	1,7±0,11***	2,58±0,16***	0,84±0,18	1,64±0,1	2,18±0,15
Изолейцин	0,65±0,19	1,42±0,20*	1,52±0,16	0,64±0,15	1,86±0,11	1,78±0,14
Лейцин	1,52±0,4	2,92±0,3*	2,85±0,4	1,87±0,27	3,02±0,24	3,08±0,36
Тирозин	4,51±0,13	4,02±0,11	5,6±0,2	4,34±0,38	4,02±0,13	5,02±0,23
Фенилаланин	1,08±0,15	1,25±0,18	1,41±0,16	1,2±0,32	1,6±0,16	1,96±0,15
Лизин	0,85±0,29	2,67±0,33	3,98±0,32	1,18±0,24	2,76±0,25***	4,05±0,2*** <sup>(2)</sup>
Гистидин	33,24±1,38	26,58±0,38	41,99±0,43	34,32±0,6	27,53±0,41	42,96±0,84
Аргинин	1,55±0,3	1,38±0,24	2,52±0,2	1,64±0,22	1,52±0,16	2,64±0,06
Сумма аминокислот	99,98±3,11	86,93±5,02	119,46±3,65	101,87±3,72	92,5±1,25	126,8±1,95
В т. ч. незаменимых	41,83±1,62	41,78±0,85	63,25±0,8	44,6±0,64	44,83±0,6	67,15±0,98
Заменимых	58,15±0,34	45,15±1,04	56,21±0,78	57,27±1,04	47,67±0,78	59,6±0,73
Соотношение	0,7:1	1:1	1,1:1	0,9:1	1:1	1,2:1

Примечание: \* p < 0,05 по сравнению с 1-й группой, \*\*\* p < 0,01 по сравнению с 1-й группой, \*\*\*<sup>(2)</sup> p < 0,01 по сравнению со 2-й группой

### 3.3 Динамика содержания свободных аминокислот в печени свиней

В период доращивания сумма свободных аминокислот в печени поросят 2-й группы была на 7% и 18% ниже, чем в печени их сверстников из 1-й и 3-й групп соответственно. В количественном отношении это составляло для 1-й группы 329,3, для 2-й - 305,7 и 3-й - 373,0 мг%.

Таблица 6

Содержание свободных аминокислот в печени свиней в период доращивания, мг% (M ± m)

Аминокислоты	исходные	1-я группа	2-я группа	3-я группа
Аспарагиновая кислота	44,29±0,10	50,34±0,31	45,07±0,30	52,21±0,28 <sup>***</sup>
Треонин	17,98±0,08	15,14±0,92	20,05±0,84 <sup>***</sup>	26,16±0,92 <sup>****(2)</sup>
Серин	22,01±0,10	25,2±0,4	23,58±0,38	26,8±0,45 <sup>*</sup>
Глютаминовая кислота	90,12±0,04	98,10±0,9	87,67±1,01	101,13±0,91 <sup>*</sup>
Глицин	29,10±0,05	34,58±1,32	28,05±1,37	33,68±1,35
Аланин	15,35±0,20	22,73±1,6	18,94±1,4	23,62±1,5 <sup>*</sup>
Валин	10,84±0,10	10,9±0,9	8,35±0,85	11,35±0,89 <sup>*(2)</sup>
Цистин	3,85±0,15	4,31±0,20	4,40±0,22	6,61±0,22
Метионин	7,81±0,04	9,49±0,45	11,54±0,4	14,50±0,50 <sup>***(2)</sup>
Изолейцин	5,57±0,06	5,36±0,90	3,81±0,84	6,38±0,96
Лейцин	10,92±0,15	10,73±1,50	8,51±1,21	12,93±1,8 <sup>*(2)</sup>
Тирозин	7,12±0,10	7,25±0,5	8,32±0,51	10,15±0,54
Фенилаланин	9,10±0,45	8,93±0,89	6,43±0,56	9,51±0,93
Лизин	17,89±0,80	15,64±1,50	21,01±1,51	25,55±1,68
Гистидин	8,52±0,40	10,62±0,50	9,97±1,27	12,42±0,52
Сумма аминокислот	300,47±1,0	329,32±6,88	305,7±6,32	373,0±6,78
В т. ч. незаменимых	88,63±1,0	86,81±3,24	89,67±2,7	125,41±3,25
Заменимых	211,84±0,31	242,51±3,2	216,03±3,23	247,59±3,21
Соотношение аминокислот	0,4:1	0,4:1	0,4:1	0,5:1

Примечание: \* p < 0,05 по сравнению с 1-й группой, <sup>\*(2)</sup> p < 0,05 по сравнению со 2-й группой, <sup>\*\*\*</sup> p < 0,01 по сравнению с 1-й группой, <sup>\*\*\*\*(2)</sup> p < 0,01 по сравнению со 2-й группой, <sup>\*\*\*\*(2)</sup> p < 0,001 по сравнению со 2-й группой

Уровень незаменимых аминокислот у животных 1-й группы (86,81 мг%) при этом был лишь на 2,86 мг% ниже, чем во 2-й (89,67 мг%). В свою очередь количество этих аминокислот в 3-й группе было на 29,64% выше (125,41 мг%), чем в 1-й и 2-й.

При сравнении уровня отдельных свободных аминокислот в печени животных 1-й и 2-й групп можно отметить, что концентрация их менялась не одинаково. Так уровень аспарагиновой и глютаминовой кислот, серина,



глицина, аланина, валина, изолейцина, лейцина, фенилаланина и гистидина во 2-й группе был ниже, а уровень цистина и тирозина, треонина, метионина и лизина был выше, чем в 1-й группе поросят.

Что касается профиля свободных аминокислот печени свиней 3-й группы, то здесь отмечалось вполне закономерное увеличение по всем аминокислотам, которое было обусловлено более высоким потреблением их свиньями 3-й опытной группы в сравнении с 1-й и 2-й группами. Однако уровень аспарагиновой и глютаминовой кислот, а так же глицина, аланина и валина в печени животных обеих групп был примерно одинаков.

В период откорма по уровню содержания свободных аминокислот в печени сохранилась та же тенденция, что и в период дорастивания. В I период откорма во 2-й группе сумма аминокислот была ниже, чем в 1-й и 3-й на 7 и 18%, и составляла 337,71 в 1-й, 313,87 во 2-й и 382,92 мг% в 3-й группе. Концентрация незаменимых аминокислот у свиней 1-й и 2-й групп была практически одинакова, тогда как в 3-й группе эта величина была выше на 27,3 и 25,7% (123,93 мг%) от 1-й и 2-й групп соответственно.

Во II периоде откорма концентрация свободных аминокислот в печени поросят 2-й группы была ниже, чем в 1-й и 3-й на 9 и 18% соответственно. Суммарная величина составляла для этих групп животных 346,35, 315,96 и 383,42 мг%. Концентрация незаменимых аминокислот во 2-й группе была ниже, чем в 1-й на 6% и в 3-й на 25,4%.

В период откорма можно отметить, что концентрация таких аминокислот как аспарагиновая и глютаминовая, серин и аланин в печени свиней 1-й и 3-й групп была близка по своей величине, разница между ними составляла менее 5%.

При анализе в возрастном аспекте прослеживается тенденция к постепенному увеличению суммы свободных аминокислот в печени поросят до определенного возраста. На этом фоне с возрастом животных происходит постепенное увеличение концентрации дикарбоновых аминокислот (глютаминовой и аспарагиновой кислот) и аланина, валина, изолейцина и лейцин, а также гистидина и треонина при снижении содержания фенилаланина, глицина и цистина.

Более 50% (55-59%) из всех свободных аминокислот печени приходится на долю аспарагиновой и глютаминовой кислот, которые занимают ключевое место в обменных процессах организма. Они связывают часть аммиака с образованием амидов – аспарагина и глютамина, которые служат источником азота для синтеза новых аминокислот. Возможно, повышение концентрации этих двух аминокислот в печени свиней 1-й и 3-й групп объясняется повышенным образованием амидов из-за избытка аминокислот поступающих в печень с кровью. Явление временного дисбаланса в печени свиней 3-й группы, вероятно, было связано с избытком поступления незаменимых аминокислот из желудочно-кишечного тракта с кормом. В свою очередь избыток азотистых веществ в печени поросят 1-й группы, возможно, был связан с увеличением процессов распада белка в тканях из-за недостатка аминокислот в рационе, в первую очередь заменимых, на обеспечение нормального функционирования организма.

Таблица 7

Содержание свободных аминокислот в печени свиней в период откорма, мг% (M ± m)

Аминокислоты	I период откорма			II период откорма		
	Группы					
	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
Аспарагиновая кислота	52,83±0,19	50,5±0,19****	55,91±0,13	55,39±0,22	51,26±0,18	55,66±0,22
Треонин	16,91±0,14	20,41±0,15	27,49±0,07	18,86±0,12	21,87±0,08	29,28±0,17
Серин	24,83±0,14	20,84±0,19	24,98±0,12	23,53±0,21	17,58±0,18	22,71±0,22
Глутаминовая кислота	101,52±0,71	92,91±0,70****	106,77±0,58	104,69±0,61	93,9±0,3	105,83±0,36
Глицин	33,67±0,42	27,81±0,17	30,97±0,41***	30,5±0,36	26,68±0,26	30,82±0,31
Аланин	23,97±0,13	20,24±0,15	24,89±0,33	25,56±0,27	21,80±0,17	26,83±0,83
Валин	11,89±0,19	9,48±0,19	13,4±0,17	13,27±0,2	10,32±0,12	15,63±0,18
Цистин	4,12±0,11	3,91±0,08	5,86±0,17****	3,86±0,13	3,03±0,21	4,81±0,75
Метионин	8,71±0,14	10,03±0,22	12,28±0,21	6,74±0,13	9,64±0,90	10,98±0,15
Изолейцин	7,87±0,14	5,95±0,15	9,81±0,10	9,39±0,13	7,15±0,07	10,95±0,14
Лейцин	11,21±0,26	9,91±0,26	13,73±0,12	15,36±0,26	10,39±0,65	15,95±0,26
Тирозин	7,61±0,13	6,64±0,16	9,61±0,13	5,89±0,14	5,75±0,08	8,05±0,15
Фенилаланин	8,15±0,20	5,25±0,21	9,02±0,07	6,04±0,21	4,82±0,09	7,32±0,20
Лизин	14,22±2,35	20,25±2,27	24,94±0,67	12,61±3,18	19,43±0,70	22,71±2,50
Гистидин	11,2±0,12	10,74±0,08	13,26±0,04	14,66±0,17	12,34±0,13	15,89±0,13
Сумма аминокислот	337,71±5,89	313,87±5,92	382,92±6,11	346,35±4,98	315,96±5,21	383,42±6,48
В т. ч. незаменимых	90,16±2,4	92,02±2,32	123,93±0,75	101,93±3,22	95,96±1,33	128,71±2,55
Заменимых	247,55±0,71	221,85±0,7	258,99±0,82	249,42±0,93	220,0±0,55	254,71±1,26
Соотношение	0,4:1	0,4:1	0,5:1	0,6:1	0,4:1	0,5:1

Примечание: \*\*\* p &lt; 0,01 по сравнению с 1-й группой, \*\*\*\* p &lt; 0,001 по сравнению с 1-й группой

### 3.4 Продуктивность свиней и качество получаемого мяса

Результаты эксперимента по выращиванию свиней с 20 до 110 кг показали, что свиньи 2-й и 3-й опытных групп давали достоверно большие привесы живой массы на 14 % в период доращивания и на 9,7 % в I период откорма и на 8,7 % во II период откорма по сравнению с 1-й, а различия между опытными группами были несущественными. Среднесуточные приросты массы тела в период доращивания в опытных группах были на 25% выше, чем в 1-й. За весь период откорма этот показатель во всех группах животных был практически одинаков.

Снижение прироста у животных 1-й группы по – видимому, обусловлено тем, что в их рационах был дефицит таких питательных веществ, как протеин и аминокислоты, в первую очередь заменимых, что приводило к снижению процессов биосинтеза белка в организме.

При одинаковом потреблении комбикорма всеми животными расход его на 1кг прироста массы тела в группах отличался. Во 2-й группе оптимальная сбалансированность по лимитирующим аминокислотам и энергии позволяла снизить затраты комбикорма на 0,84кг в период доращивания и на 0,14кг за весь период откорма. В 3-й группе, где уровень протеина, аминокислот и энергии был несколько выше, экономия корма составляла 0,75 и 0,12кг по периодам соответственно. Аналогичные результаты по среднесуточным приростам живой массы и расходу корма на 1кг прироста были получены в исследованиях Голушко В.М. (2010) при выращивании поросят на рационах сбалансированных по аминокислотам и энергии. В период доращивания свиньи 1-й группы расходовали обменной энергии на прирост больше (49,23МДж), чем их сверстники из 2-й и 3-й групп на 17,3 (40,69МДж) и 10,5%(44,05МДж). За весь период откорма этот показатель несколько изменился. Так животные 1-й и 2-й групп расходовали обменной энергии корма на прирост примерно одинаковое количество, а животные 3-й группы на 5 – 7% больше (табл. 8).

Таблица 8

Живая масса, среднесуточный прирост, затраты корма протеина и обменной энергии у свиней

Показатели	Группы		
	1-я	2-я	3-я
Период доращивания			
Живая масса в начале периода, кг.	21,29±0,77	21,54±0,81	21,96±0,81
Живая масса в конце периода, кг	46,53±2,49	53,59±1,47	53,13±1,63
Прирост живой массы, кг	25,24±1,98	32,06±1,63*	31,16±1,49*
Среднесуточный прирост, г	407±32	517±26*	503±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			
Живая масса в начале периода, кг	46,53±2,49	53,59±1,47	53,13±1,63
Живая масса в конце периода, кг	73,85±2,13	82,02±3,03*	80,85±2,97*
Прирост живой массы, кг	27,32±2,11	28,42±2,96	27,72±2,95
Среднесуточный прирост, г	621±42	646±36	630±33
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			
Живая масса в начале периода, кг	73,85±2,13	82,02±3,03	80,85±2,97
Живая масса в конце периода, кг	104,97±4,47	114,0±4,23*	113,28±3,60*
Прирост живой массы, кг	31,12±4,40	32,98±4,18	32,43±3,55
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	4,32
В т.ч. сырого протеина, г	482	459	510
обменной энергии, МДж	55,0	54,5	58,0
За весь период откорма 92 дня			
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

Примечание: \* p < 0,05 по сравнению с 1-й группой

На основании баланса азота можно заключить, что свиньи 2-й и 3-й опытных групп лучше использовали азот как от принятого с кормом, так и от переваренного. Важно отметить, что баланс его во всех группах был положительный, но отложение азота было выше в организме свиней 2-й и 3-й групп. В то же время у поросят 3-й группы по сравнению с 1-й и 2-й группами имело место повышение переваримости азотистых веществ корма (табл. 9).

Таблица 9

Использование азота корма поросятами в период дорастивания

Показатели	Группы		
	1-я	2-я	3-я
Принято азота с кормом: г / сут г / кг ЖМ <sup>0,75</sup>	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 <sup>0,75</sup> % 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

Примечание: \* p < 0,05 по сравнению с 1-й группой, \*\*\* p < 0,01 по сравнению с 1-й группой

Процент выхода мяса в опытных группах был выше, чем в контроле. Свиньи 2-й группы давали достоверно больший выход мяса, а животные 2-й и 3-й групп в период дорастивания имели практически одинаковый выход мяса, и лишь на 3,3 % превышали животных 1-й группы. Разница между 2-й и 1-й группой в I период откорма составляла 7,9 %, тогда как между 2-й и 3-й группами различия этого показателя были незначительными. Во II период откорма у животных 3-й группы заметно снизился % выхода мяса в туше, оно было минимальным и составляло 54,17 %, что на 9,3 и 7,3 % ниже показателей 2-й и 1-й групп.

### Возрастная динамика % выхода мяса в тушах свиней, %

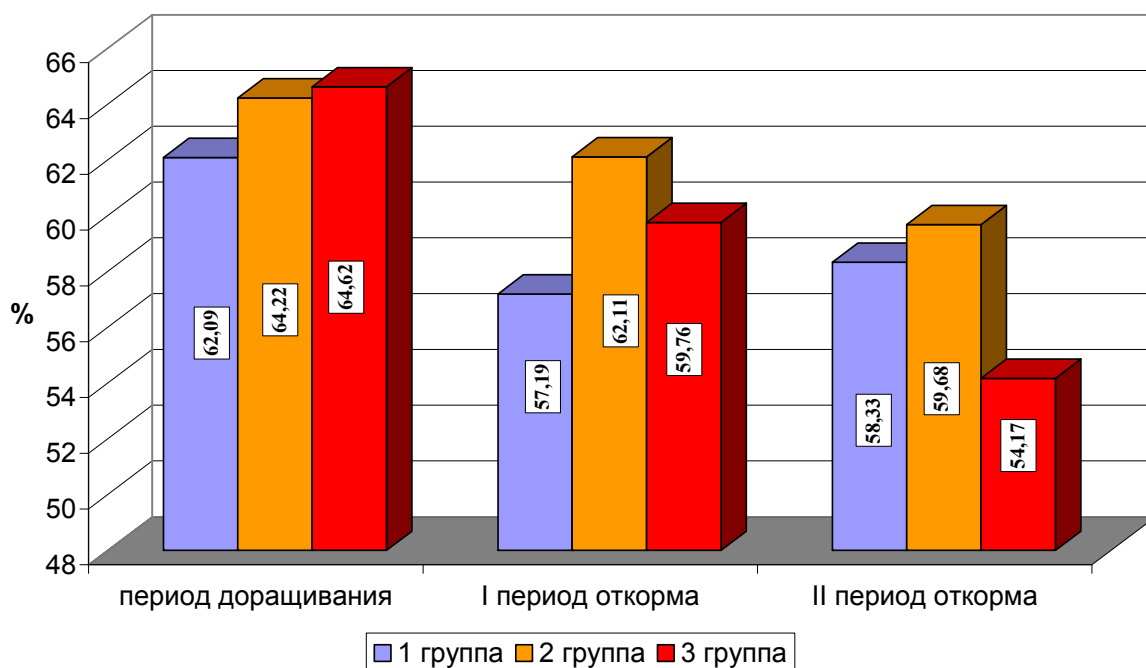


Рис 1

При промышленной переработке мяса, в том числе и свинины, величину рН и напрямую зависящую от него влагосвязывающую способность мяса предлагают использовать как качественный показатель мяса при его сортировке. Её измеряют в определённой мышце с постоянным значением рН, в частности в длиннейшей мышце спины.

Исходя из значений рН мышечной ткани при убое поросят в возрасте 122, 166 и 214 дней, представленных в таблице 10, каких-либо нарушений в гликолитических процессах мышечной ткани не было обнаружено. Среднее значение рН мяса находилось в пределах, характеризующих свинину нормального качества. Тем не менее, исходя из среднего уровня рН, следует отметить, что определенную тенденцию к отклонению в сторону жесткого и сухого мяса имела свинина 1-й группы животных.

Таблица 10

Физико-химические и качественные показатели мяса свиней ( $M \pm m$ )

Показатели	1-я группа	2-я группа	3-я группа
62-122 - дневного возраста			
pH <sub>1,5</sub>	6,5±0,04	6,2±0,04	6,19±0,03
pH <sub>24</sub>	6,28±0,04	5,8±0,04	5,89±0,05
Влагосвязывающая способность, %	54,0±3,6	53,3±4,5	53,3±3,9
Нежность мяса, см <sup>2</sup> /г	1162,1±64,1	1174,2±45,49	1174,8±54,2
122-166 – дневного возраста			
pH <sub>1,5</sub>	6,42±0,03	6,0±0,05	6,14±0,02
pH <sub>24</sub>	6,25±0,03	5,7±0,04	5,73±0,03
Влагосвязывающая способность, %	60,5±5,0	59,6±4,12	60,0±6,2
Нежность мяса, см <sup>2</sup> /г	1248,8±58,2	1253,1±49	1251,3±55,2
166-214 – дневного возраста			
pH <sub>1,5</sub>	6,4±0,05	5,7±0,06	6,11±0,04
pH <sub>24</sub>	5,7±0,05	5,63±0,05	5,6±0,04
Влагосвязывающая способность, %	65,8±4,23	65,5±5,6	65,6±6,2
Нежность мяса, см <sup>2</sup> /г	1262,5±64,2	1268,3±40,5	1267,0±45,2

Для мяса животных 2-й и 3-й опытных групп были характерны постепенные изменения с возрастом величины активной кислотности через 24 часа после убоя. И если pH<sub>24</sub> в обеих опытных группах плавно понижался, то в 1-й группе наблюдалось плавное понижение с периода доращивания до начала откорма и резкое отклонение в более кислую сторону с момента начала заключительной фазы откорма.

Как известно, влагоудерживающая способность мяса является одним из важнейших показателей, оказывающих непосредственное влияние на выход готовых изделий, тесно связанных с сочностью, нежностью и другими технологическими и кулинарными свойствами мяса. Как правило, более высокую влагоудерживающую способность имеет мышечная ткань с повышенным содержанием внутримышечного жира; такая ткань меньше теряет влагу при термической и кулинарной обработке. Свинине нормального качества соответствует влагоудерживающая способность на уровне 53 - 66%. В наших исследованиях этот показатель соответствовал норме по всем группам, хотя в мясе свиней 1-й группы он был несколько выше, что являлось следствием отклонения величины активной кислотности.

Влагосвязывающая способность мяса животных всех групп со временем менялась одинаково. Процесс её повышения происходил постепенно. Для оценки качества мяса применяют такой характерный показатель как его нежность. Хотя эта величина всех трёх групп находилась в

пределах нормы, наблюдалась четкая тенденция к улучшению его в мясе, полученном от свиней 2-й и 3-й групп.

Таблица 11

Химический состав длиннейшей мышцы спины, печени и гомогената организма свиней, г % ( $M \pm m$ )

Показатели	Группы	Длиннейшая мышца спины	Печень	Гомогенат мышц
Возраст – 62 суток				
Сухое вещество		23,17 ± 0,20	-	7,39 ± 0,96
Белок		18,64 ± 0,16	-	16,99 ± 0,33
Возраст – 122 суток				
Сухое вещество	1-я	23,61 ± 0,25	29,53 ± 0,38	30,79 ± 1,05
	2-я	25,04 ± 0,21 <sup>****</sup>	30,20 ± 0,49	31,78 ± 0,29
	3-я	25,47 ± 0,10	29,90 ± 0,44	31,83 ± 0,61
Белок	1-я	19,03 ± 0,28	20,33 ± 1,24	17,52 ± 0,23
	2-я	20,07 ± 0,21 <sup>*</sup>	22,50 ± 0,29	18,13 ± 0,20
	3-я	21,09 ± 0,49 <sup>***</sup>	22,78 ± 0,36	18,18 ± 0,27
Возраст – 166 суток				
Сухое вещество	1-я	23,45 ± 0,24	29,32 ± 0,12	30,56 ± 0,16
	2-я	24,22 ± 0,18 <sup>****</sup>	30,10 ± 0,24 <sup>*</sup>	31,66 ± 0,17
	3-я	24,56 ± 0,27	29,95 ± 0,19 <sup>*</sup>	31,98 ± 0,08
Белок	1-я	19,91 ± 0,04	20,20 ± 0,21	17,65 ± 0,25
	2-я	21,07 ± 0,02 <sup>*</sup>	21,17 ± 0,17 <sup>***</sup>	18,28 ± 0,08 <sup>*</sup>
	3-я	21,11 ± 0,09	20,52 ± 0,10	18,35 ± 0,12 <sup>*</sup>
Возраст – 214 суток				
Сухое вещество	1-я	24,06 ± 0,14	29,17 ± 0,21	30,83 ± 0,08
	2-я	25,20 ± 0,09	30,20 ± 0,12	31,71 ± 0,05
	3-я	25,38 ± 0,13	30,67 ± 0,23	31,80 ± 0,08
Белок	1-я	20,50 ± 0,13	20,57 ± 0,12	17,36 ± 0,09
	2-я	21,65 ± 0,09 <sup>***</sup>	21,19 ± 0,14 <sup>***</sup>	18,23 ± 0,03
	3-я	21,68 ± 0,12	20,86 ± 0,15	18,28 ± 0,05

Примечание: <sup>\*</sup> p < 0,05 по сравнению с 1-й группой, <sup>\*\*\*</sup> p < 0,01 по сравнению с 1-й группой, <sup>\*\*\*\*</sup> p < 0,001 по сравнению с 1-й группой

По данным лаборатории белково-аминокислотного питания тенденция к улучшению качества мяса прослеживается и по изменению содержания сухого вещества и общего белка, как в длиннейшей мышце спины, так и в гомогенате мышечной ткани и печени. С возрастом отмечено изменение в сторону улучшения качественных показателей мяса, особенно это относится к животным 2-й и 3-й групп. По мере увеличения живой массы количество белка в исследуемых тканях повышалось (табл. 11).

Таким образом, свинина всех опытных групп отличалась хорошим качеством, особенно у животных опытных групп, которые давали большие приросты на откорме, у них отсутствовали признаки отклонения созревания



мяса, ткани этих животных отличались более высоким содержанием сухого вещества и белка.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведения опыта на свиньях в период интенсивного доращивания и откорма было установлено, что различные уровни и соотношения протеина, лимитирующих аминокислот и обменной энергии оказывают количественное влияние на рост и продуктивность животных. Степень вовлечения аминокислот в процесс синтеза белков тела у всех групп поросят была различной. По данным аминокислотного анализа плазмы крови, длиннейшей мышцы спины и печени можно сделать заключение, что как недостаток заменимых (1-я группа), так и избыток незаменимых аминокислот (3-я группа) в рационах свиней влечет за собой изменение уровня свободных аминокислот тканях и органах животных, количества синтезируемого белка в теле, величины прироста массы тела, а также технологических свойств и характеристик получаемой свинины. Данные контрольного убоя свиней и обвалки туш показали, что увеличение обменной энергии на 5% в рационах для свиней с пониженным уровнем протеина до 120, 114 и 107г/кг комбикорма по периодам соответственно (2-я группа) наиболее полно обеспечивает организм энергией и проявляет берегающий эффект по отношению к незаменимым аминокислотам. В свою очередь увеличение уровня обменной энергии на 10% (3-я группа) способствует повышению белка в длиннейшей мышце спины свиней на 9,8 – 5,4% по сравнению с рационом, в котором уровень её соответствовал норме. При сравнении с рационом с 5%-ным повышением не было выявлено достоверных различий по содержанию белка в длиннейшей мышце спины у свиней, но при этом в туша животных, получавших рационы с 10%-ным увеличением обменной энергии выход мяса снизился на 5,5%, а выход сала повысился на 4,4%.

Повышение концентрации дикарбоновых аминокислот с возрастом, по – видимому, характеризует общий уровень обмена веществ в организме и его функциональное состояние. Глютаминовая и аспарагиновая кислоты играют ключевую роль в азотистом обмене у животных, как главный начальный продукт усвоения азота, как переносчик аминокислот и как заключительное звено, предшествующее минерализации азота в многоступенчатых процессах распада белков. Некоторое увеличение гистидина и треонина соответствует возрастному накоплению соединительной и костной ткани, а нарастание концентрации цистина связано с ростом щетины. Поскольку с возрастом у всех млекопитающих отмечено накопление кератинов в организме, которые богаты цистином. Увеличение содержания лейцина, изолейцина и валина, очевидно, связано с изменением направленности метаболических процессов в сторону увеличения отложения жира в организме свиней.

## 5. ВЫВОДЫ

1. Снижение уровня протеина в комбикормах для свиней до 122, 114 и 107г/кг при обогащении их лизином до 9,4, 8,4 и 7,2г/кг, метионином+цистином до 6,1, 5,8 и 5,3г/кг и треонином до 6,3, 5,6 и 5,03г/кг в периоды доращивания, в I-й и II-й периоды откорма позволяет снабдить организм свиней оптимальным количеством аминокислот для поддержания высокого уровня синтеза белка.

2. Для успешного выращивания и откорма свиней на разработанных нами рационах рекомендуем обеспечить отношение незаменимых аминокислот к заменимым в плазме крови в пределах 0,8 – 1; в длиннейшей мышце спины: 0,7 – 1 и в печени: 0,4 – 0,6.

3. Снижение уровня протеина до 152, 135 и 118г/кг и увеличение количества лизина до 10,8, 9,61 и 8,28г/кг, метионина+цистина до 7,0, 6,7 и 6,0г/кг и треонина до 7,2, 6,5 и 5,8г/кг в периоды доращивания, в I-й и II-й периоды откорма в рационах поросят сопровождалось уменьшением выхода мяса на 5,5% и повышением выхода сала на 4,5%.

4. У свиней, содержащихся на низкопротеиновых рационах с уровнем протеина 120, 114 и 107г/кг, лизина 7,7, 6,9 и 5,9г/кг, метионина+цистина 4,6, 4,5 и 4,0г/кг и треонина 4,8, 4,3 и 3,8г/кг в периоды доращивания, в I-й и II-й периоды откорма возрастает сумма свободных аминокислот в плазме крови и тканях, что указывает на уменьшение их использования на синтез белков в органах и тканях.

5. На основании данных по приросту массы тела животных, затрате корма на 1кг привеса и уровню свободных аминокислот в тканях свиней установлены следующие оптимальные соотношения лимитирующих аминокислот в рационе к лизину: для треонина – 67, 66 и 69; метионина+цистина– 65, 69 и 72, и лизина к обменной энергии 0,72, 0,67 и 0,55 для периода доращивания, I и II периодов откорма соответственно.

6. Повышение уровня обменной энергии на 5% способствует снижению использования аминокислот на энергетические цели в организме свиней; и увеличению их использования в процессе синтеза белка, что подтверждается убойными данными по выходу мышечной массы и жира в тушах свиней 2-й группы.

7. Качественные характеристики свинины (активная кислотность, влагосвязывающая способность и нежность мяса), получаемой от различных групп животных, не зависят от уровня протеина и лимитирующих аминокислот в рационе, но тенденция к улучшению этих свойств наблюдается в мясе животных с повышенным содержанием аминокислот.

## 6. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРАКТИКЕ

Полученные экспериментальные данные будут использованы при совершенствовании системы питания свиней выращиваемых на мясо с целью повышения использования питательных веществ корма, в том числе аминокислот на синтез белков, уменьшения затрат корма на 1кг прироста живой массы, получения свинины высокого качества, и соответственно уменьшения загрязнения окружающей среды азотом в виду более

эффективного использования азотистых соединений на продуктивные цели. В кормлении свиней рекомендуем следующие уровни содержания в 1кг комбикорма в период доращивания, I-й и II-й периоды откорма соответственно:

протеина - 122, 114 и 107г;  
обменной энергии - 13,02, 12,55 и 12,81МДж;  
лизина - 9,4, 8,36 и 7,2г;  
треонина – 6,3, 5,63 и 5,03г;  
метионина+цистина – 6,1, 5,84 и 5,25г;  
отношение лизина к обменной энергии – 0,72, 0,67 и 0,55;  
отношение треонина к лизину – 67, 66 и 69;  
отношение метионина+цистина к лизину – 65, 69 и 72.

## **СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Тимошкина Е.И. Уровень и соотношение аминокислот в плазме крови свиней при выращивании их на низкопротеиновых обогащенных синтетическими аминокислотами/ Е.И. Тимошкина// Ж. Проблемы биологии продуктивных животных.- 2.- 2010.- С. 53-60.

2. Тимошкина Е.И. 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// Ж. Проблемы биологии продуктивных животных.- 4.- 2010.- С.55-62.

3. Тимошкина Е.И. 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, С.В. Грищук, Н.С.-А. Ниязов/ сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции «Пути интенсификации отрасли свиноводства в странах СНГ». Гродно.-2009.-С.142-144.

4. Тимошкина Е.И. 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/ тезисы докладов Международной научно-практической конференции «Стратегия развития зоотехнической науки», посвященной 60-летию зоотехнической науки Беларуси. - Жодино.-2009. С.-204-205.

5. Тимошкина Е.И. Аминокислотный состав длиннейшей мышцы спины у свиней, выращиваемых на низкопротеиновых рационах с разным уровнем лимитирующих аминокислот и обменной энергии / Е.И. Тимошкина/ материалы V Международной конференции «Актуальные проблемы биологии в животноводстве», посвященной 50-летию ВНИИФБиП. - Боровск.-2010.-С.95-96.