

DOI: 10.37925/0039-713X-2024-3-33-36

УДК 635.4.087.74:612.015.33

Уровни протеина, аминокислот и их соотношения для повышения продуктивности свиней мясного типа

Н.С.-А. НИЯЗОВ¹, доктор биолог. наук, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории белково-аминокислотного питания, А.С. КУЗНЕЦОВ¹, кандидат эконом. наук, Ю.А. МОЛДАВСКИЙ², аспирант кафедры кормления с.-х. животных,
¹ВНИИ физиологии, биохимии и питания животных – филиал ФИЦ животноводства – ВИЖ имени Л.К. Эрнста (г. Борзовск), ²ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

В статье приведены результаты исследований, проведенных при скармливании полнорационных комбикормов свиньям мясного типа. Комбикорма с разными уровнями протеина, аминокислот и их соотношения позволяют получать среднесуточные приросты в период выращивания 442–450 г с расходом корма на единицу прироста 3,14–3,19 кг, сырого протеина – 531–560 г и обменной энергии – 42,7–43,6 МДж соответственно. Комбикорма с низким уровнем протеина с добавкой аминокислот способствуют уменьшению экскреции азота с калом и мочой.

Ключевые слова: свиньи, протеин, аминокислоты, рост, баланс азота.

Levels of protein, amino acids and their ratios to improve the productivity of meat pigs

N.S.-A. NIYAZOV¹, doctor of biological sciences, chief researcher, head of the laboratory of protein-amino acid nutrition, A.S. KUZNETSOV¹, candidate of economic sciences, Yu.A. MOLDAVSKIY², postgraduate student of the department of agricultural feeding animals,

¹All-Russian Research Institute of Physiology, Biochemistry and Animal Nutrition – Branch of the Federal Research Center of Animal Husbandry – VIZh named academician L.K. Ernst

²Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev

The article presents the results of research when using complete compound feeds with different levels of protein, amino acids and their ratio in the diet of meat-type pigs, which allow to obtain average daily gains during the growing period 442–450 g with feed consumption per unit of increase 3.14–3.19 kg, crude protein – 531–560 g and metabolic energy – 42.7–43.6 MJ accordingly. Compound feeds with low protein levels with the addition of amino acids can reduce the excretion of nitrogen in feces and urine.

Key words: pigs, protein, amino acids, growth, nitrogen balance.

■ Введение

Питательная ценность протеина кормов определяется тем, в какой мере он удовлетворяет потребность животных в аминокислотах. Поэтому очень важно добиваться не только улучшения обеспеченности организма растущих свиней аминокислотами, но и соблюдать их оптимальное (идеальное) соотношение, что является одним из ключевых факторов повышения эффективности использования азотистых веществ и увеличения продуктивности животных.

Изучение и уточнение потребности свиней в аминокислотах открывают возможность получения

идеального протеина и значительного сокращения затрат кормового протеина на единицу продукции. Определение потребности в протеине сводится к потребности в незаменимых аминокислотах, а точнее в лизине и соотношении его с другими незаменимыми доступными аминокислотами. Такой белок используется очень эффективно на синтез продукции животноводства, при этом его затраты снижаются по сравнению с существующими нормами (Рядчиков, 2010; Ниязов, 2022; Махаев, 2016).

Идеальный аминокислотный состав нужно связывать с количеством кормовых аминокислот, доступных

для усвоения в кишечнике, то есть стандартизовано (истинно) перевариваемых аминокислот. Возможность обеспечения рационов добавками промышленно производимых аминокислот, включая первые лимитирующие аминокислоты, то есть лизин, метионин, треонин и триптофан, привела к необходимости более точной оценки потребностей по другим незаменимым аминокислотам, поскольку они могут стать лимитирующими в рационах, сбалансированных с помощью коммерчески доступных препаратов аминокислот.

По физиологической роли незаменимые аминокислоты нельзя делить

на более и менее важные – каждая из них играет свою роль в биосинтезе белков и физиологических реакциях организма животных. Чаще всего недостающей аминокислотой в рационах свиней является лизин. Это обусловлено его низким содержанием в белках пшеницы, ячменя, кукурузы, сорго в качестве главных компонентов рационов для свиней. Поэтому лизин берут за основу при разработке норм аминокислот, так как именно его потребление является одним из основных факторов, определяющих темпы роста поросят.

Снижение уровня сырого протеина с добавками лимитирующих аминокислот (лизина, треонина, метионина, триптофана), а в некоторых случаях соединения (валин+изолейцин) в рационах поросят-отъемышей не только не затрагивает поедаемость корма, привесы и оплату корма продукцией, но и оказывает положительное влияние на здоровье животных. Ограничение уровня белка корма помогает уменьшить количество неусвоенного белка, достигающего низлежащего отдела кишечника, и в некоторой степени понизить рН пищевого кома, так как для оптимального переваривания низкобелковых кормов требуется меньше соляной кислоты, что благоприятно отражается на здоровье поросят-отъемышей (Рядчиков, 2007; Stein et al., 2007).

В исследованиях последних лет установлена возможность понижения уровня протеина в рационе для поросят в период выращивания до 15–16% при условии сбалансированности комбикормов по незаменимым аминокислотам, чем удается добиться уменьшения отрицательного эффекта избытка таких незаменимых аминокислот, как аргинин, гистидин, валин и лейцин (Ниязов, 2020; Gloaguen et al., 2014). В то же время введение в кормовую смесь синтетических аминокислот лизина, треонина, метионина, триптофана, изолейцина и валина позволяет избавиться от ростдепрессивного эффекта недостатка этих аминокислот, сократить выделение азота в окружающую среду, предотвратить дисбаланс аминокислот и свести к минимуму метаболические затраты на дезаминирование аминокислот и выведение мочевины.

При введении синтетических аминокислот необходимо обратить внимание на антагонизм между ними, например лизином и аргинином.

Являясь основными аминокислотами, они конкурируют за одну и ту же транспортную систему в организме, и высокие уровни аргинина в рационе могут препятствовать всасыванию лизина (Wu et al., 2009). Для восполнения потребности организма в аргинине и снижения его концентрации в корме предлагается использовать N-карбамилглутамат в качестве кормовой добавки, которая увеличивает эндогенный синтез аргинина у свиней, способствует повышению утилизации аммиака и синтезу окиси азота, что наиболее важно для свиноматок в период супоросности и лактации (Wang et al., 2012, 2020; Кузнецов, 2020; Остренко, 2022).

Это же утверждение относится к АРЦ (аминокислоты с алифатическими разветвленными цепями). Так, у лейцина, изолейцина и валина первые этапы катаболизма не различаются из-за сходства их структуры. Эти аминокислоты обратимо трансаминируются в скелетных мышцах за счет активности аминотрансферазы с разветвленной цепью, а затем транспортируются в печень. Они подвергаются необратимому

декарбоксилированию, катализируемому комплексом дегидрогеназы альфа-кетокислоты с разветвленной цепью. Оба фермента являются общими для лейцина, валина и изолейцина. И повышенная ферментативная активность, стимулируемая избытком одного из них, повышает катаболизм всех АРЦ, что может привести к антагонизмам (К.Т. Ерембетов с соавт., 2021).

Цель исследований – определить влияние полнорационных комбикормов с разными уровнями протеина, аминокислот и их соотношения на продуктивность в период выращивания свиней мясного типа.

■ Материалы и методы

Опыт проведен в условиях вивария института на помесных боровках мясных пород (датский йоркшир х датский ландрас). По принципу аналогов с учетом веса были сформированы две группы свиней по 10 голов с начальной живой массой 12–13 кг, каждой из которых соответствовали разные по составу и питательной ценности комбикорма (**табл. 1**).

Таблица 1. Питательность комбикормов для растущих свиней мясного типа (в 1 кг корма)

Показатель питательности	Группа	
	1-я	2-я
ЭКЕ	1,36	1,36
Обменная энергия, МДж	13,61	13,64
Сырой протеин, г	178,3	166
Переваримый протеин, г	142	136
Лизин, г	12,6	13,58
Треонин, г	8,4	9,24
Метионин, г	3,6	3,85
Метионин+цистин, г	7,6	7,63
Триптофан, г	2,6	2,0
Валин, г	8,7	7,8
Лейцин, г	13,4	12,6
Изолейцин, г	7,12	6,67
Гистидин, г	4,91	4,58
Фенилаланин, г	8,16	7,57
Аргинин, г	11,07	8,97
Сырой жир, г	52,6	58,3
Сырая клетчатка, г	38,6	39,1
Поваренная соль, г	5,0	5,0
Кальций, г	7,5	7,6
Фосфор, г	5,8	5,6

Содержание и кормление групповое. Продолжительность опыта – до достижения живой массы свиней 44–45 кг. Поросята первой группы получали полнорацционный комбикорм, разработанный в институте, а поросята второй группы – комбикорм со сниженным уровнем сырого протеина, но с повышенными уровнями L-лизина, L-треонина и DL-метионина на 10% от уровня первой группы.

Для определения переваримости питательных веществ, усвоения азота и эффективности их использования при достижении живой массы поросят 25–23 кг был проведен балансировый опыт на трех животных-аналогах по живой массе из каждой группы. В конце опыта произвели отбор крови у поросят и установили 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 с соавт., 1988).

В ходе опыта проведены анализ кормов, кала и мочи на содержание сухого вещества по ГОСТу Р 543951, сырого протеина – по ГОСТу 32044.1, сырого жира – по ГОСТу 32905-2014 и сырой клетчатки – по ГОСТу ISO 6865-2015, азота по Кьельдалю на приборе Kjeltec, а также определено содержание общих аминокислот в корме на анализаторе аминокислот.

■ Результаты и обсуждение

Изменение количественного и качественного состава сырого протеина и аминокислот в комбикормах оказало положительное влияние на рост и развитие животных, конверсию корма. Свиньи подопытных групп, получавшие полнорацционные комбикорма с разными уровнями протеина и аминокислот, по живой массе и среднесуточным приростам имели практически одинаковые показатели, которые составляли в среднем 44,0–44,6 кг и 442–450 г на голову соответственно (табл. 2). Однако животные второй группы по сравнению с первой группой расходовали сырого протеина на единицу прироста меньше на 5,80%, что является позитивным фактором в данном эксперименте.

Изучение физиолого-биохимических показателей крови (эритроцитов, гемоглобина, лейкоцитов, общего белка, альбуминов, глобули-

Таблица 2. Продуктивные показатели свиней в опыте выращивания ($M \pm m$; $n=10$)

Показатель	Группа	
	1-я	2-я
Живая масса в начале опыта, кг	12,16±0,12	12,12±0,11
Живая масса в конце опыта, кг	44,6±0,46	44,0±0,36
Прирост живой массы, кг	32,44±0,34	31,88±0,33
Среднесуточный прирост, г	450±8	442±6
Потреблено корма, кг	102	102
Затрачено на 1 кг прироста: корма, кг	3,14	3,19
сырого протеина, г	560	531
обменной энергии, МДж	42,7	43,6

Таблица 3. Морфологические и биохимические показатели плазмы крови у подопытных свиней ($M \pm m$; $n=3$)

Показатель	Группа	
	1-я	2-я
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	5,37±0,22	5,31±0,27
Гемоглобин, г/л	111±2	106±2
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	12,96±0,32	13,05±0,40
Общий белок, г/л	76,78±0,54	75,31±0,88
Альбумины, г/л	35,35±0,31	36,87±0,33
Глобулины, г/л	41,43±1,18	38,44±1,22
Мочевина, ммоль/л	6,12±0,11	5,90±0,25
Креатинин, мкмоль/л	88,39±1,26	82,12±2,68
АСТ, ммоль/л	125,2±6,5	125,8±2,6
АЛТ, ммоль/л	77,6±5,6	70,83±4,65
Щелочная фосфатаза, ед.	128,0±0,4	133,6±0,2
Са, ммоль/л	2,97±0,14	2,88±0,11
Р, ммоль/л	1,58±0,07	1,68±0,14

Таблица 4. Использование азота корма поросятами (г/сут.; $M \pm m$; $n=3$)

Показатель	Группа	
	1-я	2-я
Принято азота с кормом	39,93±0,07	37,18±0,09
Выделено с калом	9,36±0,17	9,11±0,12
с мочой	14,18±0,12	11,76±0,16
Переварено	30,57±0,23	28,07±0,19
%	76,05±0,42	75,49±0,17
Отложено в теле	16,39±0,21	16,31±0,16
в % от принятого	41,04±0,25	43,86±0,18
в % от переваренного	53,61±0,27	57,86±0,22

нов, мочевины, креатинина, щелочной фосфатазы, кальция, фосфора, АЛТ, АСТ) показало, что они находились в пределах физиологической нормы. Применение опытных комбикормов не вызвало нарушений обмена веществ и обеспечило высокие параметры роста (табл. 3). Так, содержание общего белка в крови животных составляло 75,3–76,8 г/л, что может свидетельствовать о некоторой оптимизации белкового обмена. Подтверждением тому является снижение концентрации мочевины в крови у свиней второй группы, что

указывает на более эффективное использование азота в организме. Креатинин является одним из конечных продуктов белкового обмена, и уменьшение его содержания в крови животных также свидетельствует о сбалансированности процессов белкового обмена.

Переваримость протеина корма и степень использования животными азота также подтверждает отмеченные изменения в интенсивности роста в зависимости от уровня обеспеченности организма поросят аминокислотами (табл. 4).

У поросят второй группы использование азота как от принятого, так и от переваренного было несколько выше по сравнению с таковыми первой группы, что свидетельствует о более эффективном использовании у них азотистых веществ в обменных процессах.

Снижение уровня протеина при добавке лимитирующих аминокислот способствует сокращению выделения азота с калом и мочой. Отложение азота в организме подопытных поросят было практически одинаковым и находилось в пределах 16,3–16,4 г в сутки.

Исходя из этих данных, можно считать, что не только улучшение обеспеченности аминокислотами организма растущих свиней, но и их оптимальное соотношение должно рассматриваться в качестве одного из важнейших факторов повышения эффективности использования азотистых веществ и увеличения продуктивности животных.

В целом у свиней подопытных групп, получавших разработанные специалистами института полнорационные комбикорма, отмечены достаточно высокие приросты живой массы за период выращивания.

С другой стороны, снижение уровня протеина при добавке аминокислот в рационы также позволяет получить идентичные показатели живой массы и среднесуточных приростов.

Следовательно, в зависимости от возможностей свиноводческих хозяйств такие рационы по питательности можно рекомендовать для использования в кормлении растущих свиней.

Таким образом, для выращивания свиней мясного типа оптимальное содержание питательных веществ в 1 кг комбикорма составляет: обменной энергии – 13,36 МДж, сырого протеина – 178,3 г, лизина – 12,6 г, треонина – 8,4 г, метионина+цистина – 7,6 г, триптофана – 2,6 г, изолейцина – 7,12 г, лейцина – 13,4 г, валина – 8,7 г, гистидина – 4,58 г, фенилаланина – 8,16 г и аргинина – 11,0 г. При соотношении аминокислот к лизину: треонин – 66%, метионин+цистин – 60%, триптофан – 20%, изолейцин – 56%, лейцин – 106%, валин – 69%, гистидин – 36%, фенилаланин – 64% и аргинин – 87% соответственно.

■ Выводы

Для экономии высокобелковых кормов, сокращения расхода сырого протеина на единицу продукции и выделения азота с калом и мочой рекомендуется использовать комбикорма с низкими уровнями протеина и повышенными количествами незаменимых аминокислот с содержанием в 1 кг корма: обменной энергии – 13,64 МДж, сырого протеина – 166 г, лизина – 13,58 г, треонина – 9,24 г, метионина+цистина – 7,63 г, триптофана – 2,0 г, изолейцина – 6,67 г,

лейцина – 12,6 г, валина – 7,81 г, гистидина – 4,91 г, фенилаланина – 7,57 г и аргинина – 8,97 г. При соотношении аминокислот к лизину: треонин – 68%, метионин+цистин – 56%, триптофан – 14%, изолейцин – 49%, лейцин – 92%, валин – 57%, гистидин – 36%, фенилаланин – 55% и аргинин – 66% соответственно. При содержании в комбикормах 5,0–6,1% аргинина от сырого протеина уровень лизина в них должен составлять 7,0–8,0% от сырого протеина.

Практический опыт применения рационов с низким уровнем протеина привел к необходимости пересмотра норм по аминокислотам и требует дальнейшего их изучения. Например, соотношение аргинина к лизину в рационах свиней увеличено с 40–45% (Рядчиков, 2007) до 113% для супоросных свиноматок, до 100% – для лакирующих свиноматок и поросят-отъемышей (Rostagno, 2017). Собственные исследования на рационах в период дорастивания и откорма свиней показали, что соотношение между аргинином и лизином должно составлять 66–87%.

Работа выполнена при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, номер государственного учета НИОКТР АААА-А18-118021590136-7

Литература

- Махаев Е. Протеиновое питание свиней мясного типа. Животноводство России, 2009. №8. С. 35–36.
- Кузнецов А.С., Остренко К.С. Влияние аргинина на показатели роста поросят, эффективность утилизации аммиака и использование азота из рациона. Способы устранения дефицита аргинина. Свиноводство, 2020. №8. С. 45–47.
- Ниязов Н.С.-А., Кальницкий Б.Д. Продуктивность и азотистый обмен у свиней, получавших низкопротеиновые рационы с разным уровнем незаменимых аминокислот. Доклады РАСХН, 2014. №5. С. 60–63.
- Ниязов Н.С.-А., Пьянкова Е.В. Снижение уровня протеина и добавка аминокислот в рацион свиней уменьшает выделения азота. Свиноводство, 2020. №5. С. 60–62.
- Остренко К.С., Галочкина В.П., Кутын И.В., Кольцов К.С., Гавриков А.С. Применение добавки N-карбамоил-глутамата для активизации орнити-
- нового цикла, связывания аммиака и продукции эндогенного аргинина у поросят-сосунков. Проблемы биологии продуктивных животных, 2022. №4. С. 61–69.
- Рядчиков В.Г. Нормы потребности свиней мясных пород и кроссов в энергии и переваримых аминокислот. Животноводство России, 2007. №11. С. 21–24.
- Рядчиков В., Омаров М., Полежаев С. Идеальный белок в рационах свиней и птиц. Животноводство России, 2010. №2. С. 49–51.
- Еримбетов К.Т., Обвинцева О.В., Софронова О.В. Физиологическое значение и метаболические функции лейцина, изолейцина и валина у животных. Проблемы биологии продуктивных животных, 2021. №4. С. 40–50.
- 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.
- Wang L., Jiang Z.Y., Lin Y.C., Zheng C.T., Jiang S.Q., Ma X.Y. Effects of dibutyryl AMP on growth performance and carcass traits in finishing pigs. Livest. Sci., 2012. Vol. 146. P. 67–72. DOI: 10.1016/j.livsci.2012.02.024.
- Wang Y., Han S., Zhou J., Li P., Wang G., Yu H., Cai S., Zeng X., Johnston L.J., Levesque C.L., Qiao S. Effects of dietary crude protein level and N-carbamylglutamate supplementation on nutrient digestibility and digestive enzyme activity of jejunum in growing pigs. J. Anim. Sci., 2020. 98(4):skaa088. DOI: 10.1093/jas/skaa088.
- Wu G., Bazer F.W., Davis T.A., Kim S.W., Li P., Rhoads J.M. et al. Arginine metabolism and nutrition in growth, health and disease. J. Amino Acids., 2009. 37:153–168.
- Rostagno H. Brazilian tables for poultry and swine. Composition of feedstuffs and nutritional requirements. 4 ed. UFV-MG, 2017.