

Витамин А

в рационах для свиней

Евгений ШАСТАК, доктор аграрных наук
Компания BASF SE, отдел кормления животных

BASF
We create chemistry

С практической точки зрения витамин А можно рассматривать как наиболее значимый среди всех остальных витаминов (Макдауэлл, 2000). Под собирательным термином «витамин А» подразумевают такие химические соединения, как ретинол (спирт), ретиноль (альдегид) и ретиноевая кислота (витамин А-уксусная кислота, не синтезируется в организме) (Фурр, 2016). Различные формы витамина А называют ретиноидами, что, по утверждению Энгелькинг (2014), обусловлено их важностью для физиологии сетчатки (лат. *retina*).

Роль витамина А в организме свиней

Витамин А необходим для нормального развития организма в эмбриональный и постэмбриональный периоды, для дифференцирования и пролиферации широкого спектра эпителиальных тканей, а также для роста костей. Кроме того, витамин А улучшает зрение и воспроизводительную функцию (EFSA — Европейское агентство по безопасности продуктов питания, 2013). Основные функции витамина А представлены в таблице 1.

Встречается витамин А только в продуктах животного происхождения: в жире печени рыб, цельном молоке, рыбной муке и др. Некоторые соединения класса полиизопреноидных растительных пигментов — каротиноиды — в организме свиней используются для синтеза ретиноидов (например, из β-каротина), а значит, обладают активностью витамина А (Комбс и МакКлан, 2017).

Дефицит витамина А в рационах для свиней может стать причиной серьезных нарушений: никталопии (расстройство, при котором пропадает способность видеть в сумерках или при

недостаточном освещении), ухудшения роста и формирования костной ткани, а кроме того, привести к патологическим изменениям кожи и слизистых оболочек. В дополнение к повышенной восприимчивости к заболеваниям часто диагностируют снижение репродуктивных качеств — отсутствие фертильности, бесплодие и мальформацию плодов.

Потребность в витамине А зависит от большого числа экологических и генетических факторов, а также от качества кормления (Чен и др., 2015). Чтобы значительно повысить продуктивность и сохранить здоровье сельскохозяйственных животных, необходимо точно дозировать ретинол и его метаболиты.

Содержание нативного витамина А и β-каротина в кормах для свиней не учитывают при составлении рационов из практических соображений, а общую потребность поголовья в ретиноле обеспечивают за счет добавления в кормосмесь ретинил-ацетата (Даррок, 2000).

На промышленных комплексах в рационы часто включают витамин А в дозировке, значительно превышающей норму ввода, рекомендованную научными комитетами (например, Национальным исследовательским комитетом в США — NRC или Обществом по физиологии кормления в Германии — GFE), мотивируя тем, что при этом улучшается развитие эпителия, укрепляется иммунитет, сохраняется здоровье растущих свиней (Оливарес и др., 2008) и повышаются воспроизводительные функции свиноматок (Линдемманн и др., 2007).

Влияние витамина А на продуктивность свиноматок

Ретинол — ключевой витамин, необходимый для поддержания репродуктивной системы свиноматок и для развития плодов (Томпсон и др., 1964). Ученые Коффи и Бритт первыми

Химическое соединение	Функция
Ретинол и ретиноль	Улучшение зрения (синтез родопсина и порфиросина)
Ретиноевая кислота	Рост и дифференцирование эпителиальных клеток (синтез гликопротеинов, экспрессия гормонов и выделение слизи)
	Воспроизводство и эмбриональное развитие (плацентарное развитие плода, сперматогенез, функционирование желтого тела, выделение сурфактанта легких)
	Ремоделирование костной ткани
	Стимуляция дифференцирования миелоидных клеток в гранулоциты
	Стимуляция выработки трансглутаминазы (поперечное связывание белков, необходимое для функционирования макрофагов, свертывания крови и адгезии клеток)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная (инъекция витамина А)
Количество поросят, гол.:		
живорожденных	10 ^b	10,6 ^a
мертвоорожденных	1,4 ^a	1 ^b
Масса при рождении, кг:		
помета	14,8 ^b	15,5 ^a
поросенка	1,5	1,5

Примечание. Верхние индексы *a* и *b* обозначают различия между значениями. Показатели без общих верхних индексов статистически достоверны при $p < 0,05$.

Количество новорожденных в помете и число поросят к отъему при увеличении дозировки при инъекции витамина А

Таблица 3

Показатель	Витамин А, МЕ			p-значение		
	0	250000	500000	Паритет исследований	Л	К
Количество пометов	149	130	132	—	—	—
Количество поросят в помете:						
родившихся	11,1	11,7	11,8	0,005	0,05	0,424
родившихся живыми	10,3	10,7	10,7	0,019	0,287	0,555
отъемышей	8,6	9,1	9,1	0,024	0,026	0,155

Примечание. Л — линейный эффект; К — квадратичный эффект.

доказали (1993), что количество поросят в помете можно увеличить путем инъекции свиноматкам витамина А в дозировке 50 000 МЕ. Его вводили даже в том случае, когда витамина А, находящегося в форме ретинолацетата, в корме было достаточно (11 000 МЕ на 1 кг).

Показатели воспроизводительных качеств (многоплодие) свиноматок, получавших витамин А в виде инъекции, отражены в **таблице 2**.

Ученые установили, что продуктивность свиноматок повышается благодаря дополнительному вводу витамина А на критических этапах развития плода. Логично, что любое изменение концентрации витамина А в корме и (или) в организме матери в конечном итоге сказывается на содержании ретиноидов в сыворотке ее крови, а значит, на количестве витамина А, поступающего через плаценту к эмбрионам (*Ким и др.*, 2008).

Результаты экспериментов, проводившихся Коффи и Бриттом в 1993 г., через 15 лет (в 2008 г.) подтвердил Линдемман вместе с другими исследователями. В частности, они инъекцировали 250 000 и 500 000 МЕ витамина А свиноматкам, потреблявшим корм с оптимальным уровнем этого витамина (11 000 МЕ в 1 кг корма).

Ученые проанализировали данные, полученные при изучении 411 пометов от 182 свиноматок, содержащихся на пяти экспериментальных станциях. Авторы отметили, что при повышении дозировки витамина А увеличилось количество новорожденных в помете и число поросят к отъему (**табл. 3**).

Полученные данные еще раз подтвердили, что удовлетворение потребности матерей в витамине А положительно влияет на развитие и продуктивность потомства. Линдемман и другие ученые предположили (2008), что благодаря обогащению корма витамином А в организме свиноматок нормализуются

репродуктивные процессы (созревание ооцитов, овуляция, оплодотворение, выживание и раннее развитие эмбрионов), следовательно, увеличивается количество поросят в помете.

В одном из ранее опубликованных исследований сообщалось о том, что зависимость между такими показателями, как уровень витамина А в рационе и воспроизводительные способности свиноматок, не установлена (*Пусатери и др.*, 1999). Однако Линдемман и группа ученых отметили (2008), что в эксперименте, проведенном в 1999 г. Пусатери с соавторами, инъекцию витамина А делали один раз, а ретинол в рацион вводили в небольшой дозировке, что и привело к получению неоднозначных результатов. Опыт нужно проводить таким образом, чтобы действие витамина А на организм свиней было более продолжительным. Только в этом случае можно рассчитывать на объективные данные.

Влияние витамина А на иммунную систему

Ученые Вилламор и Фавзи установили (2005), что витамин А оказывает существенное воздействие на иммунную систему свиней. Грин и Мелланби в 1928 г. первыми определили роль витамина А в модуляции иммунной функции. Ученые назвали витамин А антиинфекционным витамином.

Сегодня хорошо известно, что витамин А не только поддерживает целостность эпителиальных барьеров слизистых оболочек организма, но и непосредственно влияет на функции различных иммунных клеток (*Энгедал*, 2011). Например, установлено, что при вводе в рационы витамина А в организме свиней улучшаются хоуминг В- и Т-клеток слизистых оболочек и генерация регуляторных Т-клеток, усиливается секреция иммуноглобулина А и восстанавливается активность НК-клеток (*Власова и др.*, 2013). Более того, способность организма синтезировать противовирусные вещества, в частности лизоцим, напрямую зависит от концентрации витамина А (*Уэст и др.*, 1991).

Исследования на животных показали, что благодаря инъекциям витамина А и его вводу в корм у свиней формируется резистентность к грибковым инфекциям или к воздействию грамотрицательных или грамположительных бактерий (*Чу*, 1987).

Ученые отметили, что в организме свиней, испытывавших дефицит витамина А, вырабатывалось на 10% антител меньше, чем в организме животных, получавших витамин А в составе рациона (*Хармон и др.*, 1963). Так, в сыворотке крови поросят-отъемышей, потреблявших корма с витамином А в течение пяти недель, существенно выросли титры антител и концентрация витамина А (**табл. 4**).

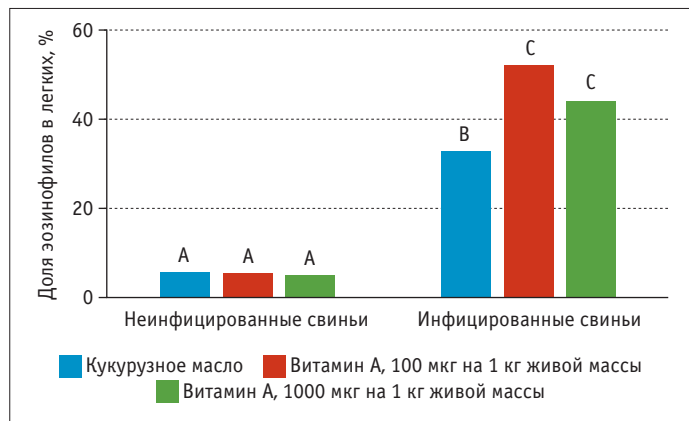
При недостатке в рационах витамина А способность растущих свиней бороться с инфекциями значительно снижа-

Титры антител и концентрация витамина А в сыворотке крови поросят-отъемышей

Таблица 4

Показатель	Рацион	
	дефицитный по витамину А	с высоким содержанием витамина А (4000 МЕ на 1 кг корма)
Титр антител	24,7 ^b	308,6 ^a
Концентрация витамина А в сыворотке крови, мкг в 100 мл	12,5 ^b	27,9 ^a

Примечание. Верхние индексы а и b обозначают различия между значениями (показатели статистически достоверны при $p < 0,05$).



Количество эозинофилов в легочной ткани после инокуляции аскаридой (показатели статистически достоверны при $p < 0,05$)

Таблица 5
Продолжительность диареи и выделения ротавируса из организма поросят (Власова и др., 2013)

Показатель	Группа	
	Животные, испытывавшие дефицит витамина А	Животные, получавшие достаточное количество витамина А*
Средняя продолжительность выделения вирусов, дни	5 ^a	3,7 ^b
Пик титра (инфекционная активность вируса), БОЕ/мл	47,188 ^a	375 ^b
Средняя продолжительность диареи, дни	3,5 ^a	0,3 ^b

* Дозировка витамина А — 100 000 МЕ, орально.
Примечание. Верхние индексы a и b обозначают различия между значениями (показатели статистически достоверны при $p < 0,05$).

Таблица 6
Потребность свиней в витамине А, МЕ на 1 кг корма

Генетическая компания	Группа животных				Источник
	Поросята	Ремонтные свинки	Свиноматки		
			супоросные	подсосные	
РІС	11000	5510–6600	9920	9920	РІС. Руководство по кормлению, 2016
Genesus	12000	12000	12000	12000	Genesus. Спецификации по кормлению, 2017
Topigs	—	—	10000	12000	Topigs Norsvin. Руководство Topigs 20, 2017
Немецкое селекционное объединение	16000	5200–6500	12000	12000	Bundes Hybrid Zucht Programm, 2016
Hypor	8000	8000	8000	8000	Hypor (Hendrix Genetics), 2017

ется (Даррок, 2001). Ученые Вагнер и Полли отметили (1997), что в мире более половины всех свиней на откорме заражены свиной аскаридой. Данные опытов показали, что использование витамина А способствует усилению локального иммунного ответа в организме животных, инфицированных паразитическими нематодами.

Дусон и группа исследователей подтвердили (2009), что при вводе в рационы ретиноевой кислоты в легких и печени свиней увеличивается экспрессия маркеров для Т-лимфоцитов (Th1, Th2 и регуляторных Т-клеток), а в легких особей, зараженных аскаридами, повышается уровень эозинофилии (рисунок). Авторы пришли к выводу, что обогащение корма витамином А способствовало формированию у животных устойчивого иммунного ответа.

Даже пограничный дефицит витамина А отрицательно влияет на врожденный и адаптивный иммунитет, что приводит к чрезмерной восприимчивости животных к инфекции (Власова и др., 2013). Например, у зараженных ротавирусом поросят период выделения возбудителя с экскрементами был больше, а титр ротавируса в фекалиях выше, чем у сверстников, потреблявших корм с витамином А (табл. 5).

Сделан вывод о том, что для улучшения здоровья кишечника и оптимизации иммунного ответа в рационы для свиноматок и в корм для поросят следует включать достаточное количество витамина А (Власова и др., 2013).

Рекомендации по вводу в рационы витамина А

Рекомендации по использованию витамина А, разработанные специалистами NRC и GFE, направлены на удовлетворение потребности здоровых животных, содержащих-

ся в идеальных условиях. Однако необходимо учитывать, что при стрессе, инфицировании, несоблюдении параметров микроклимата, а также при нарушении требований гигиены на свинокомплексах норму ввода витамина А в корм следует увеличивать (Немецкое сельскохозяйственное общество, DLG, 2010). Это означает, что при промышленном разведении свиней их потребность в ретиноле будет значительно превышать значения, указанные в рекомендациях, разработанных научными комитетами.

Чтобы реализовать генетический потенциал продуктивности животных, очень важно оптимизировать потребление корма и на каждом этапе производства балансировать рационы по всем питательным веществам (Topigs Norsvin, 2016).

Потребность свиней разных технологических групп в витамине А в соответствии с рекомендациями некоторых генетических компаний отражена в таблице 6.

При составлении рационов для свиней, содержащихся на фермах и комплексах, за основу можно брать разработанные свиноводческими селекционными компаниями нормы ввода витамина А. Эти рекомендации базируются на результатах, полученных в ходе внутренних исследований, а также на данных, опубликованных в научной литературе и подкрепленных практическим опытом.

При написании статьи были использованы материалы, опубликованные только в независимых рецензируемых научных изданиях.

ЖР

Представительство BASF в Москве
Тел.: +7 (495) 231-72-46
E-mail: viktor.stenko@basf.com

ЖИВОТНОВОДСТВО РОССИИ

СЕНТЯБРЬ 2019

natuphos® E

EFFICIENT BY EXPERIENCE

Новый эталон фитазы

- Комбинация лучших свойств трех различных фитаз
- Различные формы выпуска для эффективного дозирования в рационы
- Экспериментально доказанная высокая стабильность в комбикормах и премиксах
- Максимальная окупаемость ваших вложений

Дистрибьютор
компании BASF
по ферментам
Natuphos® и Natugrain®

компания «БевиТэк»

Контакты «БевиТэк»:

тел. + 7(499) 703-05-69,
e-mail: info@bewitech.ru

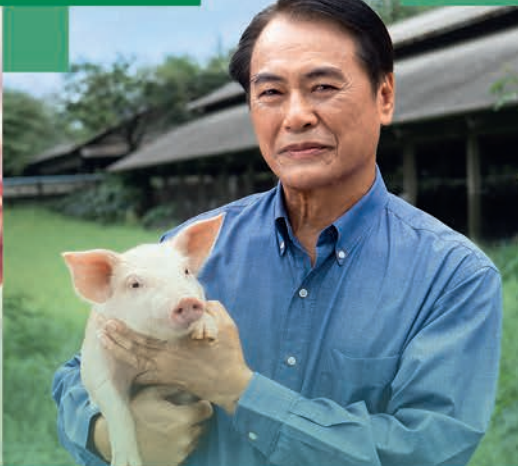
Контакты ООО «БАСФ»:

Ирина Колесник,
тел. +7(495) 225-71-59,
e-mail: irina.kolesnik@basf.com



Симбиоз
инноваций
и опыта

Гибридная
фитаза



BASF

We create chemistry