

ПИТАНИЕ

УДК 636.4.085.55

doi:10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2018.2.57-67

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИКОРМОВ С РАЗНЫМИ УРОВНЯМИ ПРОТЕИНА, ОБМЕННОЙ ЭНЕРГИИ И ДОСТУПНЫХ АМИНОКИСЛОТ У ПОМЕСНЫХ СВИНЕЙ МЯСНОГО ТИПА

Ниязов Н.С.-А., Родионова О.Н.

*ВНИИ физиологии, биохимии и питания животных, Боровск,
Российская Федерация*

Опыт проведен на помесных свиньях (♂ датский йоркшир × ♀ датский ландрас), которые в возрасте 55 дней были разделены на три группы по 10 голов в каждой. Поросята I группы получали комбикорма с содержанием сырого протеина (СП) в периоды доращивания и откорма составлял соответственно 158 и 145 г/кг корма, а содержание незаменимых аминокислот и обменной энергии по нормам, принятым РФ. Поросята II и III групп получали комбикорма аналогично I группе, но с повышенными уровнями на 5 и 10% аминокислот (лизин, метионин и треонин) согласно их истинной доступности в кишечнике, и обменной энергии на 5%. В период до достижения живой массы 20 кг содержание обменной энергии в 1 кг корма составляло 13,33 МДж/кг, сырого протеина – 158 г, лизина – 10,08 г (доступного – 9,0 г), треонина – 6,09 г (доступного – 5,33) г, суммы метионин+цистин – 5,04 г (доступного – 4,19 г); в период доращивания – 13,3 МДж, 158 г, 8,08 г (6,39 г), 5,26 г (4,46 г) и 5,04 г (4,23 г), и в период откорма – 12,3 МДж, 145 г, 7,49 г (3,97 г), 4,93 г (4,43 г) и 4,72 г (3,97 г) соответственно. При этом в эти периоды соотношение лизина к обменной энергии (г/МДж) составляло 0,79; 0,61 и 0,51, лизина к сумме метионин+цистин – 0,50, 0,62 и 0,62 и к треонину – 0,62, 0,65 и 0,66. Концентрация общего белка и креатинина в сыворотке крови у свиней опытных групп в конце опыта была выше ($P<0,05$), а концентрация мочевины ниже ($P<0,05$), чем в контрольной группе, что свидетельствует о более эффективном использовании аминокислот в процессах биосинтеза. Живая масса у свиней II и III групп была на 9,8 ($P<0,05$) и 8,2% ($P<0,05$) выше по сравнению с I группой. Среднесуточные приросты живой массы в опытных группах (871 и 862 г) были выше на 65 и 56 г ($P<0,05$) по сравнению с контролем. Во II и III группах отмечено снижение расхода корма, СП и ОЭ на единицу продукции в сравнении с контролем. Эффективность использования обменной энергии у свиней II и III групп была на 6,2 и 1,4% выше контроля. В целом, оптимальное балансирование рационов обеспечивают лучшие характеристики роста, использования азотистых веществ и энергии, позволяют снизить выделение азота в окружающую среду, получить высококачественную свинину с хорошей экономической отдачей.

Ключевые слова: свиньи, рост и откорм, уровни протеина, добавки аминокислот, азотистый обмен, баланс азота и энергии, расход корма

Проблемы биологии продуктивных животных, 2018. 2: 57-67

Введение

Уровень биологической полноценности протеина в рационе определяется не содержанием самих белков, а их аминокислотным составом, особенно уровнем незаменимых аминокислот; при этом величины усвояемости должны соответствовать потребности животных в аминокислотах при минимальном содержании протеина в рационе. В идеальном протеине рациона каждая незаменимая аминокислота содержится в количестве, точно соответствующем потребности организма животного конкретной породы, пола и возраста для

обеспечения оптимального уровня продуктивности. Однако данные, полученные в исследованиях по использованию низкопротеиновых рационов в кормлении свиней с добавками аминокислот на основе концепции идеального протеина, довольно противоречивы, особенно по динамике прироста мышечной массы и отложения белка в организме животных. Так, сообщалось о снижении массы мышц и отложения белка в теле у свиней, получавших рационы с «идеальным» протеином (Smith et al., 1999; Zervas, Zijlstra, 2002; Otto et al., 2003). С другой стороны, в других работах не было выявлено существенных изменений в отложении белка в теле свиней и повышает конверсию корма при скормлировании низкопротеиновых рационов с добавками аминокислот (Рядчиков, 2000; Ниязов, 2017; Омаров и др. 2007; Knowles et al., 1998; Stein et al., 2007; Jongbloed, 2008), или отмечалось повышение выхода мяса и ретенции азота у помесных свиней, получавших рационы с «идеальным» протеином (Adesehinwa, 2008).

Были определены пределы допустимого снижения уровня протеина в рационах; при этом выяснено, что при снижении уровня протеина до 150 г/кг корма в период дорастивания и до 140 г/кг в период откорма, при условии добавки к рационам лимитирующих аминокислот – лизина, треонина и метионина на уровне истинной их доступности (Рядчиков, 2000, 2007), не оказало отрицательного влияния на продуктивные качества свиней по сравнению со стандартными по питательности комбикормами (Тимошкина, 2010; Черюканов, 2012).

Известно, что у растущих свиней постепенно уменьшается доля потреблённой энергии, используемая для отложения белка. Отложение белка достигает максимума при достижении ЖМ 60-80 кг и затем уменьшается. Напротив, с возрастом увеличивается доля доступной энергии, используемая на отложение жира (Глушко, и др. 2008; van Milgen, Noblet, 2003).

В рационах для растущих свиней важно учитывать не только уровень сырого белка и обменной энергии, но и энерго-протеиновое отношение, выражаемое отношением содержания лизина на 1 МДж ОЭ энергии. Как показали результаты ряда экспериментов, увеличение энерго-протеинового отношения в комбикормах растущих и откармливаемых свиней повышает привесы и оплату корма продукцией (Smith et al., 1999), а также снижает толщину шпика (Колганов, 2010; Main et al., 2008). Повышение энерго-протеинового отношения путём снижения концентрации сырого протеина до 15,5 % при постоянном уровне ОЭ и лизина в рационах поросят приводит к увеличению среднесуточных привесов на 2-4%, снижению расхода протеина на 1 кг прироста, но не оказывает существенного влияния на использование и отложения азота и переваримость обменной энергии (Глушко и др. 2008; Ситько, Рошин, 2011).

Целью данной работы было оценить влияние рационов с разными уровнями сырого протеина, доступных незаменимых аминокислот (лизина, метионина и треонина) и обменной энергии на продуктивность, обменные процессы в организме и убойные качества растущих мясных помесных свиней.

Материал и методы

Опыт проведен в условиях вивария института на помесных поросятах (♂ датский йоркшир × ♀ датский ландрас). По принципу аналогов с учетом живой массы, были сформированы три группы свиней по 10 голов. Эксперимент был разделен на два периода – дорастивания и откорма, каждому из которых соответствовали комбикорма, различающиеся по составу и питательной ценности. Кормление свиней проводили 2 раза в сутки (9.00 и 16.00) на протяжении всего опыта, согласно программе кормления (Калашников, 2003), рассчитанной на получение привеса 750-850 г в сутки. Содержание групповое в клетках, поение из автопоилок.

Животные I группы в периоды до ЖМ 20 кг, дорастивания и откорма получали полнорационные комбикорма на ячменно-пшеничной основе (ОР) (табл. 1, 2). Концентрация сырого протеина составляла 158,7 г/кг корма в период дорастивания, и 145,4 г/кг в период откорма. Количество ОЭ энергии и незаменимых аминокислот в 1 кг корма составляло: до

достижении ЖМ 20 кг – 12,7 МДж, 9,6 г лизина (доступного – 8,3 г), 5,8 г треонина (доступного – 5,91 г) и 4,8 г метионина (доступного – 3,99 г); в период дорастивания – 13,3, 7,7, (5,91), 4,8 (4,25) и 4,6 (4,22) и в период откорма – 12,7 МДж, 7,2 г (6,98), 4,7 г (4,22) и 4,5 г (3,78) соответственно.

Таблица 1. Состав и питательность комбикормов для растущих свиней, %

Компоненты	Дорастивание до 20 кг			До конца дорастивания		
	Группы					
	I	II	III	I	II	III
Ячмень	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6
Пшеница	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Кукуруза	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Шрот соевый	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Шрот подсолнечный	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Масло подсолнечное	1,7	3,5	3,5	-	1,7	1,7
Монохлоргидрат лизина	2,72	3,14	3,97	0,33	0,81	0,86
DL-метионин	0,03	0,24	0,5	0,03	0,24	0,50
L-треонин	0,8	1,08	1,62	-	0,26	0,52
Поваренная соль	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Монокальцийфосфат	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Мука известковая	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Премикс КС-4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
В 1 кг комбикорма содержится:						
ЭКЕ	1,27	1,33	1,33	1,27	1,33	1,33
Обменной энергии, МДж	12,7	13,3	13,3	12,7	13,3	13,3
Сырого протеина, г	158,7	158,7	158,7	158,7	158,7	158,7
Перевар. протеина, г	130	130	130	130	130	130
Лизина, г	9,6	10,08	10,58	7,7	8,08	8,48
Доступного, г	8,30	8,72	9,08	5,91	6,39	6,89
Треонина, г	5,8	6,09	6,39	5,0	5,26	5,51
Доступного, г	5,06	5,33	5,87	4,25	4,46	4,68
Метионина+цистина, г	4,8	5,04	5,29	4,77	5,04	5,29
Доступного, г	3,99	4,19	4,39	3,99	4,23	4,49
Отношение Л/ОЭ	0,75	0,76	0,79	0,61	0,61	0,64
Сырой клетчатки, г	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35
Соль поваренная, г	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Кальция, г	9,2	9,2	9,2	8,0	8,0	8,0
Фосфор, г	7,2	7,2	7,2	6,49	6,49	6,49

Поросята II и III групп получали комбикорма аналогично I группе, но с повышенными уровнями на 5 и 10% аминокислот (лизин, метионин и треонин), согласно их истинной доступности в кишечнике, и обменной энергии на 5%. Концентрация питательных веществ в кг корма составляла до достижения живой массы 20 кг – обменной энергии 13,33 МДж/кг корма, сырого протеина – 158 г, лизина – 10,08 г (доступного – 9,0 г), треонина – 6,09 г (доступного – 5,33) г, метионин+цистина – 5,04 г (доступного – 4,19 г); в период дорастивания – 13,3 МДж, 158 г, 8,08 г (6,39 г), 5,26 г (4,46 г) и 5,04 г (4,23 г) и в период откорма – 12,3 МДж, 145 г, 7,49 г (3,97 г), 4,93 г (4,43 г) и 4,72 г (3,97 г) соответственно. При этом соотношение лизина к обменной энергии (в г на МДж) составляло 0,79; 0,61 и 0,51, лизина к метионин+цистину – 0,50, 0,62 и 0,62 и к треонину – 0,62, 0,65 и 0,66 в эти периоды соответственно.

С целью определения усвоения азота, энергии корма и эффективности их использования был проведен балансовый опыт в конце периода дорастивания на трёх животных из каждой группы с аналогичной живой массой. После проведения балансового опыта провели убой с последующей обвалкой туш для определения убойных качеств и взятия образцов органов и тканей для физиолого-биохимических исследований.

В ходе опыта были проведены: анализ кормов, кала и мочи на содержание сухого вещества, сырого протеина, жира, сырой клетчатки по общепринятым методам, азота – по

Къельдалю на приборе Къельтек и валовую энергию – калориметрическим методом на адиабатической бомбе.

Таблица 2. Состав и питательность комбикорма для свиней в период откорма, %

Компоненты	Группы		
	I	II	III
Пшеница	25,0	25,0	25,0
Ячмень	43,48	43,48	43,48
Отруби пшеничные	10,0	10,0	10,0
Горох	7,0	7,0	7,0
Шрот подсолнечный	10,5	10,5	10,5
Масло подсолнечное	0,3	1,8	1,8
Монохлоргидрат лизина	-	0,29	0,58
DL-Метионин	-	0,19	0,38
L-Треонин	-	0,23	0,44
Соль поваренная	0,44	0,44	0,44
Монокальцийфосфат	0,32	0,32	0,32
Известковая мука	1,2	1,2	1,2
Адсорбент	0,1	0,1	0,1
ПК-54	1,0	1,0	1,0
В 1 кг комбикорма содержится:			
ЭКЕ	1,20	1,22	1,23
Обменная энергия, МДж	12,03	12,29	12,29
Сырой протеин, г	145,4	145,4	145,4
Переваримый протеин, г	108,0	112,0	110,0
Лизин, г	7,2	7,49	7,78
Доступный лизин, г	5,98	6,28	6,56
Треонин, г	4,7	4,93	5,14
Доступный треонин, г	4,22	4,43	4,64
Метионин+цистин, г	4,5	4,72	4,95
Доступный мет+цис, г	3,78	3,97	4,17
Отношение лизин/ОЭ	0,60	0,61	0,61
Сырая клетчатка, г	59,0	59,0	59,0
Соль поваренная, г	4,4	4,4	4,4
Кальций, г	7,9	7,9	7,9
Фосфор неорг., г	6,7	6,7	6,7

В плазме крови определяли: общий белок; концентрацию мочевины, креатинина, активность креатинкиназы, аспартат- и аланинаминотрансферазы; щелочной фосфатазы; кальций и неорганический фосфор (Кальницкий и др., 1988). При оценке качества туш и мяса были определены следующие показатели: убойный выход, морфологический состав, площадь «мышечного глазка» и толщина шпика.

Результаты и обсуждение

Показатели эффективности роста поросят при содержании их на опытных рационах с разными уровнями обменной энергии, сырого протеина и незаменимых аминокислот благоприятно отразились на приросте живой массы, эффективности использования, усвоении питательных веществ корма и конверсии корма.

До достижения живой массы 20 кг средняя живая масса у поросят II и III групп была выше, чем в I (контрольной) группе на 2,1 и 3,3%, а среднесуточные приросты были на уровне 362 и 372 г ($P < 0,05$) (табл. 3), при этом затраты корма на 1 кг прироста у поросят II и III групп были на 13,9 и 16,5% ниже по сравнению с контрольной группой. Следует отметить, что снижение уровня протеина при увеличении ввода синтетических аминокислот в рацион снизило затраты сырого протеина на 1 кг прироста у поросят III группы на 14,2 % и на 2,6% по сравнению с I и II группами. Такая же тенденция была отмечена между животными I, II

групп. По затратам обменной энергии на кг прироста у животных II и III групп она была ниже на 14,2 и 16,4% по сравнению с контролем.

В конце периода доращивания среднесуточные приросты у свиней II и III групп были на 19,0 и 18,7% ($P < 0,05$) выше, чем в контрольной. Затраты корма на единицу прироста у поросят этих групп были на 15,1 и 15,9% ниже по сравнению с контрольной группой. Поросята опытных групп меньше затрачивали сырого протеина и обменной энергии на приросты живой массы на 15,3-16,0% и 11,6-12,5% по сравнению с I группой.

Таблица 3. Продуктивные показатели растущих свиней до достижения живой массы 20 кг и в конце доращивания ($M \pm m$, $n=10$)

Показатели	Группы		
	I (контроль)	II	III
Живая масса в начале периода, кг	15,0 $\pm$ 0,62	14,88 $\pm$ 0,66	15,0 $\pm$ 0,42
Живая масса до 20 кг	18,11 $\pm$ 0,84	18,5 $\pm$ 0,69	18,72 $\pm$ 0,59
Прирост живой массы, кг	3,11 $\pm$ 0,04	3,62 $\pm$ 0,01	3,72 $\pm$ 0,01
Среднесуточный прирост, г	311 $\pm$ 4	362 $\pm$ 13,*	372 $\pm$ 15*
Потреблено корма, кг	9,8	9,8	9,8
Затрачено на 1 кг прироста: корма, кг	3,15	2,71	2,63
сырого протеина, г	584	501	488
обменной энергии, МДж	41,5	35,6	34,68
Живая масса в конце периода, кг	48,11 $\pm$ 2,5	53,94 $\pm$ 2,94*	54,22 $\pm$ 2,40*
Прирост живой массы за период, кг	33,11 $\pm$ 1,99	39,06 $\pm$ 2,42*	39,45 $\pm$ 2,01*
Среднесуточный прирост, г	556 $\pm$ 37	662 $\pm$ 40*	665 $\pm$ 34*
Потреблено корма за период, кг	87,2	87,2	87,2
Затрачено на 1 кг прироста: корма, кг	2,64	2,24	2,22
сырого протеина, г	418	354	351
обменной энергии, МДж	33,6	29,7	29,4

Примечание: здесь и далее в таблицах: * $P < 0,05$ по t -критерию при сравнении с контролем.

Содержание общего белка в сыворотке крови у животных II и III групп составляло (64,43 $\pm$ 1,50 г/л и 65,3 $\pm$ 1,88 г/л) по сравнению с контрольной группой (54,6 $\pm$ 3,72 г/л). Повышенный уровень белка в крови у свиней во II и III группах мы связываем с более эффективным усвоением азота корма, что подтверждается более высокой скоростью роста животных этих групп (табл. 4).

Концентрация мочевины в плазме крови в период доращивания у свиней II группы, получавших комбикорма с низким уровнем протеина и повышенным количеством аминокислот и ОЭ, была на 14,4% и на 16,2% ниже, чем у животных I группы, что указывает на более эффективное использование азота в организме в сравнении с контролем. Концентрация креатинина (метаболита, характеризующего массу скелетных мышц) – ниже у свиней I-й группы. Активность щелочной фосфатазы и концентрация глюкозы в плазме крови в опытных группах были выше, чем в контрольной.

Таблица 4. Биохимические показатели плазмы крови у подопытных свиней ($M \pm m$, $n=3$)

Показатели	Группы		
	I	II	III
Общий белок, г/л	54,6 $\pm$ 3,7	64,4 $\pm$ 1,5	65,3 $\pm$ 1,9
Мочевина, ммоль/л	5,62 $\pm$ 0,32	4,81 $\pm$ 0,29	5,90 $\pm$ 0,25
Креатинин, мкмоль/л	143 $\pm$ 8	159 $\pm$ 5	168 $\pm$ 8
АСТ, ммоль/л	120,5 $\pm$ 6,3	130,5 $\pm$ 4,5	125,8 $\pm$ 2,7
АЛТ, ммоль/л	57,.... $\pm$ 4,16	63,13 $\pm$ 1,13	70,83 $\pm$ 4,65
Щелочная фосфатаза, Е	168 $\pm$ 8	179 $\pm$ 18	174 $\pm$ 20
Глюкоза, ммоль/л	4,93 $\pm$ 0,12	5,57 $\pm$ 0,83	5,22 $\pm$ 0,76
Са, ммоль/л	2,78 $\pm$ 0,05	2,85 $\pm$ 0,04	2,93 $\pm$ 0,14
P неорг., ммоль/л	3,26 $\pm$ 0,06	3,38 $\pm$ 0,21	3,20 $\pm$ 0,28

Полученные данные по содержанию метаболитов в крови согласуются с результатами физиологических исследований по балансу азота. Так, у животных II и III групп наблюдалось более высокое отложение азота в теле, чем у их аналогов из контрольной группы (табл. 5). К концу периода доращивания они превышали своих сверстников контрольной группы по отложению азота в теле на 3,4 и на 4,2%. Животные опытных групп также лучше использовали азот корма в расчете как от принятого (на 4,0-3,9%), так и от переваренного (на 3,2-3,6%). Данные по использованию азота корма подтверждаются показателями по интенсивности роста свиней, которая в значительной степени обусловлена уровнем анаболических процессов в организме. Более низкое усвоение азота в контрольной группе можно объяснить недостаточным поступлением лимитирующих аминокислот в метаболический пул.

Таблица 5. Использование азота корма поросятами в период доращивания, г/сутки (M±m, n=3)

Показатели	Группы		
	I	II	III
Принято азота с кормом	42,78±0,41	40,33±0,12	40,71±0,27
Выделено: с калом	11,09±0,38	9,32±0,56	9,69±0,32
с мочой	13,82±0,64	12,53±0,27	12,40±0,73
Переварено	31,69±0,77	31,01±0,59	31,02±0,43
%	74,07±1,13	76,90±1,41	75,44±0,92
Отложено в теле:	17,87±0,11	18,48±0,50	18,62±0,64
% от принятого	41,77±0,17	45,82±1,14	45,74±1,74
% от переваренного	56,39±1,11	59,59±0,78	60,02±2,16

Использование в кормлении растущих свиней комбикормов со сниженным уровнем сырого протеина и повышенным количеством незаменимых аминокислот и обменной энергии сопровождается существенным снижением экскреции азота (на 10-12%). В ряде работ было установлено, что снижение уровня протеина при добавке лимитирующих аминокислот позволяет снизить выделение азота с мочой до 25-30% и улучшить экологическую обстановку на территории крупных свиноводческих предприятий (Yen et al., 2004; Sutton et al., 2008; Ниязов, 2014).

Таким образом, полученные данные по использованию азота корма согласуются с интенсивностью роста свиней, которая в значительной степени обусловлена уровнем анаболических процессов азотистых соединений и их отложением в организме животных.

По данным балансового опыта в период доращивания потребление валовой энергии корма по группам различалось незначительно. Во II группе потери энергии с калом были минимальными по сравнению с I (контрольной) группой. Потери энергии с мочой выше у молодняка свиней I группы по сравнению с опытными группами (табл. 6).

Таблица 6. Балансы энергии у молодняка свиней в конце периода доращивания, МДж/сутки (M±m, n=3)

Группы	Принято с кормом	Выделено с калом	Энергия переваримых пит. веществ	Потери энергии с мочой	Обменная энергия
I	29,72±0,28	6,69±0,14	23,03±0,34	0,74±0,1	22,39±0,25
II	29,02±0,09	5,76±0,31	23,26±0,05	0,48±0,03	23,78±0,39
III	29,21±0,22	6,01±0,27	23,20±0,13	0,49±0,03	22,71±0,18

Известно, что обеспеченность свиней энергией зависит не только от поступления валовой энергии корма, но и от эффективности использования обменной энергии. Обменная энергия была выше у свиней опытных групп на 6,2 и 1,4 % выше контроля. За период откорма живая масса у свиней II и III групп, получавших низкопротеиновые комбикорма с

добавкой лимитирующих аминокислот (лизина, метионина и треонина) согласно их истинной доступности была на 9,8 и 8,2% ($P<0,05$) выше по сравнению с аналогами I группы (табл. 7.). Среднесуточные приросты живой массы у подопытных свиней за этот период были выше на 65 и 56 г ($P<0,05$) по сравнению с контрольной группой. Свиньи II и III групп затратили корма, сырого протеина и обменной энергии на единицу продукции меньше по сравнению с контролем и у них сохранилась тенденция к снижению затрат сырого протеина, наблюдавшаяся ещё в период дорастивания.

Таблица 7. Живая масса, среднесуточные приросты, затраты корма, сырого протеина и обменной энергии у подопытных свиней в период откорма ($M\pm m$, $n=7$)

Показатели	Группы		
	I	II	III
Живая масса в начале периода, кг	48,25 $\pm$ 3,44	53,91 $\pm$ 3,1	52,96 $\pm$ 3,17
Живая масса в конце периода, кг	84,00 $\pm$ 5,53	92,25 $\pm$ 5,14*	90,91 $\pm$ 5,19*
Прирост живой массы за период, кг	35,5 $\pm$ 2,51	38,34 $\pm$ 3,03	37,95 $\pm$ 2,57
Среднесуточный прирост, г	806 $\pm$ 59	871 $\pm$ 62*	862 $\pm$ 51*
Потреблено корма за период, кг	118,9	118,9	118,9
Затрачено на 1 кг прироста: корма, кг	3,35	3,10	3,13
сырого протеина, г	487	451	455
обменной энергии, МДж	40,3	38,1	38,5
За весь опыт (55-158 суток)			
Живая масса в начале периода, кг	15,0 $\pm$ 0,62	14,88 $\pm$ 0,66	15,0 $\pm$ 0,42
Живая масса в конце периода, кг	84,00 $\pm$ 5,53	92,25 $\pm$ 5,14*	90,91 $\pm$ 5,19*
Прирост живой массы за период, кг	69,00 $\pm$ 4,81	77,37 $\pm$ 4,68*	75,91 $\pm$ 4,89*
Среднесуточный прирост, г	670 $\pm$ 47	751 $\pm$ 46*	737 $\pm$ 48*
Потреблено корма за период, кг	206,1	206,1	206,1
Затрачено на 1 кг прироста: корма, кг	2,99	2,66	2,71
сырого протеина, г	451	402	409
обменной энергии, МДж	36,8	33,88	34,4

Таким образом, снижение уровня сырого протеина до 158 г в период дорастивания и до 145 г в 1 кг корма в период откорма, при условии добавления синтетических лимитирующих аминокислот (лизина, метионина и треонина), исходя из их истинной доступности, позволяет получить более высокие приросты живой массы, снижает расход корма, сырого протеина и обменной энергии на единицу продукции.

Изучение убойных качеств подопытных свиней, проведенное в конце опыта, выявило незначительные различия между подопытными группами (табл. 8.).

Таблица 8. Убойные качества подопытных свиней в конце откорма ($M\pm m$, $n=3$)

Показатели	Группы		
	I	II	III
Живая масса, кг	87,2 $\pm$ 1,7	94,2 $\pm$ 6,7	93,7 $\pm$ 5,2
Убойный вес, кг	60,1 $\pm$ 1,8	64,7 $\pm$ 4,9	63,6 $\pm$ 2,9
Внутренний жир, кг	0,64 $\pm$ 0,04	1,13 $\pm$ 0,44	1,1 $\pm$ 0,2
Убойный выход, %	69,64 $\pm$ 0,73	69,90 $\pm$ 0,29	69,00 $\pm$ 0,57
Вес полутуши, кг	29,4 $\pm$ 0,9	32,1 $\pm$ 2,5	31,1 $\pm$ 0,7
Мясо, кг	20,98 $\pm$ 0,54	22,37 $\pm$ 1,49	21,65 $\pm$ 0,39
%	71,3 $\pm$ 0,5	69,7 $\pm$ 0,8	69,6 $\pm$ 0,3
Сало, кг	4,15 $\pm$ 0,26	5,35 $\pm$ 0,83	4,92 $\pm$ 0,04
%	14,11 $\pm$ 0,16	16,55 $\pm$ 1,28	15,83 $\pm$ 0,22
Кости, кг	4,29 $\pm$ 0,01	4,41 $\pm$ 0,21	4,52 $\pm$ 0,26
%	14,58 $\pm$ 0,39	13,76 $\pm$ 0,73	14,52 $\pm$ 0,51
Толщина шпика, мм	2,0 $\pm$ 0,5	2,2 $\pm$ 0,0	2,25 $\pm$ 0,25
Площадь мыш. глазка, мм ²	45,6 $\pm$ 0,48	52,8 $\pm$ 4,8	50,... $\pm$ 2,....

По предубойной массе свиньи II и III групп превосходили животных контрольной группы на 7,0 и 6,5 кг соответственно, они имели и более высокие показатели по убойной массе и убойному выходу. Подсвинки опытных групп имели более высокий абсолютный выход мяса туши.

Таким образом, экономическая эффективность при использовании низкопротеиновых комбикормов, оптимизированных по обменной энергии и уровню незаменимых аминокислот, позволяет сэкономить высокобелковые корма и получить высокие приросты живой массы у растущих свиней

Заключение

Увеличение содержания незаменимых аминокислот в рационе до уровня – лизин 10,08 г, (доступный лизин – 9,0 г), треонин – 6,09 г (доступный – 5,33 г), метионин – 5,04 г (доступный – 4,19г) и обменная энергия – 13,3 МДж на кг корма до достижения живой массы 20 кг, в период дорастивания – 8,08 г (6,39 г), 5,04 г (4,23 г), 5,26 г (4,46 г) и 13,3 МДж и в период откорма 7,49 г (3,97 г), 4,72г (3,97 г) и 4,93 г (4,43 г) и 12,3 МДж на 1 кг корма соответственно, при одновременном снижении содержания протеина в рационах поросят до 158,7 и 145,4 г/кг корма и повышении обменной энергии на 5% от существующих норм, обеспечивают лучшие характеристики роста, метаболизма, использования азотистых веществ, обменной энергии, позволяют снизить избыточное выделение животными азота в окружающую среду, получить высококачественную свинину с хорошей экономической отдачей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голушко В, Рощин В., Линкевич С., Голушко А. Нормирование энерго-протеинового питания свиней // Свиноводство. – 2008. – № 3. – С. 13-16.
2. Колганов А.В. Липиды плазмы крови, продуктивность и качество продукции у растущих и откармливаемых свиней на низкопротеиновых рационах с разными уровнями лимитирующих аминокислот и обменной энергии // Мат. XVII межд. научно-практ. конф.: «Современные проблемы интенсификации производства свинины в странах СНГ». – Ульяновск. – 2010. – С. 126-131.
3. Кальницкий Б.Д. Методы биохимического анализа. Справочное пособие. – Боровск: ВНИИФБиП, 1997. – 356 с.
4. Ниязов Н.С.-А. Продуктивность и азотистый обмен у свиней, получавших низкопротеиновые рационы с разным уровнем незаменимых аминокислот // Доклады РАСХН. – 2014. – № 5. – С. 60-63.
5. Ниязов Н.С.-А. Влияние низкопротеиновых рационов с разными уровнями незаменимых аминокислот и обменной энергии на продуктивность и обменные процессы у свиней // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 6. – С. 35-38.
6. Калашников А.П., Фисинин В.И., Щеглов В.В., Клейменов Н.И. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. – М.: Агропромиздат, 2003. – 456 с.
7. Омаров М.О., Тараненко О.А., Головкин Е.Н. Способы улучшения конверсии белка жмыхов и шротов // Эффективное животноводство. – 2010. – № 3. – С. 25.
8. Рядчиков В.Г. Концепция рационального использования белка при кормлении свиней // Вестник Россельхозакадемии. – 2000. – № 5. – С. 59-62.
9. Рядчиков В.Г. Нормы потребности свиней мясных пород и кроссов в энергии и переваримых аминокислот // Животноводство. – 2007. – № 11. – С. 21-24.
10. Рядчиков В., Омаров М., Полежаев С. Идеальный белок в рационах свиней и птиц // Животноводство России. – 2010. – № 2. – С. 49-51.
11. Ситько А.В., Рощин В.А. Влияние комбикормов с различными соотношениями энергии и лизина на мясную продуктивность свиней // Материалы международной научно-практической конференции «Новые направления в решении проблем АПК на основе современных ресурсосберегающих инновационных технологий». – Владикавказ, 2011. – С. 180-183.
12. Тимошкина Е.И., Колганов А.В., Родионова О.Н. Убойные характеристики свиней в период откорма и качественные показатели свинины в зависимости от сбалансированности рационов по

- лимитирующим аминокислотам // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2010. – № 4. – С. 55-62.
13. Черюканов М.М., Ниязов Н.С.-А., Лазаренко В.П. Азотистый обмен и аминокислотный профиль тканей у растущих свиней при скармливании низкопротеиновых рационов с разными уровнями аминокислот // Проблемы биологии продуктивных животных. – Боровск. – 2012. – № 2. – С. 74-82.
 14. Adeshinwa A.O.K. Energy and protein requirements of pigs and the utilization of fibrous feedstuffs in Nigeria: A review // *Afr. J. Biotechn.* 2008. – Vol. 7. – No. 25. – P. 4798-4806.
 15. Figueroa J.L., Lewis A.J., Miller P.S., Fischer R.L., Gomez R.S., Diedrichsen R.M. Nitrogen metabolism and growth performance of gilts fed standard corn-soybean meal diets or low-crude protein, amino acid-supplemented diets // *J. Anim. Sci.* – 2002. – Vol. 80. – P. 2911-2919.
 16. Jongbloed A.W. Environmental pollution control in pigs by using nutrition tools // *Revista Brasileira de Zootecnia.* – 2008. – Vol. 37 (Suppl.). – P. 215-229.
 17. Main R.G., Dritz S.S., Tokach M.D., Goodband R.D., Nelssen J.L. Determining an optimum lysine:calorie ratio for barrows and gilts in a commercial finishing facility // *J. Anim. Sci.* – 2008. – Vol. 86. – P. 2190-2207.
 18. Otto E.R., Yokoyama M., Ku P.K., Ames N.K., Trottier N.L. Nitrogen balance and ileal amino acid digestibility in growing pigs fed diets reduced in protein concentration // *J. Anim. Sci.* – 2003. – Vol. 81. – P. 1743-1753.
 19. Smith J.W., O'Quinn P.R., Goodband R.D., Tokach M.D., Nelssen J.L. The effects of low-protein, amino acid fortified diets, formulated on a net energy basis, on growth performance and carcass characteristics of finishing pigs // *J. Anim. Sci.* – 1999. – Vol. 76 (Suppl. 2). – P. 161-164.
 20. 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.
 21. Sutton A., Richert B., Harrison J., White R., Erickson G., Burns R., Applegate T., Carpenter G. NRCS nutrition and management standards that could affect how we feed pigs // *Swine Nutrition Conference Proceedings.* – Indianapolis, Indiana. – 2008. – P. 29-44.
 22. Van Milgen J., Noblet J. Partitioning of energy intake to heat, protein, and fat in growing pigs // *J. Anim. Sci.* – 2003. – Vol. 81 E (Suppl. 2). – P. E86-E93.
 23. Yen J.T., Kerr B.J., Easter R.A., Parkhurst A.M. Difference in rates of net portal absorption between crystalline and protein bound lysine and threonine in growing pigs fed once daily // *J. Anim. Sci.* – 2004. – Vol. 82. – P. 1079-1090.
 24. Zervas S., Zijlstra R.T. Effects of dietary **protein** and fermentable fiber on nitrogen excretion patterns and plasma urea in grower pigs // *J. Anim. Sci.* – 2002. – Vol. 80. – P. 3247-3256.

REFERENCES

1. Adeshinwa A.O.K. Energy and protein requirements of pigs and the utilization of fibrous feedstuffs in Nigeria: A review. *Afr. J. Biotechn.* 2008, 7(25): 4798-4806.
2. Cheryukanov M.M., Niyazov N.S.-A., Lazarenko V.P. [Nitrogen exchange and amino acid profile of tissues in growing pigs when feeding low-protein diets with different levels of amino acids]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology.* 2012, 2: 74-82.
3. Figueroa J.L., Lewis A.J., Miller P.S., Fischer R.L., Gomez R.S., Diedrichsen R.M. Nitrogen metabolism and growth performance of gilts fed standard corn-soybean meal diets or low-crude protein, amino acid-supplemented diets. *J. Anim. Sci.* 2002, 80: 2911-2919.
4. Golushko V., Roshchin V., Linkevich S., Golushko A. [Rationing of energy and protein supply of pigs]. *Svinovodstvo - Pig Breeding.* 2008, 3: 13-16.
5. Jongbloed A.W. Environmental pollution control in pigs by using nutrition tools. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 2008, 37(Suppl.): 215-229.
6. Kalashnikov A.P., Fisinin V.I., Shcheglov V.V., Kleimenov N.I. (Eds.). *Normy i ratsiony dlya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh* (Feeding norms and diets for farm animals). Moscow: Agropromizdat Publ., 2003, 456 p.
7. Kal'nitskii B.D. (Ed.) *Metody biokhimicheskogo analiza* (Methods of biochemical analysis). Borovsk: VNIIFBiP Publ., 1997, 356 p.

8. Kolganov A.V. [Lipids of blood plasma, productivity and quality of production in growing and fattened pigs on low-protein rations with different levels of limiting amino acids and exchange energy]. In: *Materialy XVII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Sovremennye problemy intensivifikatsii proizvodstva sviniy v stranakh SNG»* (Mat. XVII Intern. Conf. "Modern problems of intensification of pork production in UIS"). Ul'yanovsk, 2010m P. 126-131.
9. Main R.G., Dritz S.S., Tokach M.D., Goodband R.D., Nelssen J.L. Determining an optimum lysine:calorie ratio for barrows and gilts in a commercial finishing facility. *J. Anim. Sci.* 2008, 86: 2190-2207.
10. Niyazov N.S.-A. [Productivity and nitrogen metabolism in pigs fed low-protein rations with different levels of essential amino acids]. *Doklady Rossiiskoi Akademii Sel'skokhozyaistvennykh Nauk - Russian Agricultural Sciences.* 2014, 5: 60-63.
11. Niyazov N.S.-A. [Influence of low-protein rations with different levels of essential amino acids and metabolizable energy on productivity and metabolic processes in pigs]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka - Russian agricultural science.* 2017, 6: 35-38.
12. Omarov M.O., Taranenko O.A., Golovko E.N. [Methods for improving the conversion of protein cakes and meal]. *Effektivnoe zhivotnovodstvo - Effective Animal Husbandry.* 2010, 3: 25.
13. Otto E.R., Yokoyama M., Ku P.K., Ames N.K., Trottier N.L. Nitrogen balance and ileal amino acid digestibility in growing pigs fed diets reduced in protein concentration. *J. Anim. Sci.* 2003, 81: 1743-1753.
14. Ryadchikov V.G. [The concept of rational use of protein in the feeding of pigs]. *Vestnik Rossiiskoi akademii selskokhozyaistvennykh nauk - Bull. Russ. Acad. Agric. Sci.* 2000., 5.: 59-62.
15. Ryadchikov V.G. [Requirements of pigs of meat breeds and crosses in energy and digestible amino acids]. *Zhivotnovodstvo - Animal Husbandry.* 2007, 11: 21-24.
16. Ryadchikov V., Omarov M., Polezhaev S. [Ideal protein in the diets of pigs and poultry]. *Zhivotnovodstvo Rossii - Animal Husbandry in Russia.* 2010, 2: 49-51.
17. Sit'ko A.V., Roshchin V.A. [Influence of mixed fodders with various ratios of energy and lysine on the meat productivity of pigs]. In: *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Novye napravleniya v reshenii problem APK na osnove sovremennykh resursoberegayushchikh innovatsionnykh tekhnologii»* (Mat. Intern. Conf.: New directions in solving problems of agroindustrial complex on the basis of modern resource-saving innovative technologies). Vladikavkaz, 2011, P. 180-183.
18. Smith J.W., O'Quinn P.R., Goodband R.D., Tokach M.D., Nelssen J.L. The effects of low-protein, amino acid fortified diets, formulated on a net energy basis, on growth performance and carcass characteristics of finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 1999, 76 (Suppl. 2): 61-164.
19. 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, 85: 172-180.
20. Sutton A., Richert B., Harrison J., White R., Erickson G., Burns R., Applegate T., Carpenter G. NRCS nutrition and management standards that could affect how we feed pigs. *Swine Nutrition Conference Proceedings.* Indianapolis, Indiana, 2008: 29-44.
21. Timoshkina E.I., Kolganov A.V., Rodionova O.N. Тимошкина Е.И., Колганов А.В., Родионова О.Н. [Slaughter characteristics of pigs in the period of fattening and qualitative indicators of pork, depending on the balancing rations for limiting amino acids]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology.* 2010, 4: 55-62.
22. Van Milgen J., Noblet J. Partitioning of energy intake to heat, protein, and fat in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 2003, 81E (Suppl. 2): E86-E93.
23. Yen J.T., Kerr B.J., Easter R.A., Parkhurst A.M. Difference in rates of net portal absorption between crystalline and protein bound lysine and threonine in growing pigs fed once daily. *J. Anim. Sci.* 2004, 82: 1079-1090.
24. Zervas S., Zijlstra R.T. Effects of dietary protein and fermentable fiber on nitrogen excretion patterns and plasma urea in grower pigs. *J. Anim. Sci.* 2002, 80: 3247-3256.

**Efficiency of using concentrates with different levels of protein,
metabolizable energy and available amino acids for crossbred pigs of meat type**

Niyazov N.S.-A., Rodionova O.N.

Institute of Physiology, Biochemistry and Nutrition of Animals, Borovsk, Russian Federation

ABSTRACT. The experiment was conducted on crossbred pigs (♂ Danish Yorkshire ♀ Danish landrace), which at the age of 55 days were divided into three groups of 10 heads each. Piglets of the group I received mixed concentrate with the content of crude protein (CP) during the periods of growing and fattening 158 and 145 g/kg of feed respectively, and the content of essential amino acids and metabolizable energy (ME) according to the norms adopted in Russian Federation. Pigs of groups II and III received mixed feeds similarly to group I, but with increased by 5 and 10% levels of amino acids (lysine, methionine and threonine) according to their true availability in the intestine, and ME by 5%. In the period up to the live weight of 20 kg, ME content in 1 kg of feed was 13.33 MJ/kg, CP – 158 g, lysine – 10.08 g (available 9.0 g), threonine – 6.09 g (available – 5.33 g), the sum of methionine + cystine – 5.04 g (available – 4.19 g); in the growing period – 13.3 MJ, 158 g, 8.08 g (6.39 g), 5.26 g (4.46 g) and 5.04 g (4.23 g), and during the fattening period – 12.3 MJ, 145 g, 7.49 g (3.97 g), 4.93 g (4.43 g) and 4.72 g (3.97 g), respectively. At the same time, during these periods the ratio of lysine to ME (g/MJ) was 0.79; 0.61 and 0.51, lysine to the sum of methionine + cystine – 0.50, 0.62 and 0.62 and to threonine – 0.62, 0.65 and 0.66. The concentration of total protein and serum creatinine in the pigs of the test groups was higher at the end of the experiment ($P < 0.05$), and the urea concentration was lower ($P < 0.05$) vs control group, which indicates a more effective use of amino acids in biosynthetic processes. The live weight in pigs of groups II and III was by 9.8 ($P < 0.05$) and 8.2% ($P < 0.05$) higher in comparison with group I. The mean daily weight gain in the experimental groups (871 and 862 g) was higher by 65 and 56 g ($P < 0.05$) than in the control group. In II and III groups, there was a decrease in feed, CP and ME consumption per unit of production in comparison with control. The effectiveness of the use of ME in pigs of II and III groups was by 6.2 and 1.4% higher vs control. In general, the optimal balancing of diets provides better growth characteristics, the use of nitrogenous substances and energy, allows to reduce the nitrogen emission into the environment, and to obtain high-quality pork with good economic returns.

Key words: pigs, growth and fattening, protein levels, amino acid additions, nitrogen metabolism, nitrogen and energy balance, feed consumption

Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology, 2018, 2: 57-67

Поступило в редакцию: 08.04.2018

Получено после доработки: 11.05.2018

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

Родионова Ольга Николаевна, к.б.н.