

УДК 636.4. 053.085.55.13:637.073

DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2025.3.62-71

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИКОРМОВ С РАЗНЫМИ УРОВНЯМИ ПРОТЕИНА И ДОСТУПНЫХ ДЛЯ УСВОЕНИЯ ЛИМИТИРУЮЩИХ АМИНОКИСЛОТ У СВИНЕЙ

Ниязов Н.С.-А., Пьянкова Е.В., Панюшкин Д.Е.

*ВНИИ физиологии, биохимии и питания – филиал ФИЦ животноводства—  
ВИЖ им. Л.К. Эрнста, Боровск Калужской области, Российская Федерация*

Цель исследования – испытание рационов с различным по питательности и содержанием доступных для усвоения лимитирующих аминокислот для поросят мясного типа в периоды выращивания и откорма. Опыт был проведен на двух группах помесных свиней (♂ датский йоркшир × ♀ датский ландрас) с исходной живой массой 12-13 кг (n=10). Поросята I группы в периоды выращивания до живой массы 25 и 45 кг и в период откорма получали полнорационные комбикорма на основе ячменя и пшеницы. Поросята II группы в период выращивания получали комбикорм с пониженным содержанием сырого протеина (СП) с добавкой шести L-аминокислот (лизин, метионин, треонин, лейцин, изолейцин и валин), а в период откорма – как в I группе. Расход кормов на 1 кг ПЖМ в группах был на одном уровне, но во II группе отмечено снижение расхода сырого протеина на 1 кг ПЖМ по сравнению с I группой на 6,0%. К концу периода откорма затраты корма, СП, энергии и ПЖМ во II группе были на уровне I группы. Переваримость питательных веществ рационов, баланс азота, физиолого-биохимические показатели крови и убойные качества свиней опытных групп находились в пределах физиологической нормы. По результатам исследования рекомендовано использовать полнорационные комбикорма в периоды выращивания до достижения ЖМ массы 25 кг и до 45 кг и на откорме с питательностью: обменная энергия (ОЭ) – 13,6, 13,0 и 12,7 МДж; СП – 180, 166 и 145 г/кг корма; лизин – 12,8 г (доступный 10,9 г), 10,6 (8,3) и 8,6 (7,3); треонин – 8,6 (7,3), 7,0 (5,9) и 6,2 (5,3); метионин+цистин – 7,7 (6,1), 6,3 (5,0) и 5,9 (4,7); триптофан – 2,2, 2,0 и 1,7; валин – 8,7 (7,3), 7,4 (5,5) и 6,9 (5,5); изолейцин – 7,1 (6,4), 6,3 (4,7) и 5,5 (4,1), лейцина – 13,4 (11,4), 11,7 (9,5) и 10,6 (9,9) на 1 кг корма соответственно. Использование таких комбикормов позволяет экономить высокопротеиновые корма, снижать расход протеина и получать высококачественную свинину.

*Ключевые слова: свиньи, протеин, доступность аминокислот, баланс азота, азотистый обмен, качество мяса.*

*Проблемы биологии продуктивных животных. 2025. 3: 62-71.*

### Введение

Успехи, достигнутые свиноводами в мире, во многом обусловлены использованием полнорационных комбикормов, сбалансированных по питательным и биологически активным веществам. Эффективность комбикормов зависит от научно обоснованного подбора компонентов, их сочетаемости и удовлетворения потребности животных в энергии, протеине, аминокислотах, макро- и микроэлементах, витаминах в зависимости от физиологического состояния, возраста и породы. Потребности в аминокислотах зависят от

действия многих факторов, включая живую массу (ЖМ), суточный прирост ЖМ, пол и генотип, параметров окружающей среды и состояние здоровья, при этом бо́льшую часть сдвигов в уровне удовлетворения потребности в аминокислотах можно рассматривать почти исключительно лишь по отношению к количеству сбалансированного или «идеального» протеина для животных. С теоретической точки зрения, в идеальном по составу протеине каждая незаменимая аминокислота в одинаковой степени лимитирует продуктивные качества (т.е. поддержание и продуктивность) в конкретной ситуации кормления, так что избыток азота при этом минимален. Следовательно, применение концепции идеального протеина при составлении рационов перспективно с точки зрения минимизации потерь азота без снижения продуктивных качеств (Рядчиков, 2013; Махаев и др., 2016; Глушко., и др., 2018; Li et al., 2018; Ниязов, 2021; Wu Li, 2022).

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, включая первые лимитирующие аминокислоты, т.е. лизин, метионин, треонин и триптофан, привела к необходимости более точной оценки потребностей в других незаменимых аминокислотах, поскольку они могут стать лимитирующими в рационах, сбалансированных коммерчески доступными препаратами аминокислот (Омаров, 2017; Рядчиков, 2007, 2010; Ниязов, 2019).

Наиболее эффективно белок используется, когда содержание в рационе всех незаменимых аминокислот точно соответствует физиологической 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 роста, потребность в каждой незаменимой аминокислоте выражается относительно лизина. 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 физиологических потребностей растущих свиней должны быть следующие соотношения: 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% (Рядчиков, 2007, 2010, 2013). Согласно исследованиям (Stein et al., 2007), для свиней рекомендуются следующие соотношения: для лизина - 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%. При этом аминокислотный состав "идеального белка" может варьироваться в зависимости от возраста, физиологического состояния (поросята-отъемыши, свиньи на выращивании и откорме, взрослые свиноматки) и продуктивности животных.

Изучение и уточнение потребностей свиней в аминокислотах открывает возможность получения "идеального белка" и значительного снижения затрат на кормовой белок для получения единицы продукции. Определение потребностей в протеине сводится к потребности в незаменимых аминокислотах, или, скорее, в лизине и его соотношении с другими доступными незаменимыми аминокислотами. Такой белок эффективно используется

для синтеза продуктов животноводства, при этом его затраты снижаются на 30-40% по сравнению с существующими стандартами (Рядчиков, 2010, 2013).

В исследованиях последних лет показана перспективность использования синтетических аминокислот для повышения биологической ценности низкокачественных белков. Открывается возможность рационального использования дефицитных и дорогостоящих белков животного происхождения, как наиболее полноценных белков питания свиней и других видов животных. Повышение полноценности низкокачественных по биологической ценности белков за счет обогащения их недостающими аминокислотами позволит в значительной мере сократить уровень расходуемого белка при кормлении животных. При этом добавка синтетических аминокислот к отдельным кормам и рационам может быть эффективной в строго определённых условиях. Основными из них являются следующие – недостаток добавляемой аминокислоты в корме или рационе по отношению к уровню потребности, добавляемая аминокислота является первой лимитирующей аминокислотой в данном корме или рационе. При этом количество добавляемой аминокислоты не должно превышать величину физиологической потребности (Stein et al., 2007; Рядчиков, 2010; Омаров, 2017; Che et al., 2017; Li et al., 2018).

В серии опытов авторами была создана база данных по истинной илеальной доступности аминокислот в зерновых и высокобелковых кормах, разработаны рецепты полнорационных комбикормов с оптимальной концентрацией питательных веществ для растущих свиней мясного типа, определены пределы допустимого снижения уровня протеина и количество доступных аминокислот в рационах. Установлено, что при снижении уровня протеина корма в период дорастивания и в период откорма при условиях добавки к рационам лимитирующих аминокислот – лизина, треонина и метионина на уровне истинной их доступности не оказывает отрицательного влияния на продуктивные качества помесных свиней по сравнению со стандартными по питательности комбикормами, и это позволяет, с одной стороны, повысить эффективность использования в кормлении свиней зерна злаковых культур, а с другой стороны – уменьшить загрязнение окружающей среды азотом,

Цель данного исследования – испытание рационов с различными по питательности комбикормами и уровнями доступных для усвоения лимитирующих аминокислот для поросят мясного типа в периоды выращивания и откорма.

### **Материал и методы**

Опыт проведен в условиях вивария института на помесных боровках мясных пород (♂ датский йоркшир × ♀ датский ландрас). По принципу аналогов с учетом живой массы были сформированы две группы свиней по 10 голов в каждой с начальной живой массой 12-13 кг. Эксперимент был разделен на два периода – дорастивания и откорма, каждому из которых соответствовали разные по составу и питательной ценности комбикорма. Поросята первой группы в периоды дорастивания до достижения живой массы 25 кг и до 45 кг, а также в период откорма получали разработанные в институте полнорационные комбикорма на ячменно-пшеничной основе (ОР). Поросята II группы в периоды дорастивания получали комбикорма с пониженным содержанием сырого протеина, в которые были добавлены аминокислоты: L-лизин, L-метионин, L-треонин, L-лейцин, L-изолейцин и L-валин в количествах и соотношениях указанных в табл. 1, а в период откорма как в первой группе (табл. 1)

Таблица 1. Питательность комбикормов для свиней в периоды выращивания и откорма

Показатели питательности (содержание в 1 кг корма)	СК-4		СК-5		СК-6	
	Группы	Группы	Группы	Группы	Группы	Группы
	I	II	I	II	I	II
ЭКГ	1,36	1,36	1,30	1,32	1,27	1,27
ОЭ, МДж	13,6	13,6	13,0	13,3	12,7	12,7
Сырой протеин, г	180	165,6	166	155,4	145	145,8
Перевар. протеин, г	143	132	129	124	116	117
Лизин777, г	12,8	13,4	10,6	11,0	8,60	9,03
Треонин, г	8,65	9,08	7,0	7,35	6,20	6,51
Метионин, г	3,71	3,4	3,3	3,3	2,8	3,2
Метионин+цистин, г	7,7	7,87	6,3	6,51	5,90	6,19
Триптофан, г	2,6	2,0	2,0	1,7	1,6	1,7
Валин, г	8,72	8,26	7,4	7,4	6,86	6,90
Изолейцин, г	7,12	7,20	6,29	6,90	5,53	5,55
Лейцин, г	13,41	12,83	11,7	11,74	10,64	10,73
Сырой жир, г	53,6	41,9	41,9	56,9	23,1	23,1
Сырая клетчатка, г	36,28	44,2	44,2	49,1	59,0	59,0
Соль поваренная, г	4,5	4,0	4,0	4,4	4,6	4,6
Кальций, г	7,50	8,0	8,0	7,9	7,9	7,9
Фосфор, г	5,5	5,9	5,9	6,7	6,7	6,7

Примечания: в премикс КС-4 в 1 кг содержится: 600 тыс. МЕ витамина А; 120 тыс. МЕ витамина D<sub>3</sub>; 0,2 витамина В<sub>2</sub>; 0,5 г витамина В<sub>3</sub>; 30 г витамина В<sub>4</sub>; 1,5 г витамина В<sub>5</sub>; 0,2 г витамина В<sub>12</sub>; 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. В премиксе КС-5 содержится: 450 тыс. МЕ витамина А; 90 тыс. МЕ витамина D<sub>3</sub>; 0,15 витамина В<sub>2</sub>; 0,35 г витамина В<sub>3</sub>; 20 г витамина В<sub>4</sub>; 1,0 г витамина В<sub>5</sub>; 0,0015 г витамина В<sub>12</sub>; 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.

Кормление свиней на протяжении всего опыта проводили согласно программе кормления (Калашников и др., 2003). Содержание групповое в клетках, поение из автопоилок. В течение опыта проводили учет потребления комбикормов, расход корма на единицу прироста и интенсивность роста. Проведен анализ кормов, кала и мочи на содержание сухого вещества и влаги (ГОСТ Р 543951; ГОСТ 31640); сырого протеина (ГОСТ 32044.1); сырого жира (ГОСТ 32905-2014); сырой клетчатки (ГОСТ ISO 6865-2015); сырой золы (ГОСТ 32933-2014); общего кальция (ГОСТ 32904-2014); неорганического фосфора (ГОСТ Р 51220-99); ЭКЕ, БЭВ и переваримого протеина – расчётным путем, энергию – калориметрическим методом на адиабатической бомбе.

Для оценки усвояемости азота корма и эффективности его использования провели балансовый опыт в конце периода дорастивания на трёх животных из каждой группы.

В конце опыта был проведен убой животных и определены следующие показатели: убойный выход туш, мяса, сала, костей, площадь «мышечного глазка», толщина шпика и химический анализ мышечной ткани – сухое вещество, белок и липиды. В крови определяли количество эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобин, а в сыворотке крови – содержание общего белка; альбуминов, глобулинов, мочевины, креатинина, активность аспартат- и аланинаминотрансферазы, щелочной фосфатазы, концентрацию кальция и неорганического фосфора (Кальницкий. 1997).

### Результаты и обсуждение

За период выращивания прирост живой массы у подопытных поросят составил 47,8 и 46,1 кг, а среднесуточные приросты – 500 и 497 г соответственно (табл. 2). Расход кормов на единицу прироста живой массы у подопытных свиней был на одном уровне, однако у свиней II группы наблюдалось снижение расхода сырого протеина на 1 кг прироста на 6,0% по сравнению с I группой. К концу периода откорма у свиней подопытных групп живая масса и среднесуточные приросты составили 96,7-96,1 кг и 815-833 г на голову соответственно, при практически одинаковом расходе кормов, сырого протеина и обменной энергии на единицу прироста.

Таблица 2. *Продуктивные показатели свиней в периоды выращивания и откорма (M±m, n=10)*

Показатели	Группы	
	I	II
Первый период доразивания		
Живая масса в начале периода, кг	12,4±0,4	12,3±0,4
Живая масса в конце периода, кг	28,3±1,0	26,7±1,0
Прирост живой массы, кг	15,9±0,52	15,4±0,78
Среднесуточный прирост, г	397±15	385±22
Затрачено на 1 кг прироста: корма, кг	2,64	2,72
сырого протеина, г	475	452
обменной энергии, МДж	35,9	37,1
Второй период доразивания		
Живая масса в начале периода, кг	28,3±1,0	26,7±1,1
Живая масса в конце периода, кг	47,8±1,1	46,1±1,1
Прирост живой массы, кг	19,5±0,5	19,4±0,5
Среднесуточный прирост, г	500±12	497±14
Затрачено на 1 кг прироста: корма, кг	2,87	2,88
сырого протеина, г	476	449
обменной энергии, МДж	37,4	38,3
Период откорма		
Живая масса в начале периода, кг	47,8±1,1	46,1±1,1
Живая масса в конце периода, кг	96,7±1,6	96,1±1,4
Прирост живой массы, кг	48,9±0,62	50,0±0,65
Среднесуточный прирост, г	815±18	833±21
Затрачено на 1 кг прироста: корма, кг	3,78	3,64
сырого протеина, г	540	538
обменной энергии, МДж	48,16	47,1

В физиологическом опыте установлено, что переваримость протеина корма у поросят опытных групп находилась на относительно высоком уровне; это, повидимому было обусловлено оптимальным содержанием в корме доступных для усвоения незаменимых аминокислот (табл. 3). При этом у поросят I группы наблюдалось несколько более высокое выделение азота с мочой, что вполне закономерно, так как они потребляли больше азота корма, и в их метаболический пул поступал избыточный объем аминокислот, не являющихся лимитирующими. У поросят I и II групп депонирование азота было практически одинаковым,

несмотря на разницу в степени усвоения и выделения азота с мочой. Причиной этого, по-видимому, являлась оптимальная обеспеченность поросят опытных групп аминокислотами и энергией.

*Таблица 3. Использование азота корма в период доращивания, г/сут (M±m, n=3)*

Показатели	Группы	
	I	II
Принято азота с кормом	55,8±0,1	52,0±0,2
Выделено с калом	13,7±0,4	12,1±0,4
с мочой	21,7±0,5	20,2±0,7
Переварено	42,1±0,3	39,9±0,4
%	75,4±0,8	76,7±0,9
Отложено в теле	20,3±0,9	19,7±0,2
% от принятого	36,5±0,7	37,8±0,8
% от переваренного	48,3±0,6	49,3±0,9

Исходя из полученных данных, можно предположить, что снижение уровня сырого протеина при поддержании оптимального соотношения аминокислот в рационах растущих и откармливаемых свиней приводит к повышению эффективности использования азотистых веществ корма без снижения продуктивных качеств животных. Причем одним из главных преимуществ в использовании рационов с низким уровнем сырого протеина, сбалансированных добавками лимитирующих аминокислот, является их положительное влияние на окружающую среду, что выражается в снижении потерь азота с калом и мочой.

Исследование морфологических показателей крови показало, что они у свиней опытных групп находились в пределах физиологической нормы (табл. 4). Следовательно, аминокислотный состав рационов I и II групп был оптимально сбалансирован для поступления «идеального» количества аминокислот из желудочно-кишечного тракта и в достаточной степени отвечал физиологическим потребностям животных.

*Таблица 4. Морфологические и биохимические показатели плазмы крови в конце откорма (M±m, n=3)*

Показатели	Группы	
	I	II
Эритроциты, ×10 <sup>-12</sup> /л	5,38±0,3	5,48±0,31
Гемоглобин, г/л	111±2	113±2
Лейкоциты, ×10 <sup>-9</sup> /л	13,5±0,3	13,9±0,3
Общий белок, г/л	77,3±0,6	78,3±0,5
Альбумины, г/л	35,6±0,3	36,7±0,4
Глобулины, г/л	41,8±0,8	41,7±0,9
A/G	0,85	0,88
Мочевина, mM	6,29±0,12	6,15±0,12
Креатинин, мкМ	85,6±1,5	88,6±1,5
АСТ, ME/л	123±6	127±5
АЛТ, ME/л	75,6±1,6	77,9±1,7
ЩФ, мккат/л	1,28±0,06	1,30±0,09
Ca, mM	2,45±0,11	2,49±0,11
Неорганический P, mM	2,68±0,14	2,75±0,15

Таблица 5. Убойные качества подопытных свиней в конце откорма ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )

Показатели	Группы	
	I	II
Живая масса, кг	98,0±2,1	96,0±1,6
Масса туши, кг	64,9±1,6	62,6±1,1
Внутренний жир, кг	1,44±0,2	1,56±0,2
Убойный выход, %	67,7±0,3	65,6±0,3
Масса полутуши, кг	32,5±1,1	31,9±1,0
Выход мяса, кг	20,6±0,9	19,8±0,8
%	65,4±0,9	62,0±0,7
Выход жира, кг	7,31±0,19	7,49±0,13
%	22,5±0,7	23,5±0,7
Выход костей, кг	4,58±0,13	4,64±0,13
%	14,9±0,2	14,5±0,2
Площадь «мышечного глазка», см <sup>2</sup>	48,2±2,2	46,2±2,0
Толщина шпика над 6-7 груд. позвонками, мм	22±2	23±2
В длиннейшей мышце спины:		
Влаги, %	74,9±0,5	75,4±0,6
Сухое вещество, %	25,1±0,6	24,5±0,4
Белок, %	20,6±0,2	20,4±0,2
Общие липиды, %	2,8±0,1	2,7±0,1

Оценка состава туш свиней при убое в конце периода откорма показало, что существенных различий по морфологическому составу между опытными группами не выявлено (табл. 5).

### Заключение

Для получения высоких производственных показателей при выращивании растущих свиней мясного типа рекомендуем использовать полнорационные комбикорма в периоды доращивания до достижения живой массы 25 кг и до 45 кг и на откорме с показателями питательности на 1 кг корма: обменная энергия – 13,6, 13,0 и 12,7 МДж; сырой протеин – 180, 166 и 145 г/кг корма; лизин – 12,8 г (доступный 10,9 г), 10,6 (8,26) и 8,6 (7,31); треонин – 8,65 (7,35), 7,0 (5,95) и 6,2 (5,27); метионин+цистин – 7,7 (6,1), 6,30 (5,04) и 5,9 (4,72); триптофан – 2,2, 2,0 и 1,7; валин – 8,72 (7,33), 7,4 (5,55) и 6,86 (5,53); изолейцин – 7,12 (6,43), 6,29 (4,72) и 5,53 (4,15), лейцин – 13,4 (11,4), 11,7 (9,48) и 10,6 (9,83). В качестве альтернативного варианта можно использовать комбикорма со сниженным уровнем протеина и повышенной концентрацией незаменимых аминокислот с показателями питательности на 1 кг корма: обменная энергия – 13,6, 13,3 и 12,7 МДж; сырой протеин – 166, 155 и 146 г; лизин – 13,4 г (доступный 11,5 г), 11,0 (9,44) и 9,03 (7,74); треонин – 9,08 (7,78), 7,35 (6,3) и 6,51 (5,58); метионин+цистин – 7,87 (6,3), 6,51 (5,25) и 6,19 (5,01); триптофан – 2,0, 1,7 и 1,7 г; валин – 8,26 (6,85), 7,4 (5,99) и 6,90 (5,01); изолейцин – 7,20 (6,17), 6,29 (4,72) и 5,55 (4,61), лейцин – 12,8 (11,3), 11,7 (9,51) и 10,7 (8,69).

Использование в питании растущих свиней мясного типа предлагаемых комбикормов позволяет получить среднесуточные приросты живой массы в период доращивания в пределах до 500 г и до 820 г за период откорма, с высокой эффективностью использования корма на единицу продукции и получить доброкачественную свинину. Живая масса 98-100 кг достигается за 170-174 дня.

### 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. Калашников А.П., Фисинин В.И. Щеглов В.В., Клейменов Н.И. (Ред.). Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. М.: Агропромиздат, 2003. 456 с.
3. Кальницкий Б.Д. (Ред.). Методы биохимического анализа. Боровск, 1997. 356 с
4. Кулинцев В.В. Влияние сбалансированности рационов по незаменимым аминокислотам на продуктивность молодняка свиней. // Достижения науки и техники в АПК. 2011. № 2. С. 39-41.
5. Махаев Е.А., Мысик А.Т., Стрекозов Н.И. Рекомендации по детализированному кормлению свиней мясного типа. Подольск-Дубровицы: ВИЖ, 2016. 118 с.
6. Ниязов Н.С.-А. Комбикорма с разными уровнями протеина и доступности аминокислот для растущих свиней. // Свиноводство. 2019. № 5. С. 21-23.
7. Ниязов Н.С.-А., Пьянкова Е.В. Снижение уровня протеина и добавка аминокислот в рацион свиней уменьшает выделение азота // Свиноводство. 2020. № 5. С. 16-18 .
8. Ниязов Н.С.-А. Комбикорма для растущих свиней с разными уровнями сырого протеина и истинной доступности аминокислот для всасывания в кишечнике. // Проблемы биологии продуктивных животных. 2021. № 3. С. 69-81. DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2021.3.69-81.
9. Омаров М.О., Слесарева О.А., Османова С.О. Эффективность низкобелковых рационов в кормлении молодняка свиней. // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. 2017. Т.6. №1. С. 216-220.
10. Рядчиков В.Г. Нормы потребности свиней мясных пород и кроссов в энергии и переваримых аминокислот. // Животноводство. 2007. № 11. С. 21-24.
11. Рядчиков В., Омаров М., Полежаев С. Идеальный белок в рационах свиней и птиц. // Животноводство России. 2010. № 2. С. 49-51.
12. Рядчиков В.Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных. Краснодар: КЕАУ, 2013. 616 с.
13. 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.
14. Che L. Q., Peng X., Hu L. et al. The addition of protein-bound amino acids in low-protein diets improves the metabolic and immunological characteristics in fifteen- to thirty-five-kg pigs. // J. Anim. Sci. 2017. Vol. 95. nr 3. P. 1277-1287. DOI: 10.2527/jas.2016.0990.
15. Chen H., Zhang X.Yi.G., Lu N., Chu L., Thacker P.A., Qiao S.Y. Studies on reducing nitrogen excretion Net energy requirement of finishing pigs maximizing performance and carcass quality fed low crude protein diets j supplemented with crystalline amino acids. // J. Anim. Sci. Biotech. 2011. Vol. 2. nr 2. P. 84-93.
16. Li Y.H., Li F.N., Duan Y.H., Guo Q.P., Wen C.Y., Wang W.L., Huang X.G., Yin Y.L. Low-protein diet improves meat quality of growing and finishing pigs through changing lipid metabolism, fiber characteristics, and free amino acid profile of the muscle // J. Anim. Sci. 2018. Vol. 96. nr 8. P. 3221-3232.
17. Madrid J., Martinez S., Lopez C., Orengo J., Lopez M.J., Hernandez F. Effects of low protein diets on growth performance, carcass traits and ammonia emission of barrows and gilts. // J. Anim. Prod. Sci. 2013. Vol. 53. P. 146-153.
18. Niyazov N.S.-A., Cherepanov G.G., Ostrenko K.S. Use of low-protein diets for growing pigs to reduce fecal nitrogen excretion. // Ukrainian J. of Ecology. 2020. Vol. 10. nr 1. P. 313-316. DOI:10.15421/2020\_49
19. Stein H.H., Sève B., Fuller M.F. et al. Invited review: Amino acid bioavailability and digestibility in pig feed ingredients: Terminology and application. // J. Anim. Sci. 2007. Vol. 85. P.172-180.
20. Vidal T.Z. B., Fontes D.O., O.Silva F.C., Vasconcellos H.F., Silva M.A., Kill J.L. Souza L.P.O. Reduction of crude protein and supplementation of amino acids for barrows from 70 to 100 kg. // J. Arquivo Brasil. Medic. Veter. Zoot. 2010. Vol. 62. nr 4: P. 914-920.

21. Ibanez-Escriche N., Magallón E., Gonzalez E., Tejeda J.F., Noguera J.L. Genetic parameters and crossbreeding effects of fat deposition and fatty acid profiles in Iberian pig lines. // *J. Anim. Sci.* 2016. Vol. 94. nr 1. P. 28-37.
22. Wu G., Li P. The "ideal protein" concept is not ideal in animal nutrition. // *Exp. Biol. Med. (Maywood)*. 2022. Vol. 247. nr 13. P. 1191-1201. DOI: 10.1177/15353702221082658.

#### References (for publications in Russian)

1. Glushko V., Roshchin V., Glushko A. [Balance of energy and essential amino acids in compound feeds for young pigs]. *Kombikorma* (Compound feeds). 2018. 5: 46-48.
2. Kalashnikov A.P., Fisinin V.I. Shcheglov V.V., Kleimenov N.I. (Eds.). *Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh*. (Norms and rations for feeding farm animals). Moscow: Agropromizdat, 2003. 456 pp.
3. Kal'nitskii B.D. (Ed.d.). *Metody biokhimicheskogo analiza*. (Methods of biochemical analysis). Borovsk, VNIIFBiP Prod., 1997. 356 pp.
4. Kulintsev V.V. [Influence of balanced diets for essential amino acids on the productivity of young pigs]. *Dostizheniya nauki i tekhniki v APK* (Achievements of science and technology in the agro-industrial complex). 2011. 2: 39-41.
5. 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 pp.
6. Niyazov N.S.-A. [Compound feeds with different levels of protein and amino acid availability for growing pigs]. *Svinovodstvo* (Pig breeding). 2019. 5: 21-23.
7. Niyazov N.S.-A., P'yankova E.V. [Reducing the protein level and adding amino acids to the diet of pigs reduces nitrogen excretion]. *Svinovodstvo* (Pig breeding). 2020. 5: 16-18.
8. Niyazov N.S.-A. [Compound feed for growing pigs with different levels of crude protein and true availability of amino acids for intestinal absorption]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh* (Productive animal biology). 2021. 3: 69-81. DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2021.3.69-81.
9. Omarov M.O., Slesareva O.A., Osmanova S.O. [Efficiency of low-protein diets in feeding young pigs]. *Sbornik nauchnykh trudov Severo-Kavkazskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva* (Collection of scientific papers of the North Caucasus Research Institute of Animal Husbandry). 2017. 6(1):P. 216-220.
10. Ryadchikov V.G. [Standards of requirements of pigs of meat breeds and crosses for energy and digestible amino acids]. *Zhivotnovodstvo* (Animal Husbandry). 2007. 11: 21-24.
11. Ryadchikov V., Omarov M., Polezhaev S. [Ideal protein in diets of pigs and poultry]. *Zhivotnovodstvo Rossii* (Animal Husbandry of Russia). 2010. 2: 49-51.
12. Ryadchikov V.G. *Osnovy pitaniya i kormleniya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh*. (Fundamentals of nutrition and feeding of farm animals). Krasnodar: KEAU Krasnodar: KEAU, 2013. 616 pp.
13. Timoshkina E.I., Kolganov A.V., Rodionova O.N. [Slaughter characteristics of pigs during the fattening period and quality indicators of pork depending on the balance of diets for limiting amino acids]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh* (Productive animal biology). 2010. 4: 55-62.

UDC 636.4. 053.085.55.13:637.073

**Efficiency of using compound feed with different levels  
of protein and limiting amino acids in pigs**

Niyazov N.S.-A., Pyankova E.V., Panyushkin D.E.

*Institute of Animal Physiology, Biochemistry and Nutrition, branch of the Federal  
Research Center of Animal Husbandry, Ernst VIZh, Borovsk, Kaluga oblast,  
Russian Federation*

**ABSTRACT.** The aim of the study was to test diets with different nutritional value and content of available limiting amino acids for meat-type piglets during the periods of growing and fattening. The experiment was conducted on two groups of crossbred pigs (♂ Danish Yorkshire ×♀ Danish Landrace) with an initial live weight of 12-13 kg (n=10). The piglets of group I received complete feed based on barley and wheat during the growing periods to a live weight of 25 and 45 kg and during the fattening period. The piglets of group II received feed with reduced crude protein (CP) content with the addition of six L-amino acids (lysine, methionine, threonine, leucine, isoleucine and valine) during the growing period, and the same as in group I during the fattening period. Feed consumption per 1 kg of live weight gain (LWG) was at the same level in the groups, but in group II a decrease in crude protein consumption per 1 kg of LWG was noted compared to group I by 6.0%. By the end of the fattening period, feed, CP, energy and LWG costs in group II were at the level of group I. Digestibility of nutrient substances in the diets, nitrogen balance, physiological and biochemical blood parameters and slaughter qualities of pigs in the experimental groups were within the physiological norm. Based on the study results, it is recommended to use complete compound feeds during the rearing periods until reaching a body mass of 25 kg and up to 45 kg and during fattening with the following nutritional value: metabolizable energy (ME) – 13.6, 13.0 and 12.7 MJ; DP – 180, 166 and 145 g/kg of feed; lysine – 12.8 g (available 10.9 g), 10.6 (8.26) and 8.6 (7.3); threonine – 8.65 (7.35), 7.0 (5.9) and 6.2 (5.3); methionine + cystine – 7.7 (6.1), 6.3 (5.0) and 5.9 (4.7); tryptophan – 2.2, 2.0 and 1.7; valine - 8.7 (7.3), 7.4 (5.5) and 6.9 (5.5); isoleucine - 7.1(6.4), 6.3 (4.7) and 5.5 (4.1), leucine - 13.4 (11.4), 11.7 (9.5) and 10.6 (9.8) per 1 kg of feed, respectively. The use of such compound feeds allows saving high-protein feeds, reducing protein consumption and obtaining high-quality pork.

*Keywords: pigs, protein, amino acid availability, nitrogen balance, nitrogen metabolism, meat quality.*

*Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh (Productive Animal Biology). 2025. 3: 62-71.*

Поступило в редакцию: 20.03.2025

Получено после доработки: 19.09.2025

Сведения об авторах:

**Ниязов Нияз Саид-Алиевич**, д.б.н., г.н.с., зав. лаб.

**Пьянкова Евгения Владимировна**, к.б.н., н.с.

**Панюшкин Дмитрий Евгеньевич**, к.б.н., м.н.с., panyshkin@yandex.ru.