

ФИТАЗА: НОМЕНКЛАТУРА И ТЕРМИНОЛОГИЯ

Е. ШАСТАК, д-р аграрных наук, компания BASF

Номенклатура и терминология необходимы для того, чтобы все участники рынка могли общаться на одном, универсальном, языке. В статье приведены термины, понятия и информация, часто встречающиеся при использовании фитазы в области кормления сельскохозяйственных животных и птицы.

ПУТАНИЦА В ПОНЯТИЯХ

Наиболее ярким примером путаницы в терминологии при использовании фитазы может служить понятие «усвояемый фосфор». Несмотря на то что в Российской Федерации все рационы моногастричных животных формулируются на основе данного понятия, мало кто знает, что стоит за этим конкретно. Данное понятие может иметь различные значения в зависимости от системы усвоения фосфора или методов его определения (рис. 1). При этом, например, 1 г переваримого фосфора в рационе не эквивалентен 1 г нефитатного фосфора, а 1 г ретенируемого фосфора не эквивалентен 1 г биологически доступного фосфора. Это разные понятия. Усугубляется проблема тем, что даже селекционные компании, дающие рекомендации по кормлению соответствующих пород и кроссов, не всегда поясняют, что означает «усвояемый фосфор» в таблицах. Это приводит к тому, что некоторые производители фитазы преподносят матричные значения для своих продуктов в системе, на основе которой числовые значения усвояемого фосфора как показателя выглядят наиболее привлекательно. Например, по американской системе, которая широко применяется и в России, 1 г чистого фосфора из дефторированного фосфата или монокальцийфосфата приравнивается к 1 г усвояемого фосфора, то есть принимается 100%-ная усвояемость фосфора во всех типах фосфатов независимо от их происхождения. Но на практике

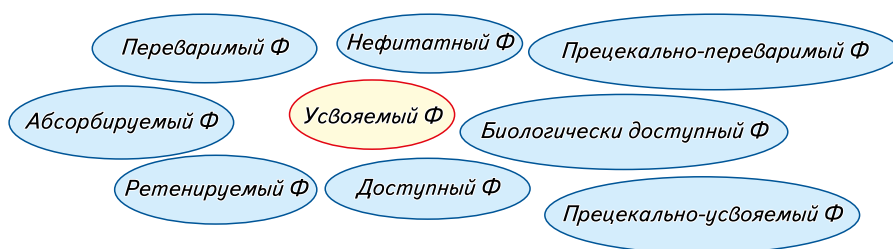


Рис. 1. Значения понятия «усвояемый фосфор (Ф)»

при определении переваримости фосфора из таких фосфатов получаются совсем другие цифры. Так, Vicker и соавт. (2016) из университета Вагенингена в Голландии показали, что переваримость фосфора в дефторированном фосфате российского происхождения у бройлеров составляет лишь 32%, в то время как переваримость фосфора в монокальцийфосфате составляет 78%. Логично заключить, что при составлении рационов бройлеры получают разное количество переваримого фосфора в зависимости от используемого фосфата. Соответственно, матричное значение по фосфору для фитазы, допустим, из расчета 500 FTU на 1 кг комбикорма будет также различным в зависимости от типа используемого фосфата в рационе (монокальций, дикальций, монодикальций, трикальций, дефторированный и т.д.).

ОФИЦИАЛЬНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ

Даже такие распространенные понятия, как фитат, фитин и фитиновая кислота, часто имеют различные определения. Ниже приведены понятия терминов, основанные на рекомендациях Международного союза теоретической и прикладной химии (МСТПХ).

Фитин. Данный термин применялся для описания нерастворимых накопленных фитата кальция и магния в глобоидах семян растений. В настоящее время данное понятие устарело, поскольку сейчас известно, что фитат в семенах многих видов растений преимущественно состоит из солей магния и калия (Oskenden и соавт., 2004) и не является абсолютно нерастворимым (Shears и Turner, 2007). Поэтому этот термин не рекомендуется использовать при описании понятия «фитат» в кормлении животных.

Мио-инозитол гексакисфосфат — это компонент, в котором все шесть гидроксильных групп мио-инозитола этерифицированы фосфатом. Этот термин взаимозаменяем с термином «фитиновая кислота».

Фитиновая кислота. Это несистематическое, но широко используемое описание формы свободной кислоты мио-инозитол гексакисфосфата. Поскольку свободная форма фитиновой кислоты в природе не существует,

Таблица 1. Различные формы мио-инозитолфосфатов и их принятые сокращения (Shears и Turner, 2007)

Полное название	Количество фосфатных групп	Сокращенное обозначение
Мио-инозитол	0	Ins
Мио-инозитол монофосфат	1	InsP ₁
Мио-инозитол бифосфат	2	InsP ₂
Мио-инозитол трифосфат	3	InsP ₃
Мио-инозитол тетраakisфосфат	4	InsP ₄
Мио-инозитол пентаkisфосфат	5	InsP ₅
Мио-инозитол гексаkisфосфат	6	InsP ₆

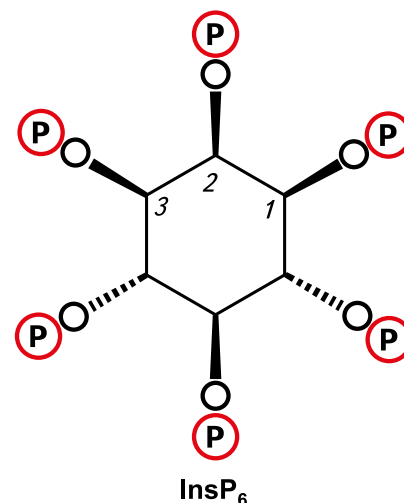


Рис. 2. Молекула фитата (InsP₆), состоящая из мио-инозитола и шести фосфатных групп (Rodehutschord и соавт., 2012)

предпочтительным является термин *мио-инозитол гексаkisфосфат*, хотя понятие «фитат» используется, когда соль *мио-инозитол гексаkisфосфата* известна (соль калия, магния, кальция и т.д.) (Shears и Turner, 2007).

Фитат — любая соль фитиновой кислоты (рис. 2). Фитат может быть растворимым и нерастворимым. Нерастворимые формы обычно образуются за счет связи с поливалентными катионами (цинк, медь, железо и т.д.), в то время как растворимые формы образуются при взаимодействии с моновалентными катионами (натрий, калий и т.д.).

Мио-инозитол — это один из девяти возможных изомеров циклогексангексола. Является основой для синтеза фитата в семенах растений.

Инозитолфосфаты. Добавление к инозитольному кольцу (инозитолу) увеличивающегося числа фосфатных групп (максимум шесть) ведет к формированию ряда фосфорилированных соединений, которые объединяются понятием «инозитолфосфаты». Другими словами, инозитолфосфаты объединяют все формы фосфорилированных инозитолов (табл. 1).

Фитаза (мио-инозитол-1,2,3,4,5,6-гексаkisфосфат фосфогидролаза) — фермент, инициирующий отщепление одной или более фосфатных групп от *мио-инозитол гексаkisфосфата* (рис. 3).

Классификация видов фитазы, основанная на механистической энзимологии, приведена в таблице 2. Все коммерческие виды фитазы относятся к классу кислой гистидин фитазы.

Таблица 2. Классы фитазы (Mullaney и Ullah, 2007)

Класс	Обозначение	Организм, в котором фермент присутствует	Свойство
Кислая гистидин-фитаза	HAPHy	Грибки, растения, бактерии	Кислая фосфатаза; конечный продукт InsP ₁
Бета-пропеллерная фитаза	BPPHy	Бактерии	Нейтральная щелочная фосфатаза; конечный продукт InsP ₃
Цистеиновая фитаза	Цистеиновая фосфатаза	Бактерии	Кислая фосфатаза; конечный продукт инозитол-2-монофосфат
Пурпурная кислая фитаза	Пурпурная кислая фосфатаза	Растения	Металлофермент

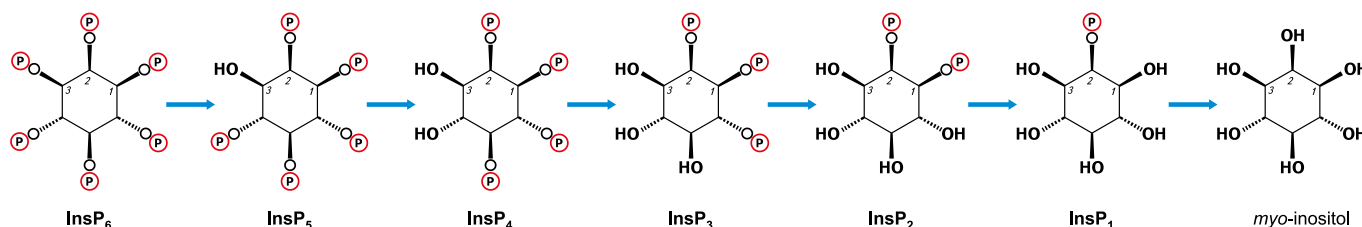


Рис. 3. Гидролизное расщепление фитата (InsP₆) фитазой через различные промежуточные продукты до мио-инозитола (Rodehutschord и соавт., 2012)

ЗНАЧЕНИЕ ПОНЯТИЯ

«ФИТАЗНАЯ ЕДИНИЦА (FTU)»

Анализ активности фитазы в кормлении используется в целях:

- а) идентификации и доказательства ее наличия в кормовой добавке, премиксе или комбикорме;
- б) определения количества фитазы в пробе.

Субстратом для определения активности фитазы в лабораторных условиях обычно служит фитат натрия. На измеряемую активность фитазы могут влиять различные факторы: температура, значение pH, время инкубации, количественное соотношение фермент/субстрат и др. Согласно интернациональному стандарту определения активности фитазы (ISO 30024:2009 или ГОСТ Р ИСО 30024), который разрабатывался компанией BASF, единица фитазной активности (1 FTU) — это количество фермента, которое за 1 мин высвобождает 1,0 мкмоль неорганического фосфо-

ра при действии на фитат натрия в количестве 0,0051 моль/л при температуре 37°C и pH 5,5. Однако на рынке встречаются и другие единицы фитазной активности, например PPU, OTU и QPU. При определении PPU при анализе используется другое значение pH (5,0, а не 5,5). При определении OTU применяется другой буфер (цитратный, а не ацетатный), а при определении QPU — другая температура (60°C), а также иное значение pH (4,5) по сравнению со стандартным методом (ISO 30024:2009). Поэтому единицы FTU, PPU, OTU и QPU не сопоставимы друг с другом.

Следует отметить, что использование интернационального стандарта определения активности фитазы позволяет сравнивать различные виды фитазы по активности лишь в лабораторных условиях при заданных значениях pH, температуры, времени реакции и т.д. Поэтому, если в лаборатории 1 FTU фитазы А равна 1 FTU фитазы Б, то в желудочно-кишечном тракте животных или птицы это правило не действует, то есть 1 FTU фитазы А не равна 1 FTU фитазы Б. Это связано с тем, что условия в ЖКТ непостоянны и могут значительно отличаться от используемых в лаборатории. Так, в мускульном желудке бройлеров pH может варьировать от 1,9 до 4,5, а у поросят в еще более значительном диапазоне — от 2,3 до 6,0 (в зависимости от типа корма и времени пребывания его в желудке). Более того, различные виды фитазы имеют разный оптимум действия pH, обладают неодинаковой стабильностью к действию пепсина в желудке и т.д. В то время как для определения активности фитазы в лаборатории используется очищенный стандартизированный субстрат (фитат натрия), в кормовых компонентах фитат представлен в форме солей калия и магния, а также связан с другими субстратами. В связи с этим логично заключить, что разные виды фитазы, попадая в ЖКТ, будут вести себя по-разному. ■

ИНФОРМАЦИЯ



Правительство Китая снова открыло доступ иностранным инвестициям в индустрию глубокой переработки зерна, смягчив законодательные ограничения, которые действовали в стране в течение последнего десятилетия. Такая мера, как предполагается, сможет несколько сократить огромные запасы кукурузы, скапливающиеся на складах, и в целом оздоровить экономику зерновой отрасли страны. Теперь зарубежным компаниям вновь разрешено вкладывать деньги в глубокую переработку кукурузы, равно как и в переработку пищевых масел и жиров из сои, рапса, арахиса, семян хлопчатника, камелии, подсолнечника и пальмы.

Ограничения на иностранные инвестиции в указанные сегменты были сделаны на фоне роста потребления продукции животноводства в Китае. Из-за значительного увеличения спроса на комбикорма правительство страны вынуждено было ограничить потенциал развития индустрии глубокой переработки зерна, чтобы больше продукции направлялось на комбикормовые заводы. В результате лишь 26% кукурузы в настоящее время используется для глубокой переработки в Китае. Несмотря на то что новые проекты вновь разрешены, они будут в каждом случае досконально анализироваться регулирующими органами страны в отношении своего влияния на рыночную конъюнктуру, и зеленый свет будет дан далеко не всем заявителям.

Еврокомиссия ввела импортную пошлину в размере 5,16 евро за тонну на ряд сельскохозяйственных культур, в том числе кукурузу, сорго и рожь, в качестве меры по защите внутреннего рынка и производителей от рекордно низких цен на мировом рынке.

В последний раз импортная пошлина на указанные культуры действовала три года назад — она была введена в июле 2014 г. в размере 5,32 евро за тонну, однако уже через несколько месяцев, в ноябре того же года, была отменена специальным декретом Еврокомиссии.

Ранее, в 2011 г., власти Евросоюза установили, что импортные пошлины на сорго и рожь должны соответствовать пошлине на кукурузу, и с тех пор это правило продолжает соблюдаться.

Причина восстановления импортных пошлин согласно опубликованному релизу заключается в рекордном урожае кукурузы в мире, который, по текущим оценкам, превысит 1,072 млрд т в этом году, что будет наибольшим уровнем за всю историю.

Вместе с тем, предполагается, что столь высокий урожай будет давить на цены, что могло бы поставить производителей внутри Евросоюза в невыгодное финансовое положение.

По материалам All About Feed