

ИСТОЧНИКИ ПРОТЕИНА В КОРМАХ ДЛЯ СВИНЕЙ

А. ЯНСМАН, Институт животноводства при университете Вагенингена, Нидерланды

В настоящее время во всем мире возрастают объемы производства продукции животноводства, что связано с увеличением спроса на высококачественные продукты питания со стороны растущего населения планеты, которое, по прогнозам, к 2050 г. увеличится до 9 млрд человек (FAO, 2009). В результате усиливается конкуренция между человеком и животными за источники белка, которые можно напрямую вводить в пищевые или кормовые продукты. Вместе с ростом конкуренции возрастает и важность проблемы эффективного и экологически устойчивого их использования.

Протеин и аминокислоты — незаменимые компоненты кормов для животных, включая свиней. Усиливающийся спрос на них сегодня в основном удовлетворяется за счет традиционных средств, таких как соевый шрот и другие отходы переработки масличных культур, зернобобовые и зерновые культуры, а также побочные продукты переработки животного сырья, например молочная сыворотка. Однако все большее значение приобретают альтернативные источники протеина — выращенные микро- и макроводоросли или насекомые. Обзор возможностей для роста производства кормового протеина для европейского животноводства дан в работе Van Krimpen и соавт. (см. таблицу).

Авторы работы приходят к выводу, что рассмотренные в ней потенциальные источники протеина значительно различаются по экономичности. Например, продукты с низким содержанием сухого вещества, такие как листья люцерны или водоросли, менее экономичны из-за высоких затрат энергии на их сушку. В категории масличных культур самой перспективной альтернативой южноамериканским сое и соевому шроту представляется тот же соевый шрот, но произведенный в Европе. Однако чтобы соевый шрот европейского производства был экономически эффективен в кормах для животных, необходимо повысить у этой сои выход протеина, для чего требуются новые сорта с сильно укороченным периодом вегетации. В категории зернобобовых самой многообещающей альтернативой соевому шроту является горох. Выход протеина у этой культуры неплохой, но его также желательно увеличить. Протеин зеленых кормов и водных растений со временем, вероятно, приобретет большее значение для кормопроизводства. К сожалению, по многим названным альтернативным источникам протеина пока опубликовано недостаточно информации об их питательной ценности и о потенциальных функциональных эффектах при вводе в корма.

Источники кормового протеина в Европе
(по данным Van Krimpen и соавт., 2013)

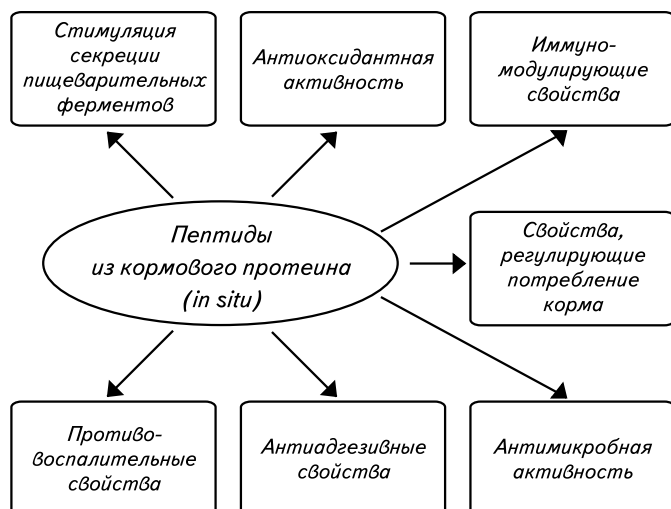
Исходный материал	Источник протеина
Масличные культуры	Обезжиренная соя, рапсовый и подсолнечный шрот
Зернобобовые	Горох, бобы, люпин и их концентраты, нут
Фуражные бобовые	Люцерна
Зеленые корма	Зеленая трава, ботва сахарной свеклы
Водные растения	Микро- и макроводоросли, ряска
Псевдозерновые культуры	Протеин овса и кинвы (или киноа, культура из семейства маревых, родственник амаранта. — <i>Ред.</i>)
Насекомые	Мучные черви, домашние мухи, сверчки

Питательная и функциональная ценность кормов

Кормовые средства, включая источники протеина, традиционно оценивают по их способности обеспечивать животных энергией и переваримыми питательными веществами в виде белка, аминокислот, углеводов, жиров, минеральных веществ и витаминов. Именно эти характеристики учитываются при формировании рационов, когда поступление питательных веществ в организм животных с кормом балансируется в соответствии с известными потребностями в них у животных. Новые кормовые средства обычно также оцениваются по этим параметрам.

Однако многие компоненты комбикормов не только доставляют питательные вещества, но проявляют и другие эффекты. Они могут быть связаны с известными или неизвестными веществами в их составе, которые либо напрямую влияют на показатели питательности, либо оказывают влияние на различные параметры состояния и продуктивности, например, на потребление корма, переваримость питательных веществ, метаболизм каких-либо органов, здоровье животных, качество конечной продукции, ее влияние на человека. Такие эффекты могут быть как положительными (функциональными), так и отрицательными. Последнее относится к веществам, которые присутствуют в компонентах кормов от природы (антипитательные факторы) или образуются (аккумулируются) в процессе переработки компонентов (например, при тепловой обработке или ферментации).





Биологическая активность пептидов, образующихся из кормового протеина, и их влияние на здоровье и продуктивность свиней и птицы (по данным Udenigwe and Aluko, 2012)

Функциональные эффекты различных фракций кормов и продуктов

Некоторые компоненты кормов и ингредиенты продуктов питания не только являются источниками питательных веществ, но и оказывают положительные эффекты другого рода, прежде всего, улучшают здоровье (Sanders, 1998; Biesalski и соавт., 2009). Они содержат биологически активные вещества или обладают биоактивными свойствами, положительно влияющими на процессы пищеварения, кишечную барьерную функцию, здоровье кишечника и на организм в целом. Это в общем виде наборы питательных веществ со сложными матрицами и физической структурой. В их составе присутствуют различные анатомические элементы растения или животного, они являются носителями веществ, которые после гидролиза и всасывания в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) становятся доступными для использования органами и тканями животного или человека. Замечено, что компоненты кормов могут обладать свойствами, не имеющими прямого отношения к питательности, в том числе функциональными: регуляция потребления корма (через его привлекательность и чувство насыщения), скорость прохождения химуса через ЖКТ, антимикробные и антиокислительные свойства, сигнальная функция для иммунной системы, различные метаболические эффекты. Такие свойства характерны для некоторых компонентов белковой, углеводной и липидной фракций растительных кормов, которые напрямую не участвуют в процессах роста, развития или репродукции. Таким образом, биологически активные вещества — это своего рода «приложение» к обычным питательным веществам, так как присутствуют в кормовых компонентах и пищевых ингредиентах лишь в незначительных концентрациях. Их интенсивно изучают с целью определения влияния на здо-

ровье (Kris-Etherton и соавт., 2002), особенно у человека и у модельных видов животных. Биоактивные вещества присутствуют в кормовых средствах как растительного, так и животного происхождения, но также могут образовываться в процессе пищеварительной ферментации (короткие белки и пептиды) при переваривании протеина в ЖКТ (Jansman, 2016).

Зернобобовые как источник функционального протеина

Недавно был опубликован обзор, посвященный белкам бобовых культур и их влиянию на здоровье человека (Carbonara и соавт., 2015). Однако логично предположить, что белки, содержащиеся в кормах для животных, также обладают подобными свойствами. После соответствующих исследований их можно будет использовать для разработки функциональных кормов для животных с целью поддержания их роста и развития.

Биологически активные вещества зернобобовых культур обычно рассматривались как вредные, во всяком случае, для животных. Выделены различные соединения белковой и небелковой природы с антипитательными свойствами, мешающими перевариванию или всасыванию питательных веществ, снижающими барьерную функцию кишечника (Lallès и Jansman, 1998). Примерами могут служить ингибиторы протеаз (ингибиторы Кунитца и Боумена-Бёрка) или α -амилазы, лектины, так называемые запасные белки (глобулины 7S и 11S, проламины, глютелины) зернобобовых (соя, люпин) или зерновых (пшеница) культур. Эти вещества уже достаточно хорошо изучены и описаны. Однако эпидемиологические исследования показали, что у людей, потребляющих много бобовых, реже возникает рак груди, прямой кишки и простаты. Это наблюдение вызвало интерес к исследованию ингибиторов протеаз, прежде всего, ингибитора Боумена-Бёрка из соевых бобов как средства подавления роста раковых клеток (Birk, 1993). У некоторых белков и пептидов бобовых культур позднее были также обнаружены и исследованы (и *in vitro*, и *in vivo*) антиканцерогенные свойства, способность снижать уровни холестерина и глюкозы в крови и кровяное давление, антимикробная активность (Carbonara и соавт., 2015).

Биоактивные для человека пептиды были обнаружены во многих пищевых культурах: сое, овсе, пшенице, семенах конопли, рапса и льна, в ряде зернобобовых культур (Lopez-Barrios и соавт., 2014). В этой работе также говорится, что у многих гидролизатов и биоактивных пептидов зернобобовых культур *in vitro* обнаружены активность против рака и сердечно-сосудистых заболеваний, а также способность влиять на окислительное повреждение клеток и тканей, воспалительные процессы, повышенное давление и высокий уровень холестерина в крови.

Биологическую активность белков и пептидов можно предсказать на основе их аминокислотной последовательности. Для таких прогнозов имеются соответствующие

щие компьютеризированные базы данных, позволяющие «увидеть» такие биоактивные пептиды внутри структуры исходного белка или, наоборот, определить, какой именно кормовой белок был источником биоактивного пептида с известной аминокислотной последовательностью (Marambe и Wanasundara, 2012). Кар и соавт. (2016) определили потенциально возможные биоактивные свойства протеиновых фракций ряда традиционных и альтернативных кормовых культур, используя для этого такие новейшие методы, как компьютерное моделирование и комплексные системные молекулярно-генетические подходы (геномика и др.). Были составлены схемы биологической активности ряда источников протеина, которые показали, что они могут снижать кровяное давление (за счет ингибирования фермента, отвечающего за конверсию ангиотензина) и проявлять ряд других антиокислительных, антимикробных, стимулирующих, ингибирующих и регулирующих эффектов. Для сохранения этих физиологических свойств пептиды должны быть устойчивыми к протеазам ЖКТ и всасываться в кровоток через энтероциты без разложения. Исключение составляют лишь те пептиды, которые действуют напрямую в ЖКТ и не нуждаются во всасывании в кровоток для реализации их биологической активности (Udenigwe и Aluko, 2012).

Потенциальные эффекты белков и пептидов

Белки и пептиды, образующиеся в процессе переваривания протеина корма, модифицирующие и поддерживающие функции ЖКТ, а также метаболизм и здоровье организма в целом, еще нуждаются во всестороннем изучении. Пептиды с антимикробными свойствами обнаружены в тканях млекопитающих, молоке, яйцах, растениях, насекомых и микроорганизмах; их можно выделять или производить химически с помощью микробной ферментации и использовать в кормах и продуктах питания. Широкий спектр их активности против различных видов бактерий, грибов, простейших и вирусов может оказать благотворное действие на продуктивность, переваримость питательных веществ, морфологию кишечника, состав кишечной микрофлоры (Xiao и соавт., 2015).

Выделен ряд пептидов с антиоксидантными свойствами, которые потенциально можно использовать в качестве функциональных компонентов рационов человека и животных или альтернативы антиоксидантов, которые обычно применяют как пищевые и кормовые добавки. Однако роль антиоксидантных пептидов в организме до конца еще не ясна, как и дальнейший путь этих пептидов в клетках после того, как они попали в кровоток и прошли через клеточные мембраны. Молекулы большинства биоактивных пептидов обычно включают от двух до семи аминокислотных остатков. Они должны быть устойчивыми к пищеварительным процессам по всей длине ЖКТ, чтобы всасываться в кровоток в интактном виде и попадать с кровью в целевые органы и ткани. Больше всего биоактивных белков и пептидов

дают молочные и морепродукты, но яйца или растительные продукты, включая бобовые, орехи и злаки (пшеница, рис, кукуруза), их тоже содержат в разных количествах (Kim и соавт., 2012). Биоактивные пептиды также производятся синтетически для фармацевтических целей, поскольку могут оказывать терапевтический эффект при лечении некоторых болезней (Freitas и соавт., 2013). Более того, авторы полагают, что отсутствие прямой корреляции между антиоксидантной активностью подобных веществ *in vitro* и эффектом улучшения здоровья живых организмов можно уже считать вполне доказанным. Полная реализация антиоксидантного потенциала биоактивных компонентов кормов, продуктов питания или лекарственных средств, по-видимому, практически невозможна, что связано с устойчивостью биоактивных компонентов в кишечнике, степенью всасывания и физиологической эффективностью по месту их активности (Freitas и соавт., 2013).

Источники протеина и здоровье кишечника свиней

Здоровье желудочно-кишечного тракта свиней определяется его способностью выполнять функции, позволяющие животным реализовать свой генетический потенциал продуктивности при разных условиях содержания (Jansman, 2016). Конечно, на функции ЖКТ существенное влияние оказывает состав рациона. А влияние источника протеина зависит от наличия в нем специфических веществ, образования пептидов при переваривании, состава протеиновой фракции, а также других фракций (особенно в случае растительного источника) — структурных углеводов и олигосахаридов, которые могут изменять состав кишечной микрофлоры.

Здоровье кишечника — одно из основных направлений исследования биоактивных веществ *in vivo*. Улучшение здоровья и функциональности кишечника свиней и птицы стало важнейшей задачей современного животноводства, особенно в связи с запретом или ограничением использования кормовых антибиотиков во многих странах. Функции кишечника не ограничиваются только перевариванием и всасыванием питательных веществ рациона; не менее важна и его защитная функция. Кишечный барьер состоит из нескольких отделов, или уровней, и включает физическую, иммунологическую и микробиологическую защиту. В тонком и толстом отделах кишечника разный состав микрофлоры, а ее плотность возрастает по направлению к дистальному концу кишечника. Биоактивные вещества, содержащиеся в корме или выделяющиеся в процессе его переваривания, могут оказывать разнообразное влияние на все кишечные функции (Aumiller и соавт., 2015).

Rist и соавт. (2013) опубликовали обзор, посвященный влиянию различных источников протеина на кишечную ферментацию у свиней. Разложение протеина корма приводит к образованию таких метаболитов, как жирные кислоты с разветвленной углеводородной цепочкой; однако

при этом также образуются и потенциально токсичные метаболиты, включая аммиак и амины, фенолы, индолы. Поскольку усиление кишечной ферментации протеина способствует размножению в кишечнике потенциальных патогенов, ряд исследований был посвящен влиянию источников кормового протеина на состав кишечной микрофлоры (см. обзор Hughes и соавт., 2000). Авторы обзора заключают, что опубликованные данные противоречивы и пока не позволяют разработать стратегии кормления, направленные на коррекцию состава микрофлоры. В то же время они считают, что в условиях нарастающего стресса, например, из-за неадекватности гигиенических и других условий содержания или вследствие инфекции, протеин растительного происхождения с более низкой переваримостью может повышать риск возникновения послеотъемной диареи и усиления размножения кишечных патогенов.

Пептиды с антиадгезивными свойствами также представляют интерес с точки зрения здоровья кишечника. Показано, что в горохе, гидролизованном трипсином, образуются антиадгезивные пептиды, активные против *Helicobacter pylori*, вызывающей воспаления и изъязвления в кишечнике (Niehues и соавт., 2010). По сообщению Becker и соавт. (2009) зернобобовые могут создавать в кишечнике альтернативные точки прикрепления для кишечных патогенов, таких как *E. coli*, в результате чего уменьшается количество патогенов, колонизирующих кишечный эпителий. Например, оболочка зерен гороха характеризуется более высокой способностью связывать адгезины энтеротоксичного штамма *E. coli* K88, чем оболочка конских бобов (Becker и соавт., 2009). Одновременно сказано, что оболочка конских бобов, наоборот, лучше оболочки гороха связывает термолабильный энтеротоксин LTp-I, выделяемый этой эшерихией, прикрепляющейся к рецепторам типа GM1 в кишечном эпителии (Becker и соавт., 2012).

Функциональные свойства обнаружены у разных составляющих кормов: молочных продуктов, сывороточного

протеина, морских микро- и макроводорослей (Jansman и соавт., 2016). Они могут оказывать специфическое влияние на кишечную микрофлору (проявлять антимикробные свойства как в случае молочных продуктов и сывороточного протеина) или стимулировать развитие локальных иммунных систем у молодняка (водоросли). Например, экстракты разных видов ламинарий, содержащие ламинарин (низкомолекулярный гетерополисахарид, содержащий β -глюканы) и фукоидан (высокомолекулярный сульфатированный гетерополисахарид бурых водорослей с противовоспалительными, противовирусными и противоопухолевыми свойствами), модулируют кишечную микрофлору, оказывают сильный антибактериальный и иммуномодулирующий эффект, влияют на экспрессию генов в кишечнике и улучшают скорость роста свиней (Deville и соавт., 2007; Walsh и соавт., 2013; Heim и соавт., 2014a, 2014b). Считается, что первое из этих веществ влияет на улучшение процессов переваривания и всасывания в кишечнике.

Рост объемов производства в мировом животноводстве требует освоения новых источников протеина и рационального применения уже известных белковых кормов. Для повышения эффективности их использования требуются знания не только о питательной ценности, но и о функциональных эффектах, которые способны оказывать различные кормовые средства на продуктивность животных, их резистентность к болезням и на состояние здоровья в целом. Новые методы исследований, включая геномику и другие системные подходы, а также применение к животным научных знаний о питании человека, откроют новые функциональные свойства кормов для свиней и других видов животных. Все это даст возможность использовать кормовой протеин с большей результативностью. ■

*Источник: World Nutrition Forum 2016, Biomin, Ванкувер (Канада)
Перевод: А. Толкачёв*



ИНФОРМАЦИЯ

Агрохолдинг «ДолговГрупп» ввел в эксплуатацию новый завод по производству комбикормов в Калининградской области. По словам совладельца холдинга Александра Долгова, мощность завода составляет 480 т комбикорма в сутки или 150 тыс. т продукции в год. Предполагается, что завод полностью покроет потребности предприятий холдинга в комбикорме.

Глава Сбербанка Герман Греф в ходе церемонии открытия предприятия,

которая состоялась 21 июля, отметил, что для реализации проекта банк предоставил холдингу кредит в размере 900 млн руб. на 15 лет.

interfax-russia.ru

ООО «ТекноФид» запустило в Шебекино (Белгородская область) производство ферментированного соевого белка за 250 млн руб. и намерено вложить в дальнейшее развитие еще до 400 млн руб. Ферментированный соевый белок является доступным

источником кормового протеина для животноводства и позволяет снизить себестоимость производства кормов. В России он не производился. По словам директора компании Валерия Иванникова, тенденция потребления такого продукта — до 600 тыс. т в год. При выходе на проектную мощность к концу 2018 г. белгородский производитель сможет выпускать до 12 тыс. т кормового протеина.

abireg.ru