

БЕСФИТАТНОЕ КОРМЛЕНИЕ: РАСЧЕТ ДОЗИРОВКИ ФИТАЗЫ

А. КОВИЕСОН, Ж.-П. РУКЕБУШ, И. КНАП, П. ГЮГЕНБУЛ, Ф. ФРУНДЖИ,
компания DSM Nutritional Products, Швейцария

В научных работах, посвященных использованию фитазы, а также минеральных веществ и аминокислот в кормлении животных с однокамерным желудком, часто встречается утверждение о постоянном присутствии в рационе фитиновой кислоты. Однако это утверждение все чаще оказывается в лучшем случае дезориентирующим, в худшем — неверным. Исследование биологической роли фитазы в рационах животных сегодня находится на историческом пике. Это позволяет переосмыслить важность использования фитазы в качестве инструмента фактического снижения концентрации фитиновой кислоты в рационе и уделить особое внимание определению рационального содержания фитазы в корме.

Химические свойства фитатов хорошо описаны в литературе: фитиновая кислота состоит из *мио*-инозитольного кольца, к которому сложноэфирными связями прикреплены шесть ортофосфатных групп. Фосфатные группы в положении 1, 3, 4, 5 и 6 имеют экваториальную ориентацию относительно *мио*-инозитольного кольца, в то время как фосфатная группа у 2-го атома углерода имеет максимальную ориентацию. Термин «фитиновая кислота» обозначает полностью протонированную свободную кислоту, а термины «фитат» и «фитин» часто используются для обозначения смешанных солей фитиновой кислоты, например, с магнием, калием и кальцием (Maga, 1983). Фитиновая кислота повсеместно встречается в растениях; ее концентрация особенно высока в семенах — от 5 до 50 г/кг и даже более (Eekhout, De Paere, 1994). Однако, несмотря на низкую концентрацию фитиновой кислоты по сравнению с крахмалом, белком, жиром и клетчаткой, она играет важную роль в определении биодоступности катионов фосфора, а также некоторых аминокислот и углеводов (Cowieison и соавт., 2009).

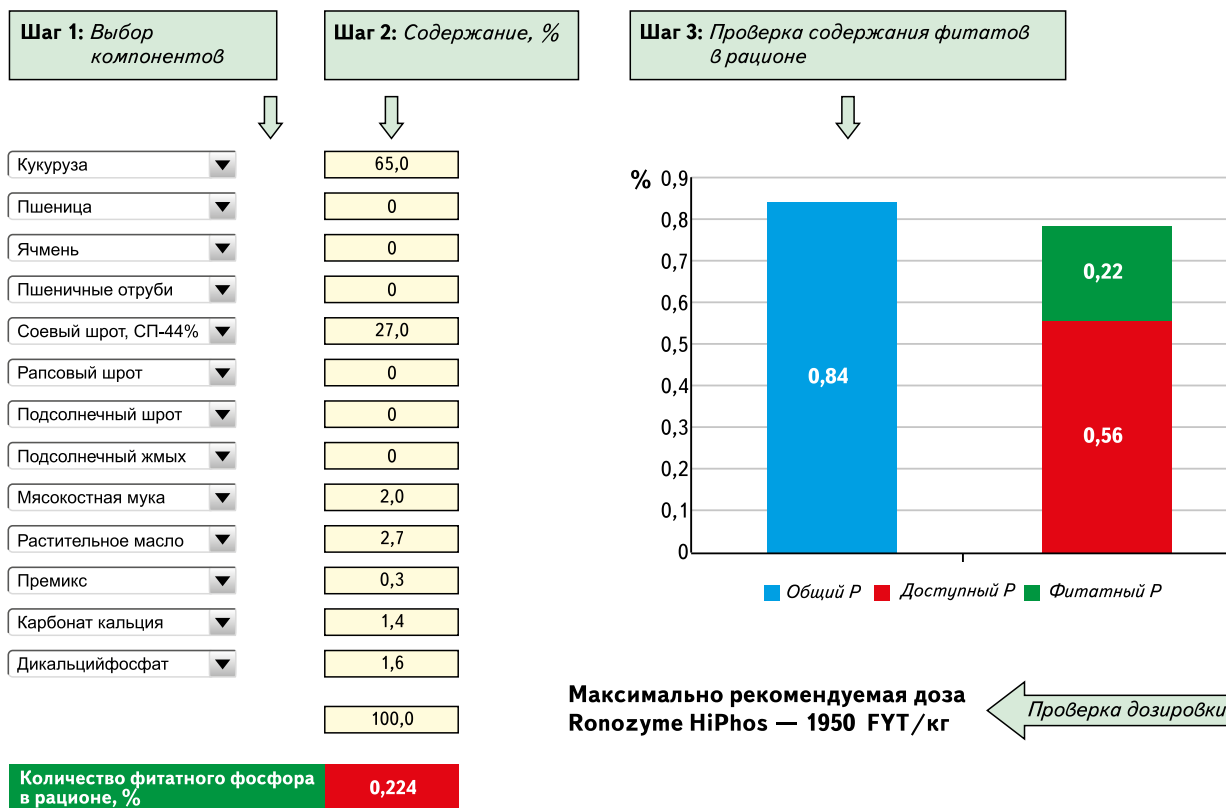
Роль фитиновой кислоты в кормлении обусловлена прежде всего сильным отрицательным зарядом различных фосфатных групп в инозитольном кольце. Именно отрицательный заряд фитиновой кислоты во внутрикишечной среде снижает растворимость и усвояемость фосфора и кальция, ряда других катионов (железо, цинк), а также белков, и запускает ряд нежелательных цепных физиологических реакций. В работе Cosgrove (1966) показано, что в зависимости от pH среды фитиновая кислота может существовать в виде ионов от моно- до додекааниона. При pH среды ниже 1,1 фитиновая кислота обычно полностью протонирована и таким образом заряжена нейтрально; при повышении pH до 3–4 она приобретает отрицательный заряд 4; при pH 6–7 — отрицательный заряд 6; полное депротонирование наступает лишь при pH выше 13.

Таким образом, при обычных условиях в пищеварительном тракте фитиновая кислота обладает существенным отрицательным зарядом в зобе, умеренным отрицательным зарядом в железистом/мускульном желудке (или желудке у свиней) и все более выраженным отрицательным зарядом в тонком и толстом отделах кишечника. Кроме того, по мере изменения pH среды в разных отделах желудочно-кишечного тракта свиней и птицы заряд белков/аминокислот также меняется в зависимости от изоэлектрической точки белка, что способствует образованию или разрушению комплекса «белок—фитаты».

Несмотря на то что фитиновая кислота достаточно хорошо описана с химической точки зрения, о поведении различных фитиновых солей и/или фитатно-белковых глобидов известно гораздо меньше. Nelson (1967) указывает, что разные фитиновые соли имеют различные биохимические свойства, и заключает, что фитат натрия более растворим и характеризуется более высокой биодоступностью, чем фитаты кальция или магния. Возможно, различные реакции животных на фитиновые соли связаны с растворимостью этих солей при разных значениях pH или с тенденцией катиона диссоциировать (или взаимодействовать) с белками непосредственно через троичные мостики или опосредованно за счет изменений в термодинамике водной среды в пищеварительном тракте.

Важно также отметить, что некоторые ранние исследования питательных свойств различных фитиновых солей проводились с использованием неочищенных препаратов, экстрагированных из рисовых или пшеничных отрубей, что могло способствовать появлению мешающих эффектов, связанных с активностью эндогенных фитаз и т.д. (Nelson, 1967). В работе Lott и соавт. (2000) говорится, что большая часть нативного фитина в растительном материале существует в виде смешанной соли магния и калия. Однако вследствие низкой биодоступности очищенного магний-калий-фитата

Программа расчета содержания фитатов в кормах для бройлеров



значительная часть исследований проводилась на других солях, в частности на фитате натрия или кальция, или на чистом водном растворе фитиновой кислоты.

Opungo и соавт. (2009) исследовали относительные антипитательные свойства свободной фитиновой кислоты или магний-калий-фитата на модели бройлеров. Установлено, что потребление магний-калий-фитата привело к достоверно более высокой потере муцина из кишечника, чем потребление чистой фитиновой кислоты. Причины различий в антипитательном эффекте разных форм фитатов/фитиновой кислоты неясны, но могут быть связаны со скоростью солюбилизации или со стабильностью в кишечнике, с эффектами взаимодействия самих ассоциированных ионов (Вуе и соавт., 2013) или способностью различных солей образовывать сшивки с другими питательными веществами.

Фитатно-белковые глобоиды также относительно плохо описаны или как минимум не подвергались систематическому изучению в разных распространенных кормовых компонентах. Prattle и Stanley (1982) определили следующее: фитатно-белковые глобоиды локализованы в белковых телах соевых бобов; эти глобоиды связаны с кальцием и фосфором; наибольшее значение в этой связи имеет белковая фракция 7S. Исследователи также отметили, что помимо малорастворимых фитатно-белковых глобоидов по всему объему семядолей соевых бобов распространены

другие растворимые фитатно-белковые соли. Однако следует признать, что определение растворимости различных форм фитатно-белковых глобоидов или солей в цельном соевом бобе может не дать истинной картины взаимодействия «фитаты—белок» в переработанном соевом шроте.

Anderson и Wolf (1995) считают, что, хотя фитиновая кислота относительно стабильна при термической обработке (не подвергается активному разрушению при экстрагировании масла), в оболочке зерна концентрация фитатов значительно ниже, чем в семядолях, поэтому шелушение соевых бобов ведет к повышению концентрации фитатов относительно исходных цельных бобов.

В работе Vohn и соавт. (2007) отмечалось, что в пшеничных отрубях присутствуют фитатно-белковые глобоиды, которые устойчивы к гидролизу фитазой. Они обнаружены также в алейроновом слое пшеницы (Regvar и соавт., 2011), рисе (Prom-u-thai и соавт., 2008), горохе и фасоли (Lott, Buttrose, 1978), в зернобобовых и масличных культурах (Lott, Buttrose, 1978). Фитиновая кислота тесно связана с запасными белками в большинстве семян, то есть находится там, где распространены белковые вакуоли (алеярон, эндосперм и т. д.), присутствуют фитатно-белковые глобоиды, а также где есть смешанные фитиновые слои. Изучение природы фитатно-белковых тел в более широком диапазоне компонентов корма и воздействия на них фита-

зы; влияния на усвояемость аминокислот и минеральных веществ сегодня актуально, как и изучение потенциала совместного применения экзогенных фитаз и протеаз для солюбилизации фитатно-белковых комплексов.

В составе фитиновой кислоты содержится 282 г/кг фосфора; она представляет собой одну из основных форм фосфора, присутствующих в компонентах растительного происхождения (Eeckhout, De Raere, 1994). В литературе часто встречаются утверждения о том, что фитиновая кислота малодоступна для птицы и свиней из-за недостатка эндогенных фитаз в их кишечнике. Однако эти утверждения необоснованны, так как несколько авторов четко продемонстрировали, что в ЖКТ свиней и птицы наблюдается высокая фитазная и фосфатазная активность. Она отмечалась (Maenz, Classen, 1998) в везикулах щеточной каймы у бройлеров и кур-несушек, причем эта активность была наиболее высокой в двенадцатиперстной кишке и закономерно снижалась при переходе к каудальным отделам кишечника. Tamim и соавт. (2004) сообщали, что при ограничении количества поступающего с пищей кальция степень гидролиза фитатов эндогенными фитазами в кишечнике бройлеров может превышать 80%. Wilkinson и соавт. (2014) подтверждают, что это связано с одновременным потреблением кальция и фитатов, а гидролиз фитатов эндогенными ферментами можно поддержать, если обеспечить пространственное отделение кальция от зернового компонента рациона. Так, низкая усвояемость птицей фосфора фитатов объясняется не недостатком пищеварительной системы, а практикой одновременного кормления — потреблением рациона с полным набором необходимых веществ, когда происходит поглощение фитатов и большого количества кальция из неорганических источников фосфатов и известняка.

Доказано, что отдельное потребление известняка от остальных компонентов корма может служить эффективным способом повышения растворимости и усвояемости фитатов и аминокислот у бройлеров (Wilkinson и соавт., 2014). Однако для этого требуется, чтобы поголовно вся

птица в популяции удовлетворяла потребность в кальции путем потребления известняковой крошки, даваемой отдельно от гранулированного корма. К сожалению, птица не обладает способностью самостоятельно регулировать потребление кальция при свободном доступе к его источнику и к гранулированному комбикорму с низким содержанием кальция (Wilkinson и соавт., 2014). Это ограничивает практическое применение такого принципа кормления, однако ясно, что снижение содержания кальция в рационе является эффективным методом повышения растворимости фитатов в кишечнике и, как следствие, повышения пользы эндогенных фосфатаз. Таким образом, при применении фитаз важно правильно использовать матрицы кальция и фосфора — не только с учетом непосредственного высвобождения питательных веществ фитазами, но и с целью создания в ЖКТ среды, способствующей быстрому и полному разрушению фитатов.

Nelson (1968) предлагает рассчитывать необходимое количество кальция для цыплят-бройлеров с учетом концентрации фитиновой кислоты в рационе. По его мнению, при наличии в корме фитиновой кислоты «фактическая» потребность цыплят-бройлеров в кальции (около 0,9—1,0%) увеличивается относительно «истинной» потребности, которая составляет около 0,6%. Возможно, использование термина «потребность» в данном контексте может ввести в заблуждение, так как маловероятно, что сама по себе потребность в кальции изменится под влиянием потребления фитиновой кислоты. Однако необходимость увеличивать общее количество кальция в рационе, что обусловлено хелатирующими свойствами фитатов, хорошо известна. При рассмотрении фитаз, фитатов и кальция сохраняется существенная неопределенность, что связано с традициями составления рецептов комбикормов, согласно которым общее содержание кальция устанавливается относительно усвояемого или доступного фосфора. Систематическая оценка потребности животного в усвояемом кальции относительно концентрации усвояемого фосфора при стандартизации усвояемости кальция в компонентах корма позволила внести ясность в эту сложную область.

В результате оценки физико-химических свойств фитатов, проведенной специалистами компании «ДСМ», определены средние показатели содержания кальция во всех наиболее распространенных видах сырья (рисунок). На основании этих данных сгенерирована компьютерная программа подсчета оптимальной дозировки ферментного препарата **Ренозим ХайФос** для получения рациона по концепции «бесфитатного кормления». Принцип работы программы основан на расчете количества фитатов в рационе, которое зависит от качества и количества сырья, входящего в состав рациона, и определении точной дозировки Ренозим ХайФос, которая позволяет полностью расщепить фитаты. ■

Продолжение в следующих номерах