

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ СВИНЕЙ В АМИНОКИСЛОТАХ

**М. РАДЕМАХЕР**, компания «Эвоник Дегусса ГмБХ», Германия

За последние десятилетия мировое производство свинины выросло в несколько раз, что является следствием увеличения численности населения планеты. Однако невозможность значительного расширения земельных ресурсов для производства продуктов питания, в том числе выращивания кормовых культур, обязывает мировое производство свинины развиваться в первую очередь за счет повышения эффективности использования кормов, без значительного увеличения их потребления. На смену старым концепциям кормления животных приходят новые стратегии, например раздельно-полого кормления свиней, когда уровень аминокислот в рационах хрячков несколько выше, чем свинок, и наоборот. При этом важно уметь адаптировать современные концепции к условиям отдельно взятого хозяйства.

В статье мы рассмотрим, как влияют генотип и пол свиней на доращивании и откорме на их потребность в энергии и аминокислотах, а также метод оценки потребности животных в питательных веществах в производственных условиях.

**Продуктивность животных и их генетический потенциал.** В таблице 1 приведены показатели продуктивности на свиноводческих предприятиях Германии за 2006 г. В среднем на всех предприятиях (1593) среднесуточный прирост свиней и конверсия корма составили соответственно 717 г и 2,97. На ведущих предприятиях среднесуточный прирост был на 73 г больше среднего показателя.

Несмотря на то, что за последние 20 лет продуктивность свиней значи-

тельно возросла, их потенциал к росту все еще не реализован. Для роста и формирования мышечной и жировой ткани животным могут быть использованы только те питательные вещества, которые поступают в организм в количестве большем, чем необходимо для поддержания жизни. Определяющим уровнем питательных веществ в рационе является потребление корма. Однако этот показатель подвержен влиянию многих факторов и может сильно различаться между предприятиями. На большинстве современных европейских и американских свиноводческих предприятий уровень потребления корма составляет примерно 90% от рекомендованного NRC (1998) и, как правило, варьирует между 70 и 100% (de Lange, 1999). Потребление корма зависит от особенностей самого животного (живой массы, пола, генотипа, статуса здоровья), рациона (содержания в нем энергии, состава, свежести, технологии производства корма и др.), окружающей среды (температуры), размера групп, конструкции станков и т.д.

**Влияние генотипа и пола на потребность в питательных веществах свиней на доращивании и откорме.** Специалистам по кормлению известно, что для достижения максимальной прироста мышечной ткани при оптимизации рационов свиней на доращивании и откорме необходимо учитывать генетические и половые различия. Раздельно-полое кормление — один из способов увеличения продуктивности животных при одновременном повышении эффективности использования кормов. Установлено, что по сравнению со свинками

хрячки потребляют больше кормов, растут быстрее и отличаются более низким выходом постного мяса. Причем различия в продуктивности между полами становятся все более заметными с возрастом животных и могут достигать 15% (по потреблению корма и среднесуточному приросту). При раздельном содержании хрячков и свинок возможно применение и разных рационов. Из-за меньшего потребления кормов и более интенсивного роста мышечной ткани свинки по сравнению с хрячками испытывают потребность в более высоком уровне аминокислот [примерно на 5–15% в рационах свиней на доращивании и откорме (Patience и др., 1995)].

В таблице 2 приведены показатели продуктивности хрячков и свинок разных селекционных линий в зависимости от уровня лизина в их рационе. Очевидно, что для полной реализации потенциала к росту мышечной ткани при составлении рационов необходимо учитывать половые различия. Несмотря на тот факт, что и хрячки и свинки отвечают на увеличение уровня лизина в рационе ростом продуктивности, наибольшая реакция была отмечена у свинок высокопродуктивных специализированных мясных генетических линий. Кроме того, недостаточное кормление свиней высокопродуктивных генетических линий (0,75% лизина) приводит к тому, что уровень их продуктивности соответствует таковому среднепродуктивных линий. Поэтому на свиноводческих предприятиях, где содержат свиней специализированных мясных линий, такую взаимосвязь между кормлением, генотипом и полом необходимо учитывать, если, конечно, есть желание использовать тот потенциал, который заложен в животных.

**Влияние возраста и уровня потребления энергии на отложение белка и потребность в аминокислотах.** Принято считать, что потребление корма свиньями на откорме зависит преимущественно от суточного получения ими переваримой энергии (Forbes и др., 1989; NRC 1998), при повышении ее уровня потребление корма снижается. Но у свиней на доращивании (живая масса до 50 кг) потре-

**Таблица 1. Показатели продуктивности на свиноводческих предприятиях Германии, 2006 г.**

Показатель	Среднее значение	25% ведущих предприятий	25% отстающих предприятий	Передовые предприятия по отношению к средним данным
Среднесуточный прирост, г	717	790	647	+73
Отложение белка, г/сут	115	125	100	+10
Конверсия корма	2,97	2,87	3,10	-0,10
Смертность, %	3,9	3,1	4,8	-0,8
Стоимость кормов, затраченных на 1 кг прироста живой массы, евро	0,46	0,45	0,47	-0,01

Источник: *Berichte aus Verden, Ferkelerzeugung / Schweinemast 2006*

бление корма ограничено емкостью желудочно-кишечного тракта. Скорость роста большинства молодняка свиней ограничена именно низким потреблением энергии корма (Patience и др., 1995). При увеличении содержания энергии в рационе суточное ее потребление животными возрастает и, как следствие, возрастает их скорость роста, улучшается конверсия корма. Влияние уровня энергии в корме на суточное ее потребление хрячками живой массой 20–50 кг и их продуктивность (Campbell и др., 1983) представлены в таблице 3.

В таблице 4 приведен рекомендуемый стандартизированный уровень илеально (всасывается в подвздошной кишке) доступного (СИД) лизина в зависимости от живой массы свиней на доращивании и откорме и отложения в их организме белка (Patience и др., 1995, и Evonik Degussa, 2010). Для животных живой массой до 60 кг уровень лизина выражен по отношению к энергии. Увеличение потребления энергии сопровождается увеличением отложения белка, что в итоге повышает точную потребность в аминокислотах. Однако, чтобы применять на практике

данные таблицы 4, необходимо знать содержание энергии в рационах свиней на доращивании и фактическое потребление ими финишных кормов.

Рекомендации по содержанию доступного лизина указаны для уровня обменной энергии 13,5 МДж/кг (чистая энергия ЧЭ) — 10 МДж/кг в рационе свиней живой массой до 60 кг, а для животных на откорме — исходя из среднего потребления корма (90% от норм NRC, 1998). Если фактическое потребление корма или содержание энергии в рационе отличаются от рекомендованного, то уровень доступного лизина в рационе должен быть изменен. Предлагаем рассмотреть пример, как это можно сделать.

**Вопрос:** как использовать данные таблицы 4 при оптимизации рационов на свиноводческом предприятии, если животные имеют средний генетический потенциал для роста? Содержание обменной энергии в рационе свиней на доращивании и откорме должно составлять соответственно 13,6 и 13,2 МДж/кг. Построив кривые потребления кормов, мы можем сказать, что в эти периоды выращивания свиней оно составит примерно 2,2 и 2,7 кг/сут.

**Расчеты:** соотношение доступного лизина и энергии в рационе свиней на доращивании должно составлять 0,57. Таким образом, при уровне обменной энергии 13,6 МДж/кг уровень доступного лизина должен быть примерно 7,8 г/кг, или 0,78%. В заключительный период откорма потребность в доступном лизине составляет 19,5 г/сут. При заданном потреблении корма 2,7 кг уровень доступного лизина в финишном рационе будет равен 7,2 г/кг, или 0,72% ( $19,5 / 2,7 = 7,2$  г/кг).

**Ответ:** уровень доступного лизина в рационе свиней на доращивании необходимо повысить до 0,78%, в финишном рационе он должен быть не менее 0,72%.

Зная потребность свиней в доступном лизине, с помощью концепции идеального протеина мы можем легко рассчитать уровень других незаменимых аминокислот в рационе (табл. 5). Следует отметить, что отношение аминокислот к лизину возрастает при увеличении живой массы.

Знание потенциального отложения белка в организме животных и потребления ими корма на разных стадиях производства необходимо для создания оптимальных программ по кормлению. Последствия использования неверного значения потребления корма при определении оптимального уровня доступных аминокислот могут

**Таблица 2. Влияние генотипа свиней, их пола и уровня лизина в рационе на продуктивность (Friesen и др., 1992)**

Свиньи		Уровень лизина в рационе, %	Среднесуточный прирост, г	Среднесуточное потребление корма, кг	Конверсия корма	Прирост мышечной ткани, г/сут
Высоко-мясные	Хрячки	0,75	930	3	3,24	290
		0,9	980	3,11	3,17	299
	Свинки	0,75	870	2,87	3,32	281
		0,9	910	2,77	3,08	349
Средне-мясные	Хрячки	0,75	820	2,77	3,41	231
		0,9	910	3,03	3,33	263
	Свинки	0,75	750	2,54	3,43	263
		0,9	860	2,88	3,38	290
Влияние генотипа		—	P<0,01	—	P<0,06	P<0,01
пола		—	P<0,01	P<0,08	—	P<0,08
лизина		—	P<0,01	P<0,06	—	P<0,06

**Таблица 3. Влияние уровня энергии корма на суточное ее потребление хрячками и их продуктивность**

Показатель	Переваримая энергия рациона, МДж/кг				
	11,8	12,7	13,5	14,5	15,1
Потребление корма вволю, кг/сут	2,19	2,21	2,19	2,17	2,05
Суточное потребление энергии, Мкал	6,14	6,62	7,1	7,48	7,39
Среднесуточный прирост, г	695	776	847	898	913
Конверсия корма	3,16	2,89	2,61	2,39	2,25
Толщина мышечной ткани Р2, мм	14,4	15,3	15,6	16	16,4

**Таблица 4. Соотношение СИД лизина и энергии, содержание СИД лизина (% в рационе или г/сут) в зависимости от отложения белка и живой массы**

Потенциал роста	Живая масса, кг				
	25	45	60	70	110
Высокий <sup>1</sup> (около 900 г среднесуточного прироста)	0,66 г/МДж ОЭ 0,90 г/МДж ЧЭ (0,90%) <sup>2</sup>	0,62 г/МДж ОЭ 0,83 г/МДж ЧЭ (0,82%) <sup>3</sup>			21 г/сут (0,70%) <sup>4</sup>
Средний <sup>1</sup> (около 800 г среднесуточного прироста)	0,57 г/МДж ОЭ 0,77 г/МДж ЧЭ (0,77%) <sup>2</sup>			19,5 г/сут (0,65%) <sup>4</sup>	
Низкий <sup>1</sup> (около 700 г среднесуточного прироста)	0,50 г/МДж ОЭ 0,68 г/МДж ЧЭ (0,67%) <sup>2</sup>			18 г/сут (0,60%) <sup>4</sup>	

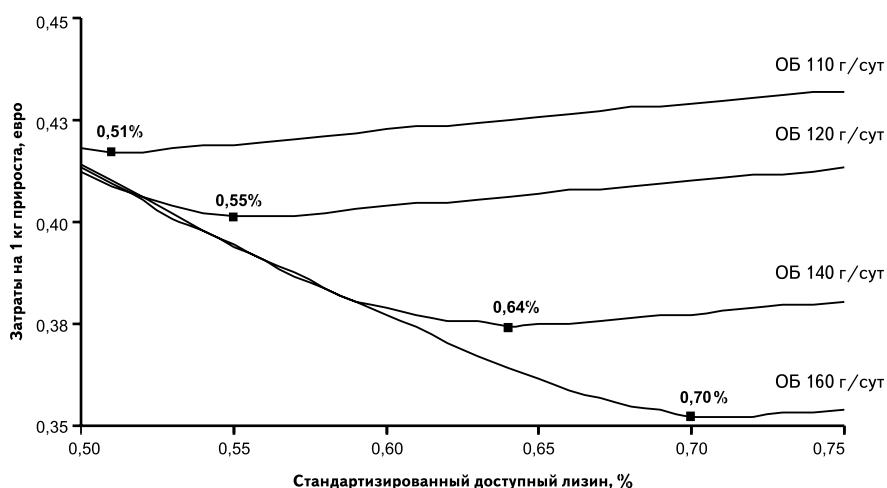
<sup>1</sup> Отложение белка в количестве в среднем 150, 130 и 110 г/сут для свиней с высокой, средней и низкой скоростью роста

<sup>2</sup> Процент стандартизированного илеально доступного лизина в рационе, считая, что в рационе содержание ОЭ или ЧЭ составляет соответственно 13,5 или 10 МДж/кг

<sup>3</sup> Процент стандартизированного илеально доступного лизина в рационе, считая, что содержание ОЭ или ЧЭ составляет 13,2 или 9,9 МДж/кг

<sup>4</sup> Процент стандартизированного илеально доступного лизина в рационе, считая, что потребление корма составляет 3 кг/сут

### Оптимальный уровень доступного лизина в зависимости от потенциального отложения белка



**Таблица 5. Идеальный аминокислотный профиль стандартизированных идеально доступных аминокислот для свиней разной весовой категории (QuickPig®, Эвоник)**

Аминокислота	Живая масса, кг						
	Менее 19	20–24	25–39	40–59	60–79	80–100	Более 100
Лизин	100	100	100	100	100	100	100
Треонин	62	62	63	65	66	67	67
Метионин	32	32	32	32	32	32	32
Метионин + цистин	60	60	62	62	64	64	64
Триптофан	22	22	22	20	20	19	19
Изолейцин	60	60	62	62	64	64	64
Лейцин	100	100	100	100	100	100	100
Валин	68	68	68	68	68	68	68

### ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ СВИНЕЙ В ЛИЗИНЕ.

#### Необходимая для расчета информация:

ОБ — отложение белка (г/сут); потребление сухого вещества (г/сут) — произведение значения потребления корма (г/сут) и содержания сухого вещества в рационе (88%).

#### Исходные данные:

отложено 7,05 г лизина в 100 г белка; потребность в лизине для функционирования кишечника составляет 0,4 г в 1 кг потребленного сухого вещества (Jansmann и др., 2002); потребность в лизине для формирования кожной ткани и щетины — 4 мг на 1 кг живой массы<sup>0,75</sup> (Moughan, 1991, 1999); эффективность использования доступного лизина — 65% (NRC, 1998).

#### Расчеты.

Животное массой 50 кг с отложением белка примерно 140 г/сут и потреблением корма 2,1 кг/сут будет испытывать следующую потребность в лизине:

доступный лизин для отложения белка =  $0,07 \cdot 140 = 9,8$  г;  
 потребность в доступном лизине для кишечника =  $0,4 \cdot 1,850$  кг потребленного сухого вещества в сутки =  $0,74$  г;  
 потребность в лизине для кожной ткани и щетины =  $0,04 \cdot (50)^{0,75} = 0,075$  г. Итого потребность в лизине составит  $10,6$  г/сут.  
 Потребность в доступном лизине =  $10,6 / 65 = 16,3$  г/сут.

Если суточное потребление корма для такого животного 2,1 кг, то уровень доступного лизина в рационе составит:  $16,3 / 2,1 = 7,8$  г/кг, или 0,78%.

Значение 0,78% для доступного лизина может теперь служить основой для определения потребности в других незаменимых аминокислотах с учетом концепции идеального протеина.

быть довольно серьезными. А рацион, максимально удовлетворяющий потребности свиней в питательных веществах, будет способствовать повышению рентабельности производства свинины в целом.

Экономически выгодный уровень аминокислот зависит от генотипа свиней. На рисунке показано, как влияет разный уровень доступного лизина на продуктивность свиней с различным потенциалом к отложению белка. (График получен с помощью специальной компьютерной программы AminoSwine™ 1.0.; живая масса свиней составляла от 70 до 90 кг, стоимость 1 т корма — 125 евро, цена 1 кг L-лизина — 1,60 евро.) При заданных параметрах продуктивности минимальные затраты на 1 кг прироста были отмечены при уровне доступного лизина 0,70% для свиней с отложением белка примерно 160 г/сут. Для животных с потенциальным отложением белка около 110 г/сут стоимость кормов, затраченных на 1 кг прироста, была минимальной при уровне доступного лизина 0,51% и составила 0,42 евро. В целом стоимость кормов, затраченных на 1 кг прироста, всегда минимальная для животных специализированных мясных линий.

#### Как составить кривую потенциального отложения белка и использовать ее для определения потребности в аминокислотах?

Свиньи разных генотипов отличаются, прежде всего, общим средним отложением белка и его отложением после достижения ими живой массы 70–90 кг. Как правило, животные специализированных мясных линий с повышенным отложением белка характеризуются и более высоким его отложением в конце откорма по сравнению с животными со средним или низким потенциалом.

Фактический уровень отложения белка определяется несколькими факторами: генетикой, потреблением энергии и аминокислот, компенсаторным ростом, влиянием окружающей среды (холодовой или тепловой стресс, заболевания, взаимодействие между животными), возрастом и др. Из-за влияния различных факторов (болезнетворные микроорганизмы, стресс, условия содержания не соответствуют оптимальным) свиньи, содержащиеся в индустриальных хозяйствах, не могут полностью реализовать свой генетический потенциал, даже при свободном доступе к корму высокого качества. Довольно сложно количественно определить, как эти факторы повлияют на потенциальное отложение белка в щетине животного. ⇒

Именно по этой причине почти 20 лет назад европейской наукой был введен термин «верхний предел отложения белка в условиях производства» (Moughan, 1992; de Lange и Schreurs, 1995; Moughan и др., 1995). Под этим термином понимают максимальный уровень отложения белка (ОБ<sub>max</sub>), который может быть у животного в «оптимальных» производственных условиях. Для практических целей достаточно оценить ОБ<sub>max</sub> по продуктивности репрезентативной группы, состоящей из 40 свиней четырех весовых категорий (от 25 до 100 кг живой массы). В производственных

условиях этих животных необходимо кормить качественными кормами, что обеспечит максимальный уровень потребления питательных веществ. С использованием данных по потреблению корма и приросту живой массы строят кривые для этих показателей, а также кривую отложения белка, значения которой находят путем деления прироста живой массы на 16%. По кривым отложения белка и потребления корма определяют потребность свиней в аминокислотах и их концентрацию в корме.

Отложение белка — основной фактор, определяющий потребность

свиней в аминокислотах, поэтому при выборе оптимального уровня аминокислот в корме необходимо учитывать влияние живой массы и индивидуальных особенностей животного на отложение белка. Таким образом, потребность в доступных аминокислотах может быть установлена с учетом живой массы, отложения белка, уровня кормления и базироваться на предположительной потребности в аминокислотах для отложения белка, на физиологических потерях аминокислот (для формирования кожной ткани, щетины, эндогенные потери аминокислот в кишечнике).

# КРИТИЧЕСКИ О ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТАХ

**Л. ПОДОБЕД**, д-р с.-х. наук, Институт животноводства НААН Украины

Разнообразие ископаемых природных минералов и успехи минералогии относительно изучения их свойств неизбежно породили острое стремление человечества приспособить эти знания для улучшения собственного бытия. Вскоре после открытия сорбтивных, адгезивных, ионообменных свойств цеолитов, бентонитов, алунинов, глауконитов, сапонитов, альцимов и целого ряда других природных минералов, а также обнаружения в составе отдельных из них жизненно необходимых химических элементов начались работы по изучению возможности использования минералов в рационах сельскохозяйственных животных и птицы. Во второй половине 20 века проведено огромное количество научных исследований, написано большое количество научных работ о бесспорной пользе минералов. Однако к началу 21 века эти ископаемые минералы так и не нашли широкого применения в рационах животных и птицы. Более того, в настоящее время доля предприятий, использующих сорбционные и ионообменные минералы в качестве добавок в корм, неуклонно сокращается.

Казалось бы, сложилась парадоксальная ситуация — изученные практически до основания Хатынецкие, Сокирницкие, Холинские цеолиты, Ташковские сапониты, Беганьские алунины и все другие, по мнению их разработчиков «брендовые», добавки потребляются в крайне небольших количествах и всего несколькими близкорасположенными предприятиями. При этом следует отметить, что эти добавки используют предприятия не крупные и, как правило, с весьма средними показателями продуктивности животных и птицы. Высокотехнологичные производства, обеспечивающие максимум генетического потенциала продуктивности, даже при условии расположения в непосредственной близости от поставщика минералов их никогда не используют. Попытаемся разобраться в причинах, на первый взгляд, плохо объяснимого парадокса.

Для начала следует определиться: источником чего являются ионообменные природные минералы в рационах?

Авторы разработок сразу ответят, что нет ничего проще, чем признать эти минералы прекрасными сорбентами ми-

котоксинов, активаторами пищеварения, факторами нормализации микрофлоры в желудочно-кишечном тракте. Кроме того все исследователи в один голос заявляют, что эти минералы являются ценными источниками жизненно важных макроэлементов — кальция, фосфора, магния, натрия, калия, микроэлементов — меди, цинка, кобальта, железа и практически всех ультрамикроэлементов для организма.

Действительно, каждый из них содержит до полусотни химических соединений, в том числе очень полезных, но в небольших, а в ряде случаев ничтожно малых количествах, при этом основная доля состава этих минералов (до 72% массы) приходится на оксид кремния. В таблице 1 приведен химический состав некоторых природных минералов, рекомендованных к использованию в рационах животных и птицы.

Оксид кремния, если просто, — это обычный песок, инертный минерал, не приносящий пользы организму. Наоборот, чаще всего он засоряет желудочно-кишечный тракт, снижает секреторную активность ферментов и раздражает слизистую оболочку тонкого и толстого отделов кишечника, вызывает рост энтеритов у свиней и птицы на фоне применения природных цеолитов.

При внесении этих минералов в базу данных по расчету рациона необходимо указывать, ради какого химического элемента это делается. Получается, что ни ради какого, так как доля кальция, магния, натрия и калия в чистом виде в добавке настолько мала, что ни одна программа по оптимизации рациона не будет рассматривать такие минералы в качестве существенных. Не будет этого сделано и для микроэлементов. Существенной концентрация макро- и микроэлементов станет только тогда, когда доза минералов в рецепте возрастет по массе до 8% и даже более 15%. Но тогда оптимальный рацион нельзя будет составить вообще, ибо компенсировать безэнергетическую субстанцию (10–15%), созданную минералами, невозможно ни одним концентрированным источником энергии или протеина.