

# Микроэлементы и активность фитазы

Ричард МЕРФИ, директор по исследованиям  
*Alltech, Ирландия*  
Грант АЙДИНЯН, менеджер по продажам  
*Alltech, Россия*

**По оценкам специалистов, почти 70% всех кормов для моногастричных сельскохозяйственных животных и птицы содержат ферментные препараты с экзогенной фитазой. Включение их в рацион позволяет животным более эффективно усваивать фосфор из растительных компонентов. Этот элемент входит в состав фитиновой кислоты (около 80% всего фосфора в составе корма растительного происхождения). Применение фитазы позволяет существенно удешевить рационы для свиней и птицы благодаря тому, что производители могут сэкономить на покупке кормовых фосфатов.**

Один из важных аспектов полноценного кормления моногастричных — минеральное питание, то есть обогащение рационов железом, цинком, медью, марганцем, селеном и йодом за счет добавления премиксов. К сожалению, они содержат эти микроэлементы в неорганической форме.

На протяжении нескольких десятилетий исследователи искали ответы на вопросы, касающиеся минерального питания свиней и птицы. Специалисты установили, что микроэлементы в неорганической форме характеризуются низкой биологической доступностью, высокой реактогенностью в желудочно-кишечном тракте, а также проявляют антагонизм за места абсорбции и др. Все это послужило стимулом к созданию и изучению альтернативных форм микроэлементов — органических комплексов и хелатов.

В таких соединениях атом микроэлемента связан с органической молекулой, или лигандом. По мере продвижения микроэлемента к месту всасывания лиганд защищает его от нежелательного взаимодействия с другими веществами. Лигандами могут быть аминокислоты, пептиды, полисахариды и т. д. Именно

от их свойств зависит биодоступность и стабильность органических микроэлементов.

Оказалось, что две, на первый взгляд несмежные проблемы — использование ферментных препаратов с фитазой и минеральное питание — тесно взаимосвязаны. Так, данные более ранних исследований свидетельствуют, что ионы некоторых металлов оказывают ингибирующее действие на ряд ферментов, в том числе и на фитазы. Снизить их активность могут медь, цинк, железо и марганец (*Tran et al.*, 2011; *Persson et al.*, 1998).

Мы провели опыт, в ходе которого определили активность ферментных препаратов с фитазой в присутствии таких микроэлементов, как железо, цинк, медь и марганец, в разной концентрации (от 0,1 до 25 мг/кг). Для этого использовали различные источники: один — минералы в неорганической форме (сульфатные соли соответствующих микроэлементов) и четыре — в органической (протеинаты, глицинаты, комплексы с полисахаридами и хелаты с аминокислотами). В качестве протеинатов применяли хелаты серии Биоплекс производства компании Alltech.

Концентрацию микроэлементов определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, фитазную активность оценивали по методике Engelen et al. (1994). Для полноты эксперимента применяли три продукта — бактериальную фитазу на основе *Escherichia coli* и грибковые фитазы на основе *Aspergillus niger* и *Peniophora lycii*.

Полученные данные проанализировали статистически и привели к нелинейным уравнениям регрессии, в результате чего построили кривые «доза — эффект» (или «концентрация — эффект»); ось *Y* — активность фермента, ось *X* — логарифмическая концентрация ионов металла (рис. 1 и 2).

Результаты опыта показали, что между ингибированием активности фитазы, типом и источниками микроэлементов (неорганическая/органическая форма), а также их концентрацией существует взаимозависимость ( $p < 0,001$ ). Установлено, что по мере повышения уровня микроэлементов активность фитазы снижалась. При этом сила влияния исследуемых факторов (вид, форма и концентрация микроэлементов) была неодинакова для каждого из трех препаратов с фитазой. Очевидно, это обусловлено их физико-химическими свойствами и, как следствие, разными механизмами взаимодействия с ионами металлов (*Rao et al.*, 2009).

Железо было сильным ингибитором активности фитазы всех изучаемых препаратов. Цинк в большей степени подавлял активность фитазы в продуктах на основе *P. lycii* и *E. coli*. Медь оказывала существенное влияние на активность фитазы в добавках на основе *E. coli* и *A. niger*. Наименьшим ингибирующим эффектом обладал марганец: он

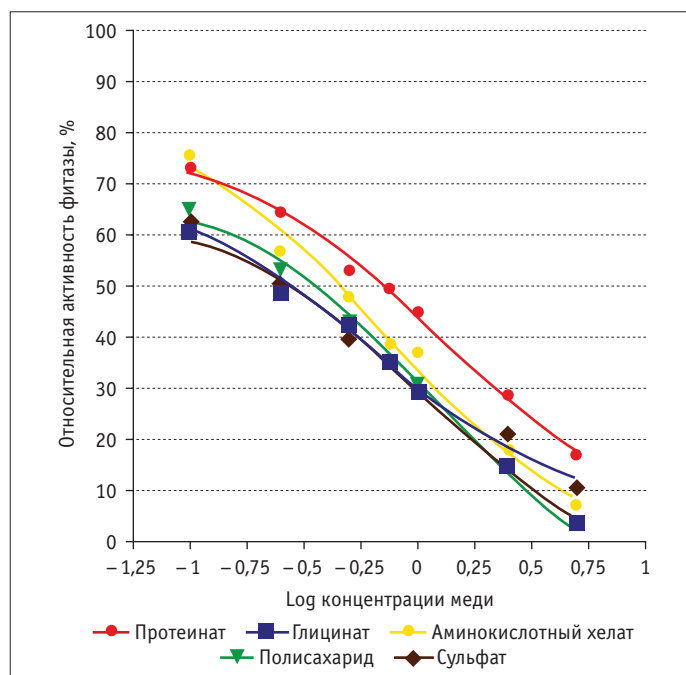


Рис. 1. Влияние различных форм меди на активность фитазы в препаратах на основе *E. coli*

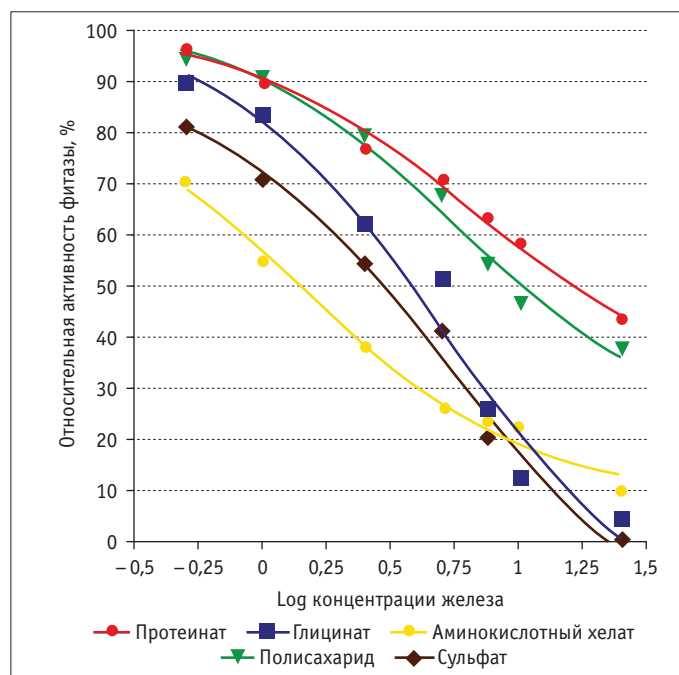


Рис. 2. Влияние различных форм железа на активность фитазы в препаратах на основе *P. lyclii*

лишь незначительно снизил активность фитазы в препарате на основе *A. niger*.

Это объясняется тем, что свободные ионы микроэлементов, вступая во взаимодействие с фитазой, могут образовывать преципитат (микроэлемент — фитаза), в результате чего остаточная фитазная активность падает (Greiner et al., 1993).

Ингибирующее действие микроэлементов обусловлено их формой. Например, установлено, что наименьшей ингибирующей способностью обладали микроэлементы в форме протеинатов. Данная закономерность была достоверной и наиболее выражено проявлялась для протеината железа (Fe) и протеината цинка (Zn) на примере фитаз на ос-

нове *E. coli* и *P. lyclii*, а также для протеината меди (Cu) — на примере фитаз на основе *A. niger* и *E. coli* (см. рис. 1 и 2).

Объяснить принцип взаимодействия между ферментами и минералами — непростая задача. Тем не менее при помощи метода, разработанного специалистами нашей лаборатории, можно определить, что наибольшую активность фитаза проявляет лишь в том случае, когда органические микроэлементы используют в форме протеинатов (препараты серии Биоплекс). Прочные связи между металлом и органическим лигандом — отличительная особенность органических микроэлементов.

Было также доказано, что включение в рацион добавок Биоплекс Цинк,

Биоплекс Железо, Биоплекс Марганец, Биоплекс Медь, а также Сел-Плекс (органическая форма селена) способствует снижению окисления таких важных ингредиентов корма, как витамины, в частности витамины А и Е, и каротиноиды. Исследователи из Германии установили, что после шести месяцев хранения премикса активность астаксантина осталась на уровне 100%, в то время как в неорганическом премиксе показатель был 80% (Concarr et al., 2016).

ЖР

ООО «Оллтек»  
Тел.: +7 (495) 258-25-25  
E-mail: [russia@alltech.com](mailto:russia@alltech.com)  
[www.alltech.com/russia](http://www.alltech.com/russia)

**Сворачивать рекламу,  
чтобы сберечь деньги,  
все равно что останавливать часы,  
чтобы сберечь время.**

Американский писатель  
Э. Маккензи, «14 000 фраз»