
ПИТАНИЕ

УДК 636.4.084.52:085.13:612.013.7:637.5

DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2022.1.90-99

**ПОЛНОРАЦИОННЫЕ КОМБИКОРМА ДЛЯ РАСТУЩИХ СВИНЕЙ
МЯСНОГО ТИПА НА ОСНОВЕ ДОСТУПНОСТИ АМИНОКИСЛОТ**

Ниязов Н.С.-А.

*ВНИИ физиологии, биохимии и питания животных - филиал ФИЦ
животноводства - ВИЖ им. Л.К. Эрнста, Боровск Калужской обл.,
Российская Федерация*

В последние годы всё большее распространение получает методика нормирования аминокислот для свиней с учётом их доступности для всасывания в кишечнике, а не только по их валовому содержанию в корме. Цель исследования – уточнение норм доступных аминокислот и обменной энергии в рационах поросят мясного типа при выращивании и откорме. Установлено, что для свиней мясного типа содержание в рационе обменной энергии (ОЭ) и аминокислот (в т.ч. доступных для усвоения в тонком кишечнике), в I и II периоды выращивания и откорма составляет: ОЭ – 13,6, 13,0 и 12,7 МДж; сырой протеин – 180, 166 и 145 г/кг; лизин – 12,8 (10,9), 10,5 (8,9) и 8,6 (7,3) г/кг; треонин – 8,65 (7,35), 7,0 (5,95) и 6,2 (5,3), метионин+цистин – 7,5 (6,1), 6,30 (5,0) и 5,9 (4,7), триптофан – 2,2; 2,0 и 1,7 г/кг корма соответственно. Соотношение лизин/ОЭ в комбикормах для растущих поросят по периодам выращивания и откорма должно составлять 0,94, 0,80 и 0,67, соотношение треонин/лизин – 0,68, 0,66 и 0,72, (метионин+цистин)/лизин – 0,56; 0,60 и 0,68 и триптофан/лизин – 0,20; 0,19 и 0,19 соответственно. При этом необходимо соблюдать соотношение и других незаменимых аминокислот к лизину на основе данных по идеальному протеину. Использование полноценных по питательности комбикормов позволяет получать среднесуточные приросты в период выращивания до 550 г и на откорме 850 г с расходом корма на кг прироста – 2,83; 2,48 и 3,87 кг, сырого протеина – 509, 410 и 563 г и обменной энергии – 38,5; 32,3 и 49,3 МДж и получать доброкачественную свинину.

Ключевые слова: растущие свиньи, обменная энергия, протеин, доступность аминокислот, эффективность использования корма, качество мяса

Проблемы биологии продуктивных животных, 2022, 1: 90-99

Введение

Потребность в аминокислотах у растущих свиней зависит от многих факторов – массы тела, среднесуточного прироста, пола и генотипа, состояния окружающей среды и здоровья. При этом значительную часть вариации уровня потребности организма в аминокислотах следует рассматривать с учётом количества сбалансированного или «идеального» протеина для продуктивных животных. В идеальном протеине каждая незаменимая аминокислота в одинаковой степени лимитирует продуктивные качества в конкретной ситуации кормления, так что избыток азота при этом минимален. Определение «идеального» аминокислотного состава представляет собой перспективный метод оценки количества кормового протеина для растущих свиней, однако общепринятого норматива «идеального» аминокислотного состава кормов ещё не разработано.

Идеальный аминокислотный состав должен быть связан с количеством кормовых аминокислот, доступных для усвоения в кишечнике, т.е. стандартизированных «истинно усваиваемых» аминокислот. Возможность обеспечения рационов добавками аминокислот промышленного производства, включающими первые лимитирующие аминокислоты, т.е. лизин, метионин, треонин и триптофан, привела к необходимости более точной оценки потребности в других незаменимых аминокислотах, поскольку они могут стать лимитирующими в рационах,

сбалансированных коммерчески доступными препаратами аминокислот (Омаров, 2005; Рядчиков, 2000, 2010; Ниязов, Родионова, 2019).

Наиболее эффективно белок используется, когда содержание в рационе всех незаменимых аминокислот точно соответствует нормам потребности без недостатка и избытка. В мировой науке и практике животноводства такой белок получил название «идеальный». 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. В последние годы всё большее распространение получает нормирование аминокислот с учётом их доступности, а не только по их валовому содержанию.

Поскольку лизин является первой лимитирующей незаменимой аминокислотой для растущих свиней, потребность в каждой незаменимой аминокислоте выражается относительно потребности в лизине. Таким образом, идеальный белок, представлен профилем, в котором уровень каждой незаменимой аминокислоты выражен в процентах от содержания лизина в корме. Наиболее благоприятными с точки зрения физиологической потребности растущих свиней должны быть следующие: лизин – 100%, метионин + цистин – 56-59, треонин – 61-65, триптофан – 17-18, изолейцин – 57, лейцин – 96-100, аргинин – 40, гистидин – 30-31, фенилаланин + тирозин – 97, валин – 68% (Каширина, 2005; Рядчиков, 2010). В ряде работ оценено соотношение для этих аминокислот: лизин – 100%, треонин – 65-72, метионин + цистин – 55-58, триптофан – 18-20, аргинин – 42, изолейцин – 50, лейцин – 100, гистидин – 33, фенилаланин + тирозин – 100 и валин – 70% (Fuller et al., 1989; Heger, 2002; Stein et al., 2007). Необходимо учитывать, что аминокислотный состав "идеального протеина" может варьировать в зависимости от возраста, физиологического состояния (поросята-отъемыши, свиньи на выращивании и откорме, взрослые свиноматки) и продуктивности животных.

Требованиям производства высококачественной свинины больше всего отвечают свиньи специализированных мясных пород или их помеси и гибриды. Известно, что свиньи специализированных мясных пород существенно отличаются от свиней мясо-сального типа. Свиньи мясного типа обладают исключительно высоким потенциалом продуктивности и эффективностью использования потребляемых кормов. Для реализации этих возможностей требуется обеспечивать их в соответствии с их потребностями в энергии, отдельных питательных и биологически активных веществах в определённых соотношениях, т.е. кормление должно быть полноценным и сбалансированным (Подобед, 2010; Рядчиков, 2012). В сравнительном эксперименте при выращивании и откорме свиней разных генотипов, было выявлено, что потребность в лизине у свиней породы ландрас выше, чем у крупной белой породы в период выращивания на 17,3% и в период откорма на 25% (Махаев, 2016).

Оптимальное содержание лизина в корме для крупной белой породы составляет 7,3 г при выращивании и 6,0 г при откорме, а для породы ландрас – 8,8 г и 7,5 г соответственно. Определяющими факторами нормирования полезности комбикормов для молодняка свиней является соотношение лизин/ОЭ и уровень других незаменимых аминокислот по отношению к лизину, рассчитанный на основе концепции "идеального" протеина. Такой принцип нормирования позволяет увеличить прирост живой массы поросят при выращивании на 15% и в целом за весь период выращивания на 12% при одновременном снижении затрат на корма на 11 и 15% соответственно по сравнению с использованием комбикормов, рассчитанных по детализированным нормам. В то же время затраты обменной энергии на единицу белка, депонированного в организме свиней, снижаются на 14% (Глушко и др., 2018).

Изучение и уточнение потребностей свиней в аминокислотах открывает возможность значительного снижения затрат на кормовой белок для получения единицы продукции. Определение потребностей в протеине сводится к потребности в незаменимых аминокислотах, или, скорее, к оценке потребности в лизине и его соотношения с другими доступными незаменимыми аминокислотами. Такой белок очень эффективно используется для синтеза продуктов животноводства, при этом его затраты снижаются на 30-40% по сравнению с существующими стандартами (Рядчиков, 2010, 2013).

Необходимы дальнейшие исследования для создания усовершенствованных систем оценки кормов и кормового протеина для разных половозрастных групп свиней. Практическое применение таких систем, в которых центральное место занимает концепция идеального протеина, может значительно повысить эффективность использования кормов и тем самым снизить потери питательных веществ. Кроме того, на этом пути можно улучшить состояние здоровья и продуктивные качества животных, а также снизить уровень загрязнения окружающей среды азотом.

Актуальность проведенного научного исследования определяется необходимостью установления оптимального уровня протеина, соотношения лимитирующих аминокислот и обменной энергии для мясного типа свиней.

Целью данного исследования было уточнение норм доступных аминокислот и обменной энергии в рационах поросят мясного типа при выращивании и откорме.

Материал и методы

Опыт проведен в условиях вивария института на 20 помесных поросятах (♂ датский йоркшир × ♀ датский ландрас). Эксперимент был разделен на два периода - доращивания и откорма, каждому из которых соответствовали разные по составу и питательной ценности комбикорма. Кормление свиней проводили на протяжении всего опыта согласно программе кормления (Нормы и рационы и др., 2003). Содержание групповое в клетках, поение из автопоилок. Опыт продолжался до достижения живой массы свиней 105 кг. Животные получали полнорационные комбикорма на ячменно-пшеничной основе (ОР) (табл. 1).

Таблица 1. Питательность комбикормов для растущих свиней, (в расчёте на 1 кг корма)

Показатели	Периоды выращивания		Откорм до 105 кг
	до 30 кг	до 55 кг	
ЭКЕ	1,36	1,30	1,27
Обменная энергия, МДж	13,60	13,02	12,73
Сырой протеин, г	179,6	165,6	145,4
Переваримый протеин, г	143,0	129,0	116,0
Лизин, г	12,80	10,5	8,60
В т.ч. доступный, г	10,88	8,92	7,31
Треонин, г	8,65	7,0	6,20
В т.ч. доступный, г	7,35	5,95	5,27
Метионин+цистин, г	7,50	6,30	5,90
В т.ч. доступный, г	6,0	5,04	4,72
Триптофан, г	2,53	2,0	1,7
Отношение лизин/ОЭ	0,94	0,80	0,67
Треонин/ лизин	0,68	0,66	0,72
(Метионин+цистин)/лизин	0,59	0,60	0,68
Сырой жир, г	53,6	41,9	23,1
Сырая клетчатка, г	36,28	44,2	5,9
Соль поваренная, г	4,5	4,0	4,6
Кальций, г	7,50	8,0	7,9
Фосфор, г	5,5	5,9	6,7

Примечания: * премикс КС-4 в 1 кг содержится: 600 тыс. МЕ витамина А; 120 тыс. МЕ витамина D₃; 0,2 витамина В₂; 0,5 г витамина В₃; 30 г витамина В₄; 1,5 г витамина В₅; 0,2 г витамина В₁₂; 4 г Fe; 7,5 г Zn; 2,5 г Mn; 0,5 г Cu; 0,015 г Co; 0,04 г J; 0,015 г Se и 0,5 г антиоксиданта. КС-5 содержится: 450 тыс. МЕ витамина А; 90 тыс. МЕ витамина D₃; 0,15 витамина В₂; 0,35 г витамина В₃; 20 г витамина В₄; 1,0 г витамина В₅; 0,0015 г витамина В₁₂; 4 г Fe; 5 г Zn; 2,5 г Mn; 0,4 г Cu; 0,015 г Co; 0,03 г J; 0,0015 г Se и 0,5 г антиоксиданта.

Количество ОЭ энергии составляло: до достижения ЖМ 30 кг (МДж) – 13,6; до 55 кг – 13,0 и на откорме – 12,7. Концентрация сырого протеина в 1 кг корма в эти периоды составляла 178, 166 и 145 г/кг, а незаменимых аминокислот: лизин – 12,8 г (доступный – 10,9 г), треонин – 8,65 г (7,35 г) и метионин+цистин 7,5 г (6,0 г); 10,5 (8,9), 4,8 (4,2) и 6,3 (5,0) и в период откорма – 8,6 (7,3), 6,2 (5,27) и 5,9 (4,7) соответственно. При этом соотношение лизина к обменной энергии (г/МДж) в эти периоды составляло 0,94, 0,80 и 0,67, треонина к лизину – 0,68, 0,66 и 0,72; метионина+цистина к лизину – 0,59, 0,60 и 0,68 и триптофана – 0,20, 0,19 и 0,19.

В ходе эксперимента учитывалось потребление комбикормов, их химический состав и расход корма, сырой протеин и обменная энергия на единицу прироста. Для оценки интенсивности роста поросят взвешивали в начале эксперимента и в конце каждого периода. Для определения переваримости питательных веществ, усвоения азота и эффективности их использования в конце периода выращивания был проведен балансовый опыт на трёх животных – аналогах по живой массе. По окончании откорма животных забивали для определения убойных качеств и взятия образцов органов и тканей для биохимических исследований.

Проведены анализ кормов, кала и мочи на содержание сухого вещества и влаги – по ГОСТ Р 543951; ГОСТ 31640; сырого протеина – по ГОСТ 32044.1; сырого жира – по ГОСТ 32905-2014; сырой клетчатки – по ГОСТ ISO 6865-2015; сырой золы – по ГОСТ 32933-2014; общего кальция – по ГОСТ 32904-2014; неорганического фосфора – по ГОСТ Р 51220-99; ЭКЕ, БЭВ и переваримого протеина – расчётным путем, содержание энергии калориметрическим методом на адиабатической бомбе.

В экспериментальных комбикормах соотношение незаменимых аминокислот к лизину и их усвояемость рассчитывали с использованием усреднённых данных, полученных лабораторией белково-аминокислотного питания ВНИИФБП (Ниязов, 2013а; 2021б) и приведенных в литературных источниках (Mosenthin et. al., 2000; Рядчиков, 2013) (табл. 2).

Таблица 2. *Количество и соотношение аминокислот в опытных комбикормах для свиней* (в расчёте на 1 кг корма)

Аминокислоты	Комбикорма					
	СК-4		СК-5		СК-6	
	г	%	г	%	г	%
Лизин	12,6	100	10,5	100	8,60	100
Треонин	8,65	68	7,0	67	6,20	72
Метионин+цистин	7,5	59	6,30	60	5,90	68
Триптофан	2,53	20	2,0	19	1,7	19
Изолейцин	7,12	56	6,96	66	5,75	66
Лейцин	13,5	107	11,14	106	9,54	110
Валин	8,72	69	7,7	73	6,25	72
Гистидин	4,58	36	4,2	40	3,49	40
Фенилаланин	8,16	50	7,27	69	6,10	71
Тирозин	6,7	49	5,9	56	4,99	58
Аргинин	11,07	87	9,6	91	8,24	95

В крови определяли концентрацию эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина, содержание общего белка в сыворотке крови; альбумина, глобулинов, мочевины, креатинина, активность аспартата и аланинаминотрансферазы, щелочной фосфатазы, кальция и неорганического фосфора (Кальницкий и др., 1988).

При оценке качества туш и мяса учитывали следующие показатели: площадь «мышечного глазка», толщину шпика, рН в динамике созревания мяса, его влагоудерживающая способность, окраска, нежность и качество белкового состава, и отношение миофибриллярных + саркоплазматических к стромальным белкам.

Результаты и обсуждение

Показатели эффективности роста растущих поросят при содержании их на экспериментальных рационах с различным уровнем обменной энергии, сырого белка и незаменимых аминокислот оказали положительное влияние на увеличение живой массы, эффективность использования, усвоение питательных веществ корма и конверсию корма.

До достижения живой массы 30 кг средняя живая масса у поросят составила 29,4 кг, а среднесуточные приросты были на уровне 484 ± 15 г (табл. 3), при этом затраты корма на 1 кг прироста составила 2,83 кг, сырого протеина 509 г и обменной энергии 38,5 МДж. В конце периода дорастивания эти показатели находились на уровне 56,8, 596, 2,48, 410 и 32,2 соответственно.

Свиньи в период откорма, получавшие разработанные нами полноценные комбикорма, в конце этого периода имели показатели по живой массе и среднесуточным приростам - $105,8 \pm 1,6$ кг и 829 ± 10 г на голову соответственно. В период откорма на единицу прироста было израсходовано 3,87 кг корма, 563 г сырого протеина и 49,3 МДж ОЭ. Эти показатели аналогичны результатам исследований (Рядчиков, 2010; Махаев, 2016), в которых также установлено, что при кормлении растущих поросят мясного типа полноценными комбикормами с оптимальным содержанием обменной энергии, сырого белка, доступных незаменимых аминокислот и их соотношением позволяют получать прирост живой массы на 10-15% выше, чем при традиционном кормлении.

Таблица 3. *Продуктивные показатели растущих свиней в опыте* ($M \pm m$, $n=20$)

Показатели	Группы		
	до 30 кг	до 55 кг	до 105 кг
Живая масса в начале периода, кг	$12,4 \pm 0,4$	$29,4 \pm 1,0$	$56,8 \pm 1,1$
Живая масса в конце периода, кг	$29,4 \pm 1,0$	$56,8 \pm 1,1$	$105,8 \pm 1,6$
Прирост живой массы, кг	$16,9 \pm 0,5$	$27,4 \pm 0,5$	$48,9 \pm 0,5$
Среднесуточный прирост, г	484 ± 15	596 ± 10	829 ± 12
Потреблено корма за период, кг	48,0	68,0	189,6
Расход корма на 1 кг прироста, кг	2,83	2,48	3,87
сырого протеина, г	509	410	563
обменной энергии, МДж	38,5	32,2	49,3

По показателям переваримости питательных веществ кормовых рационов можно судить о фактической белковой и энергетической питательности тестируемых рационов. Известно, что белковый обмен в организме растущего животного играет ведущую роль, и усвоение животными белковых компонентов рациона имеет решающее значение для оценки состояния обменных процессов в организме. В эксперименте установлено, что коэффициенты переваримости питательных веществ корма находились на достаточно высоком уровне (табл. 4). Переваримость сухого и органического вещества, сырого белка и жира, сырой клетчатки, БЭВ и сырой золы у поросят составила 78,3 и 80,6; 59,4 и 37,3; 78,0; 88,2 и 36,8% соответственно.

Таблица 4. *Коэффициенты переваримости питательных веществ корма и баланс азота у поросят*, % и г/сут ($M \pm m$, $n=3$)

Показатели	%	Показатели	г/сут
Сухое вещество	$78,3 \pm 0,4$	Принято с кормом, г	$52,6 \pm 0,1$
Органическое вещество	$80,6 \pm 0,5$	Выделено с калом, г	$11,6 \pm 0,2$
Сырой протеин	$78,0 \pm 0,7$	с мочой, г	$20,6 \pm 0,2$
Сырой жир	$59,4 \pm 1,2$	Переварено, г.	$41,1 \pm 0,1$
Сырая клетчатка	$37,3 \pm 0,8$	%	$78,0 \pm 0,3$
БЭВ	$88,2 \pm 1,1$	Отложено в теле, г	$20,3 \pm 0,2$
Сырая зола	$36,8 \pm 0,5$	% от принятого	$38,5 \pm 0,3$
		% от переваренного	$49,5 \pm 0,4$

Баланс азота у поросят был положительным $20,3 \pm 0,2$ г/сутки с достаточно высоким отложением азота в теле как от принятого (38,5%,) так и от переваренного (49,6%) (табл. 4). Данные по использованию азота корма согласуются с показателями интенсивности роста свиней (табл. 3). То, что использование полнорационного комбикорма с оптимальной концентрацией обменной энергии, сырого протеина, доступных незаменимых аминокислот и их оптимального соотношения повышает переваримость питательных веществ, использование азота корма и продуктивность показано в ранее проведенных исследованиях (Омаров и др., 2010; Кулинцев, 2011; Ниязов, Родионова, 2019; Nyachoti, 2002)

Изучение биохимических показателей крови (белок общий, альбумины, глобулины, мочевины, креатинин, щелочная фосфатаза, кальций, фосфор, АЛТ, АСТ) показало, что эти показатели находились в пределах физиологической нормы, использование опытных комбикормов не вызвало нарушений в обмене веществ и обеспечило высокие показатели роста (табл. 5). Так, содержание общего белка в крови животных составляло $76,8$ г/л, что может свидетельствовать о тенденции оптимизации белкового обмена. Подтверждением этому является, с одной стороны, лучшая переваримость сырого протеина, с другой – пониженная концентрация мочевины в крови у опытных животных ($6,12$ мМ). Креатинин также является одним из конечных продуктов белкового обмена, и сниженное его содержание в крови животных ($88,4$ мкМ), также свидетельствует о сбалансированности процессов белкового обмена.

Таблица 5. Морфологические и биохимические показатели сыворотки крови у подопытных свиней в конце откорма ($M \pm m$, $n=3$)

Показатели		Показатели	
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	$5,37 \pm 0,22$	Креатинин, мкМ	$88,4 \pm 1,3$
Гемоглобин, г/л	$110,9 \pm 1,6$	Креатинкиназа, мкКат/л	$0,45 \pm 0,05$
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	$13,0 \pm 0,3$	АСТ, мМ	125 ± 6
Общий белок, г/л	$76,8 \pm 0,5$	АЛТ, мМ	$77,6 \pm 0,05$
Альбумины, г/л	$35,3 \pm 0,3$	Щелочная фосфатаза, Ед	$1,28 \pm 0,04$
Глобулины, г/л	$41,4 \pm 1,2$	Са, мМ	$2,47 \pm 0,14$
Мочевина, мМ	$6,12 \pm 0,11$	$P_{неорг}$, мМ	$1,58 \pm 0,07$

Для эффективного использования переваримого протеина большое значение имеют процессы переаминирования, позволяющие экономно расходовать незаменимые аминокислоты. Данные по активности аспаратаминотрансферазы (АСТ, 125 мМ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ, 78 мМ) дают основание предположить, что более высокая интенсивность биосинтеза белка в организме поросят соответствовала потребностям в аминокислотах, поступающих из пищеварительного тракта (Родионова, 2011).

Изучение убойных качеств подопытных свиней, проведенное в конце эксперимента, показало высокую эффективность использования протеина корма; убойный выход туш составляет $66,7\%$ мяса, жира и костей – $66,1$, $18,6$ и $15,3\%$, площадь мышечного глаза составляет $45,5$ см² и толщина жира $19,5$ мм соответственно (табл. 6.).

Таблица 6. Убойные качества подопытных свиней в конце откорма ($M \pm m$, $n=3$)

Показатели	кг	Показатели	кг
Предубойная живая масса, кг	105 ± 1	Сало, кг	$6,39 \pm 0,35$
Масса туши, кг	$69,2 \pm 0,9$	%	$18,6 \pm 0,3$
Выход туш, %	$65,9 \pm 1,5$	Кости, кг	$5,26 \pm 0,35$
Масса внутреннего жира, %	$0,82 \pm 0,4$	%	$15,3 \pm 0,2$
Убойная масса, кг	$70,0 \pm 0,9$	Мякоть / жир	$3,55 \pm 0,41$
Убойный выход, %	$66,7 \pm 0,3$	Мякоть / кости	$4,31 \pm 0,10$
Масса полутуши, кг	$34,3 \pm 0,3$	Длина туши, см	104 ± 1
мяса, кг	$22,7 \pm 0,4$	Площадь «мышеч. глазка», см ²	$45,5 \pm 1,5$
%	$66,1 \pm 0,4$	Толщина шпика, мм	$19,5 \pm 0,5$

Следует отметить, что свиньи мясного типа имеют убойный выход и количество мяса выше, чем свиньи мясо-сального типа (Рыбалко, 2007; Махаев, 2009; Левшин, 2021).

Оптимальное аминокислотное обеспечение биосинтетических процессов у свиней в период дорастивания и откорма при использовании экспериментальных рационов, сбалансированных по доступности незаменимых аминокислот, положительно сказалось на эффективности использования азотистых веществ корма и показателях белкового обмена в скелетных мышцах (табл. 6).

Таблица 6. Физико-химические свойства, фракционный состав белков и химический состав длиннейшей мышцы спины у свиней в конце откорма (M±m, n=3)

Показатели		Показатели	
Сухое вещество, г/100 г	28,6±0,9	pH через 24 ч после убоя	5,78±0,10
Белок, г/100 г	20,0±0,7	Интенсивность окраски, ед.	94,9±1,7
Саркоплазматические, г/100 г	6,36±0,62	Влагоудерж. способность, %	56,0±0,04
Миофибриллярные, г/100 г,	8,05±0,39	В длиннейшей мышце спины:	
Стромальные, г/100 г,	5,63±0,40	Сухое вещество, %	28,2±0,1
Качеств. показатель белков, ед.	2,56±0,08	Белок, %	21,2±0,1
Общие липиды, г/100 г	5,02±0,35	Жир, %	4,05±0,2
pH через 1,5 ч после убоя	6,01±0,07	Зола, %	1,05±0,24

Измерение pH позволяет оценить свойства мяса, определить, согласно принятой в настоящее время классификации, принадлежность мяса к качественной группе PSE (pale, soft, exudative – бледное, мягкое, водянистое), NOR (нормальное мясо) или DFD (dark, firm, dry – тёмное, плотное, сухое), а также оценить его технологические свойства. При этом обязательно учитываются показатели влагоудерживающей способности, поскольку эта величина возрастает с увеличением уровня pH, интенсивности окраски мяса и потери мясного сока (Рыбалко и др., 2005). По нашим данным, в конце опыта величина pH через 24 ч у свиней составила 5,8. Интенсивность окраски мяса и показатель влагоудерживающей способности мяса находились в пределах 94,9 ед. и 56,0%, что соответствовало требованиям к свинине хорошего качества (NOR). Химический состав самой длиннейшей мышцы соответствовал доброкачественным качествам мяса.

Заключение

Для растущих свиней мясного типа оптимальное содержание питательных веществ в рационах в периоды выращивания до достижения живой массы до 30 кг; до 55 кг и откорма составляет: обменной энергии – 13,6, 13,0 и 12,7 МДж; сырой протеин – 180, 166 и 145 г/кг; лизин – 12,8 (доступный 10,9), 10,5 (8,9) и 8,6 (7,3) г/кг; треонин – 8,65 (7,35), 7,0 (5,95) и 6,2 (5,27), метионин+цистин – 7,5 (доступный 6,1), 6,3 (5,0) и 5,9 (4,7), триптофан – 2,2, 2,0 и 1,7, изолейцин 7,12 и 6,96 и 5,75, лейцин 13,5, 11,1 и 9,5, валин – 8,72, 7,7 и 6,23, гистидин – 4,58, 4,2 и 5,49, фенилаланин – 8,16, 7,27 и 7,12, тирозин – 6,7; 5,9 и 5,0 и аргинин – 11,1; 9,6 и 8,2 г/кг корма соответственно. Соотношение лизин/обменная энергия в эти периоды должно составлять 0,94, 0,80 и для периода откорма – 0,67, а треонин к лизину – 0,68; 0,66 и 0,72, метионин+цистин – 0,56; 0,60 и 0,68, триптофан – 0,20, 0,19 и 0,19, изолейцин 56,7 и 66,0, лейцин – 107, 106 и 110, валин – 69, 73 и 72, гистидин – 36, 40 и 40, фенилаланин – 50, 69 и 71, тирозин – 49, 56 и 58 и аргинин – 87, 81 и 95 г/кг корма соответственно. Использование полноценных по питательности комбикормов позволяет получать среднесуточные приросты в период выращивания до 550 г и на откорме 850 г с расходом корма на единицу прироста 2,83, 2,48 и 3,87 кг, сырого протеина – 509, 410 и 563 г и обменной энергии – 38,5; 32,3 и 49,3 МДж, соответственно, и получать качественную свинину.

Список литературы

1. Глушко В., Рошин В., Глушко А. Баланс энергии и незаменимых аминокислот в комбикормах для молодняка свиней. // Комбикорма. 2018. № 5. С. 46-48.
2. Кальницкий Б.Д. (Ред.). Методы биохимического анализа. Боровск, 1997. 356 с
3. Кулинцев В.В. Влияние сбалансированности рационов по незаменимым аминокислотам на продуктивность молодняка свиней. // Достижения науки и техники в АПК. 2011. № 2. С. 39-41.
4. Левшин А.Д. Убойные и мясо-сальные качества чистопородных и гибридных свиней при убое в 100кг и 120 кг. // Свиноводство. 2021. № 5. С. 52-56.
5. Махаев Е. Протеиновое питание свиней мясного типа. // Животноводство России. 2009. № 8. С. 35-36.
6. Махаев Е.А., Мысик А.Т., Стрекозов Н.И. Рекомендации по детализированному кормлению свиней мясного типа. Подольск-Дубровицы: ВИЖ, 2016. 118 с.
7. Ниязов Н. Уровень энергии в рационе для откармливаемых свиней. // Свиноводство. 2005. № 3. С. 14-15.
8. Ниязов Н.С.-А., Пьянкова Е.В. Истинная илеальная доступность аминокислот зерна злаков для корректировки рационов молодняка. // Свиноводство. 2021. № 3. С. 46-49.
9. Ниязов Н.С.-А., Пьянкова Е.В. Истинная илеальная доступность аминокислот высокобелковых кормов у молодняка свиней. // Проблемы биологии продуктивных животных. 2021. № 2. С. 83-91.
10. Ниязов Н.С.-А., Родионова О.Н. Продуктивность свиней мясного типа при разных уровнях в рационе сырого протеина, обменной энергии и незаменимых аминокислот. // Проблемы биологии продуктивных животных. 2019. № 2. С. 87-97.
11. Калашников А.П., Фисинин В.И. Щеглов В.В., Клейменов Н.И. (Ред.). Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. М., 2003. 456 с.
12. Омаров М., Зелкова Н., Слесарева С. Лизин в рационах с различной концентрацией энергии для поросят. // Комбикорма. 2019. № 7-8. С. 38-39.
13. Омаров М.О., Тараненко О.А., Головкин Е.Н. Способы улучшения конверсии белка жмыхов и шротов. // Эффективное животноводство. 2010. № 3. С. 25.
14. Подобед Л.И. Интенсивное выращивание поросят (технологические основы кормления и содержания, профилактика продуктивных нарушений). Киев: ПолиграфИнко, 2010. 288 с.
15. Родионова О.Н., Тимошкина Е.И., Колганов А.В. Влияние низкопротеинового рациона с разными уровнями обменной энергии и лимитирующих аминокислот на обмен веществ и продуктивность свиней. // Проблемы биологии продуктивных животных. 2011. № 2. С. 87-93.
16. Рыбалко В.П., Бирта Г.А. Мясные качества помесей крупной белой породы свиней и ландрас при разном уровне протеинового питания. // Сб. науч. трудов 14 междунар. конф. «Современные проблемы интенсификации производства свинины». Ульяновск, 2007. Том 3. С. 65-70.
17. Рядчиков В.Г. Концепция рационального использования белка при кормлении свиней. // Вестник Россельхозакадемии. 2000. № 5. С. 59-62.
18. Рядчиков В.Г. Нормы потребности свиней мясных пород и кроссов в энергии и переваримых аминокислот. // Животноводство. 2007. № 11. С. 21-24.
19. Рядчиков В., Омаров М., Полежаев С. Идеальный белок в рационах свиней и птиц. // Животноводство России. 2010. № 2. С. 49-51.
20. Рядчиков В.Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных. Краснодар: КЕАУ, 2013. 616 с.
21. Heger J. Van Phung T, Krizovue L Efficiency of amino acid utilization in the growing pig at suboptimal levels of intake: lysine, threonine, sulphur amino acids and tryptophan. // J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berlin). 2002. Vol. 86. nr 5-6. P. 153-165.
22. Lenis N.P., Diepen H.T.M., Bikker P., Jongbloed A.W., Meulen J. Effect of the ratio between essential and nonessential amino acids in the diet on utilization of nitrogen and amino acids by growing pigs. // J. Anim. Sci. 1999. Vol. 77. P. 1777-1787.
23. Mosenthin R., Sauer W.C., Blank R., Huisman J., Fan M.Z. The concept of digestible amino acids in diet formulation for pigs. // Livestock Production Science. 2000. Vol. 64. P. 265-280.
24. Nyachoti C. M., Omogbenigun F. O., Rademacher M., Blank G. Performance responses and indicators of gastrointestinal health in early weaned pigs fed low-protein amino acid-supplemented diets. // J. Anim. Sci. 2006. Vol. 84. P. 125-134.
25. Stein H.H., Seve B., Fuller M.F., Moughan P.J., De Lange C.F. Invited review: Amino acid bioavailability and digestibility in pig feed ingredients: Terminology and application. // J. Anim. Sci. 2007. Vol. 85. P. 172-180.

References (for publications in Russian)

1. Glushko V., Roshchin V., Glushko A. [Balance of energy and essential amino acids in feed for young pigs]. *Kombikorma - Compound feeds*. 2018. 5: 46–48.
2. Kalashnikov A.P., Fisinin V.I. SHCHeglov V.V., Kleimenov N.I. (Ed.). *Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaistvennykh zhyvotnykh* (Norms and diets for feeding farm animals). Moscow, 2003. 456 p.
3. Kal'nitskii B.D. (Ed.). *Metody biokhimitseskogo analiza* (Methods of biochemical analysis). Borovsk: VNIIFBiP, 1997. 356 p.
4. Kulintsev V.V. [Influence of balanced diets for essential amino acids on the productivity of young pigs]. *Dostizheniya nauki i tekhniki v AP - Achievements of science and technology in the agro-industrial complex*. 2011. 2: 39-41.
5. Levshin A.D. [Slaughter and meat-fat qualities of purebred and hybrid pigs at slaughter in 100 kg and 120 kg]. *Svinovodstvo - Pig breeding*. 2021. 5: 52-56.
6. Makhaev E. [Protein nutrition of meat-type pigs]. *Zhivotnovodstvo Rossii – Livestock in Russia*. 2009. 8: 35-36.
7. Makhaev E.A., Mysik A.T., Strekozov N.I. *Rekomendatsii po detalizirovannomu kormleniyu svinei myasnogo tipa* (Recommendations for detailed feeding of meat-type pigs). Podolsk-Dubrovitsy: VIZh, 2016. 118 p.
8. Niyazov N. [Energy level in the diet for fattening pigs]. *Svinovodstvo – Pig breeding*. 2005. 3: 14-15.
9. Niyazov N.S.-A., P'yankova E.V. [True ileal availability of amino acids in cereal grains to adjust the diets of young animals]. *Svinovodstvo – Pig breeding*. 2021. 3: 46-49.
10. Niyazov N.S.-A., P'yankova E.V. [True ileal availability of amino acids of high-protein feeds in young pigs]. *Problemy biologii produktivnykh zhyvotnykh - Problems of productive animal biology*. 2021. 2: 83-91.
11. Niyazov N.S.-A., Rodionova O.N. [Productivity of meat-type pigs at different levels in the diet of crude protein, metabolic energy and essential amino acids]. *Problemy biologii produktivnykh zhyvotnykh - Problems of productive animal biology*. 2019. 2: 87-97.
12. Omarov M., Zelkova N., Slesareva S. [Lysine in diets with different energy concentrations for piglets]. *Kombikorma - Compound feeds*. 2019. 7-8: 38-39.
13. Omarov M.O., Taranenko O.A., Golovko E.N. [Methods for improving the protein conversion of cakes and meals]. *Effektivnoe zhyvotnovodstvo - Efficient animal husbandry*. 2010. 3: 25.
14. Podobed L.I. *Intensivnoe vyrashchivanie porosyat (tekhnologicheskie osnovy kormleniya i sodержaniya, profilaktika produktivnykh narushenii)* (Intensive rearing of piglets: technological foundations of feeding and keeping, prevention of productive disorders). Kiev: PoligrafInko, 2010. 288 p.
15. Rodionova O.N., Timoshkina E.I., Kolganov A.V. [The effect of a low protein diet with different levels of metabolizable energy and limiting amino acids on the metabolism and productivity of pigs]. *Problemy biologii produktivnykh zhyvotnykh - Problems of productive animal biology*. 2011. 2: 87-93.
16. Rybalko V.P., Birta G.A. [Meat quality of crossbreeds of large white breed of pigs and Landrace at different levels of protein nutrition]. In: *Sb. trudov 14 mezhdun. konf. "Sovremennyye problemy intensivifikatsii proizvodstva sviniy"* (Proc. of 14 int. conf. "Modern problems of intensification of pork production"). Ul'yanovsk, 2007. Vol. 3: 65-70.
17. Ryadchikov V.G. [The concept of rational use of protein in feeding pigs]. *Vestnik Rossel'khozakademii - Bulletin of the Russian Agricultural Academy*. 2000. 5.: 59-62.
18. Ryadchikov V.G. [The norms of the need for pigs of meat breeds and crosses in energy and digestible amino acids]. *Zhivotnovodstvo - Livestock breeding*. 2007. 11: 21-24.
19. Ryadchikov V., Omarov M., Polezhaev S. [Ideal protein in the diets of pigs and birds]. *Zhivotnovodstvo Rossii - Animal husbandry of Russia*. 2010. 2: 49-51.
20. Ryadchikov V.G. *Osnovy pitaniya i kormleniya sel'skokhozyaistvennykh zhyvotnykh* (Fundamentals of nutrition and feeding of farm animals). Krasnodar: KEAU Publ., 2013. 616 p.

UDC 636.4. 084.52:085.13:612.013.7:637.5

**Complete compound feeds for growing meat-type pigs
based on the availability of amino acids**

Niyazov N.S.-A..

*Institute of Animal Physiology, Biochemistry and Nutrition - Branch of
Federal Science Center for Animal Husbandry - Ernst VIZh, Borovsk,
Kaluga oblast, Russian Federation*

ABSTRACT. The aim of the study was to clarify the norms of available amino acids and metabolic energy in the diets of meat-type piglets during growing and fattening periods. It had been found that for meat-type pigs, the optimal nutrient content in the diets during the growing and fattening periods is: metabolic energy – 13.60, 13.02 and 12.73 MJ; crude protein – 180, 166 and 145 g/kg; lysine – 12.80 (available 10.88), 10.5 (8.92) and 8.6 (7.31) g/kg; threonine – 8.65 (7.35), 7.0 (5.95) and 6.2 (5.27), methionine+cystine – 7.5 (6.1), 6.30 (5.04) and 5.9 (4.72), tryptophan – 2.2, 2.0 and 1.7 g/kg of feed, respectively. The ratio of lysine/metabolizable energy in compound feeds for growing piglets during the growing and fattening periods should be 0.94, 0.80 and 0.67 for the fattening period, and threonine to lysine – 0.68, 0.66 and 0.72, methionine + cystine – 0.56, 0.60 and 0.68 and tryptophan – 0.20, 0.19 and 0.19, respectively. At the same time, it is necessary to observe the ratio of other essential amino acids to lysine based on an ideal protein. The use of nutritionally complete compound feeds makes it possible to obtain average daily LW gains during the growing period up to 550 g and during fattening period – 850 g with feed consumption per 1 kg LW gain 2.83, 2.48 and 3.87 kg, crude protein – 509, 410 and 563 g and ME energy – 38.5, 32.3 and 49.3 MJ, respectively, and to obtain high-quality pork.

Keywords: growing pigs, metabolizable energy, protein, availability of amino acids, growth, feed efficiency, nitrogen balance, meat quality

Problemy biologii productivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology. 2022. 1: 90-99

Поступило в редакцию: 10.11.2021 Получено после доработки: 20.12.2021

Сведения об авторах:

Ниязов Нияз Саид-Алиевич, д.б.н., зав. лаб. 8(961)005-54-00