

УМНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИТАЗЫ В РАЦИОНЕ — НАИЛУЧШИЙ СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ

А. СМИТ, руководитель направления специальных ферментов, компания DSM

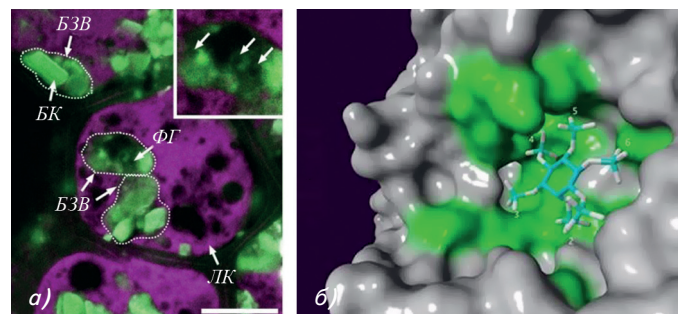


Следует отметить, что все решения, связанные с питанием, должны быть адаптированы к конкретному рациону. Для этого необходимо знать фактический питательный состав сырья, из которого вырабатывается комбикорм. Эти данные можно получить при помощи БИК-спектроскопии. Установлено, что сырье значительно различается по концентрации питательных веществ, а новые технологии позволяют более точно составить рецепты комбикормов с учетом этих различий. Это так называемое *умное питание*, именно оно необходимо для оптимизации эффективности производства и повышения его экологичности.

ФИТАТЫ И ФИТАЗА

Фитиновая кислота представляет собой молекулу, состоящую из шести фосфатных групп, связанных с инозитолом. Данная кислота присутствует во всех распространенных кормах растительного происхождения, выполняя функцию хранилища фосфора (рис. 1а). Она связывает важные питательные вещества, в том числе кальций, железо и аминокислоты, с образованием фитатов — солей фитиновой кислоты. В таком связанном виде питательные вещества становятся недоступными для организма животного. Это стоит производителям дополнительных денег, поскольку они вынуждены вводить в рацион больше питательных веществ, и, кроме того, наносит ущерб окружающей среде из-за выведения неиспользованных организмом питательных веществ.

В кислой среде желудочного сока фитаты растворяются и высвобождаются связанные кальций и аминокислоты, при этом фитиновая кислота также переходит в свободное состояние. Потенциально фитаза может ее переработать более чем на 80%. Добавление к рациону микробной фитазы — наилучший способ обеспечить расщепление большого количества фитиновой кислоты за то короткое время, пока она еще находится в желудке (рис. 1б). Это означает, что ее останется меньше на повторное связывание питательных веществ в условиях более высокого pH при переходе в тонкий отдел кишечника. Таким образом, животному будет доступно больше питательных веществ, а выведено меньше. В результате обеспечивается и экономическая выгода, и экологическая ответственность.



Источник: Novozymes.

Рис. 1. Молекула фитиновой кислоты

- а) В клетках эндосперма семян пальмы фитаты хранятся внутри фитатных глобидов (ФГ), находящихся в белок-запасующих вакуолях (БЗВ). Также имеются липидные капли (ЛК). Диаметр фитатных глобидов обычно составляет 0,1–5 мкм.
- б) Фитат виден здесь внутри активного центра фитазы RONOZYME® HiPhos. Благодаря эффективному ферментному расщеплению фосфор высвобождается в доступной для организма животного форме.

КОЛЕБАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ФИТАТОВ

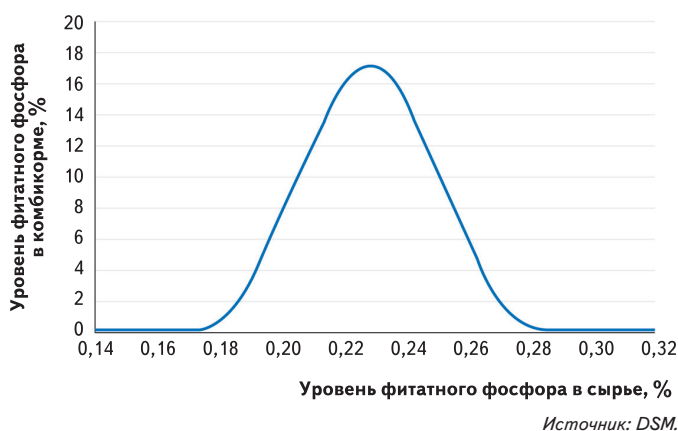
Наиболее распространенные виды растительного сырья значительно различаются по уровню фитатного фосфора в зависимости от ряда факторов: генетики сельскохозяйственной культуры, года урожая, условий выращивания, широты, климата, использования удобрений, хранения и методов обработки (таблица).

Уровень фитатного фосфора (г/кг)
в наиболее распространенных видах сырья

Сырье	Минимальный	Максимальный
Пшеница	1,9	2,7
Кукуруза	1,6	2,6
Сорго	1,4	2,4
Рисовые отруби	10,8	11,1
Соевый шрот	2,8	3,3
Рапс масличный (канола)	3,4	4,8

Источник: Deckhouse и De Paere, 1994, AFST, 47: 19–29; O'Dell и соавт., 1972, JAFС, 20: 718–808.

Очевидно, что при таких различиях сложно полагаться на опубликованные (табличные) значения содержания фитатов в компонентах комбикормов, особенно когда речь идет о сочетании нескольких видов сырья. На рисунке 2 показано, как различное содержание фитатного фосфора в сырье влияет на его уровень в европейских ростовых/финишных кормах для бройлеров.



Источник: DSM.

Рис. 2. Уровень фитатного фосфора в ростовом/финишном комбикорме для бройлеров в зависимости от его содержания в сырье

В комбикормах четко прослеживаются различия по концентрации фитатов в зависимости от количества вводимых растительных компонентов. Обычно уровень фитатов выше в стартерных кормах, так как в них больше содержится соевого шрота. Итак, перед специалистами по кормлению стоит следующий вопрос: можно ли при определении количества добавляемой фитазы полагаться на средние концентрации фитатов? Ответ однозначный: нет!

УМНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИТАЗЫ В РАЦИОНЕ

Как и в случае с другими ферментами и субстратами, количество добавляемой фитазы необходимо подбирать в соответствии с количеством содержащихся в корме фитатов:

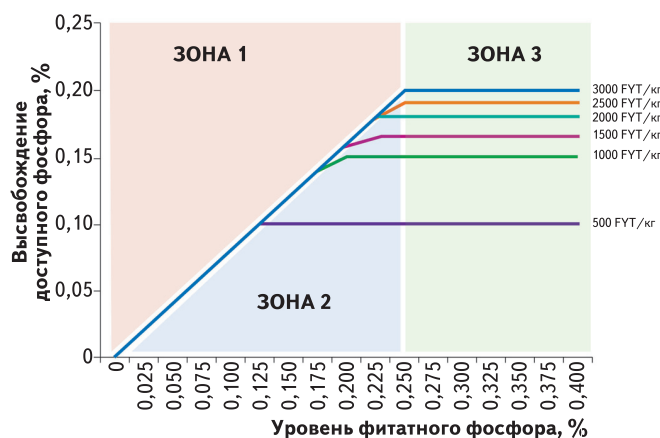
- если добавить слишком мало фитазы — не все фитаты будут расщепляться, и птица не сможет полностью получить белок, кальций и фосфор из комбикорма, часть останется для нее недоступной. Это будет означать напрасную трату денег и, возможно, ущерб окружающей среде;
- если добавить слишком много фитазы — все доступные фитаты будут расщеплены, но при этом будет избыток фермента без какого-либо дополнительного эффекта, то есть производителем будут потеряны деньги.

Основой концепции **умного использования фитазы DSM в рационе** является нахождение правильного баланса. Первый шаг заключается в определении количества фитатов, присутствующих в рационе.

АНАЛИЗ КОРМА

Раньше при определении количества фитатного фосфора мы полагались на «мокрые» методы химического анализа. Однако проведение такого анализа на постоянной основе — это медленно и дорого. БИК-спектроскопия представляет собой быстрый, надежный и экономичный способ оценки уровней тех или иных веществ в сырье или в комбикорме. Компания DSM исследовала множество образцов комбикормов и сырья с применением и БИК-спектроскопии, и «мокрых» методов. На основе полученных данных было выведено надежное уравнение для расчета количества фитатного фосфора применительно к БИК-анализу компонентов и комбикормов. Это позволяет быстро и дешево измерять количество фитатного фосфора в образцах. Такой динамический аналитический инструмент в сочетании с прогностической моделью может быть отличным помощником в установлении оптимальной дозировки фитазы. Зная точный уровень фитатного фосфора в комбикорме, легко определить экономически целесообразную дозировку добавляемой фитазы.

На рисунке 3 показана взаимосвязь между уровнем фитатного фосфора, высвобождением доступного фосфора и дозировкой фитазы, необходимой для достижения данного уровня высвобождения фосфора. По оси X отложены количественные значения фитатного фосфора в корме, по оси Y — количество доступного фосфора, которое нужно высвободить при помощи фитазы. На данном рисунке можно четко выделить три зоны. **Зона 1** (ограничения, обусловленные фитатным фосфором) — это низкий уровень фитатного фосфора в рационе. Высокая дозировка фитазы не является необходимой, поскольку здесь ограничителем является субстрат, и добавление большего количества фитазы не будет способствовать высвобождению большего количества фосфора. Нужно быть внимательными, так как существует риск переоценить количество фосфора, высвобождающегося под действием используемой фитазы. **Зона 2** (без ограничений, обусловленных



Источник: DSM.

Рис. 3. Питательная ценность комбикормов промышленного производства в зависимости от уровня фитата и фитазы

фитатным фосфором) — отличный баланс между фитатным фосфором и дозировкой фитазы. *Зона 3* (фитатный фосфор присутствует в избытке) — высокие концентрации фитатного фосфора; более высокая дозировка фитазы позволит высвободить больше фосфора. Ограничительный фактор в данном случае — концентрация фитазы.

Примеры возможных соотношений фитаз и фитатов в комбикормах промышленного производства:

Вариант 1. Измеренная концентрация фитатного фосфора составляет 0,30%, при этом фитаза HiPhos используется в дозировке 1000 FYT/кг. Данный уровень фитатного фосфора соответствует зоне 3, с избыточным содержанием фитатов. Значит, имеется возможность повысить дозировку до максимального значения — до 3000 FYT/кг, чтобы разрушить как можно больше фитатов и максимально увеличить выработку мио-инозитола, что позволит активизировать рост птицы.

Вариант 2. Измеренная концентрация фитатного фосфора — 0,15%, HiPhos — в дозировке 1000 FYT/кг. В этом случае дозировка фитазы превышает количество субстрата (фитата). Это зона 1. Рекомендуется снизить дозировку HiPhos приблизительно до 500 FYT/кг.

Вариант 3. Измеренная концентрация фитатного фосфора — 0,22%, HiPhos — в дозировке 1000 FYT/кг. Это означает, что вы находитесь в зоне 2, характеризующейся достаточным количеством субстрата. При этом смело можете увеличить дозировку фитазы до 2000 FYT/кг.

ПРЕИМУЩЕСТВА ДЛЯ ВСЕХ

Принимая во внимание неодинаковые уровни фитатов в рационе специалисты по кормлению достигают лучшего баланса между дозировкой фитазы и содержанием фитатов, обеспечивая таким образом максимальное разрушение антипитательных факторов при минимальных затратах. От такого *умного дозирования* фитазы выигрывают и производители, и птица, и окружающая среда. Повышаются продуктивность и однородность стада, снижаются издержки производства. Улучшается здоровье кишечника, следовательно, качество помета и целостность скелета птицы. Из ее организма меньше выделяется азота и фосфора в окружающую среду, что важно для экологичности отрасли и соблюдения местных ограничений по уровню загрязнений.

ТОНКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ — ДОСТУПНОСТЬ ФИТАТОВ ДЛЯ ФИТАЗЫ

В описанной выше модели доступность фитатов принята за 80%. Это весьма справедливая оценка современных

фитаз, однако данное значение может варьировать в зависимости от ряда факторов, включая уровень и источник кальция, выбор сырья, использование подкислителей и даже присутствие других ферментов. На рисунке 4 представлены важные взаимодействующие факторы, которые могут увеличивать или снижать доступность фитатов.

Компания DSM, учитывая все новейшие сведения об этих факторах, разработала модель для прогнозирования их влияния, благодаря которой специалисты по кормлению смогут подбирать дозировку фитазы еще точнее.

Положительные факторы, влияющие на доступность фитатов	Отрицательные факторы, влияющие на доступность фитатов
<ul style="list-style-type: none"> • pH воды < 6 • Температуры воды < 20°C • Содержание кальция в рационе < 0,9% • Отношение фитаты:белок < 0,04:1 • Концентрация хлоридов в рационе > 0,25% • Присутствие протеазы и карбогидраз • Наибольшее количество фитатов поступает из злаковых и зернобобовых, наименьшее — из побочных продуктов • Присутствие подкислителей • Отсутствие терапевтического применения цинка или меди • Злаковые с низкой вязкостью 	<ul style="list-style-type: none"> • pH воды > 8 • Температуры воды > 30°C • Отношение фитаты:белок 0,05:1 • Концентрация хлоридов в рационе < 0,25% • Отсутствие протеаз или карбогидразы • Значительная концентрация фитатов из побочных продуктов, таких как рисовые отруби • Отсутствие подкислителей в рационе или воде • Высокие концентрации цинка или меди • Злаковые с высокой вязкостью

Источник: DSM.

Рис. 4. Факторы, влияющие на доступность фитатов для фитазы

Умное использование фитазы в рационе — это созданная компанией DSM система точного подбора дозировки фитазы. Для этого определяют количество субстрата (фитатов) в рационе. Затем, исходя из этого значения, рассчитывают наиболее целесообразное количество добавляемой фитазы, которое позволит удалить как можно больше фитатов. Такое тщательное согласование дозировки фермента с количеством субстрата обеспечивает не только оптимизацию затрат на приобретение фитазы, но и максимально точное количество необходимого кормового сырья, что повышает продуктивность и снижает негативное воздействие производства на окружающую среду. ■

Список литературы предоставляется по запросу.

Статья впервые опубликована в журнале *Poultry World*, выпуск 2, 2021 г.