

# β-МАННАЗА — ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ В БОРЬБЕ С АНТИПИТАТЕЛЬНЫМИ ФАКТОРАМИ

ДМИТРИЙ ОРЛОВ, технический директор российского представительства VTR Biotech  
ДЖИН ГАО, технический директор компании VTR Biotech



Современное кормление сельскохозяйственных животных базируется на рационах, включающих злаковые культуры, соевый шрот и другие растительные компоненты. Однако клеточная стенка растений содержит некрахмалистые полисахариды (НПС), для переваривания которых пищеварительная система, например, цыплят-бройлеров не приспособлена. Как следствие, некоторые НПС, особенно растворимые, проявляют выраженные антипитательные свойства, приводящие к снижению скорости роста птицы.

## ЧТО ТАКОЕ β-МАННАНЫ И КАКОВА ИХ РОЛЬ В КОРМЛЕНИИ ЖИВОТНЫХ

Маннаны — это полимеры, состоящие в основном из моносахарида маннозы. Они являются компонентом гемицеллюлоз клеточных стенок растений. Растительные маннаны имеют  $\beta(1-4)$ -связи, иногда с  $\alpha(1-6)$ -галактозными ответвлениями — галактоманнанами глюкоманнанами, галактоглюкоманнанами, и чистые (линейные) маннаны (рис. 1). По распространенности в природе они занимают второе место после ксиланов (McCleary, 1988).  $\beta$ -Маннаны присутствуют в различных кормовых компонентах, включая пальмоядеровый, соевый и подсолнечный шроты, а также другое сырье из бобовых культур (табл. 1).

Соевый шрот, основной источник растительного белка в комбикормах, содержит около 3% растворимых и 16% нерастворимых НПС, которые в значительной степени состоят из маннанов и галактоманнанов (Slominski, 2011). Поскольку соевый шрот широко используется в кормлении свиней и птицы,  $\beta$ -маннаны оказывают ощутимое влияние на их продуктивность, хотя и содержатся в нем в малом количестве. Это вызывает обеспокоенность у специалистов. Решить проблему с усвоением  $\beta$ -маннанов в организме свиней и птицы способна экзогенная  $\beta$ -маннаназа, расщепляющая их до манноолигосахаридов (МОС) — препарата и потенциального источника энергии.

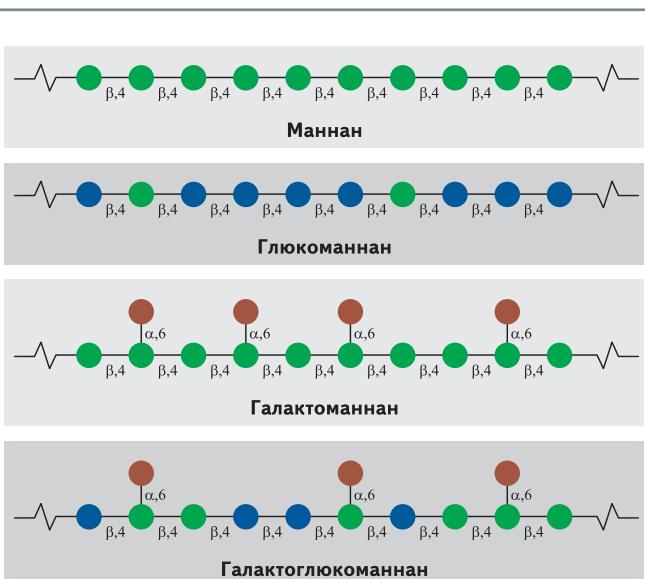


Рис. 1. Структурные разновидности растительных маннанов

Таблица 1. Среднее содержание  $\beta$ -маннанов в некоторых видах растительного сырья

| Сырье                      | Содержание $\beta$ -маннанов, г/кг | Источник литературы     |
|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Пальмоядерный шрот         | 367                                | Sundu и соавт. (2006)   |
| Копровый <sup>1</sup> шрот | 250                                | Sundu и соавт. (2006)   |
| Гуаровый <sup>2</sup> шрот | 87                                 | Lee и соавт. (2004)     |
| Соевый шрот                | 13–16                              | Shastak и соавт. (2015) |
| Подсолнечный шрот          | 6–12                               | Shastak и соавт. (2015) |
| Рапсовый шрот              | 4,5                                | Dierick (1989)          |
| Рожь                       | 6,1                                | Dierick (1989)          |
| Ячмень                     | 4,3                                | Dierick (1989)          |
| Пшеница                    | 0,9                                | Dierick (1989)          |
| Кукуруза                   | 0,8                                | Dierick (1989)          |

<sup>1</sup>Побочный продукт производства кокосового масла;

<sup>2</sup>Побочный продукт переработки семян зернобобовой культуры гуар.

## ФЕРМЕНТ $\beta$ -МАННАНАЗА

Большая распространенность  $\beta$ -маннанов в природе и их антипитательные свойства обусловили необходимость коммерческого выпуска  $\beta$ -маннаназы для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных. Для гидролиза гемицеллюлоз данный фермент считается вторым по важности после ксиланазы. Эндо- $\beta$ -маннаназа — это эндогидролаза, которая расщепляет внутренние гликозидные связи в цепи  $\beta$ -маннанов с образованием  $\beta$ -1,4-манноолигосахаридов и D-маннозы.

Установлено, что добавление  $\beta$ -маннаназы в рационы кормления на основе кукурузы и соевого шрота улучшает усвоемость питательных веществ, повышает продуктивность цыплят-бройлеров (Li и соавт., 2010) и кур-несушек (Wu и соавт., 2005). Аналогичные результаты получены на птице при скармливании ей в составе корма компонентов с высоким содержанием  $\beta$ -маннанов, таких как гуаровый (Odetallah и соавт., 2002) и копровый шроты (Ibuki и соавт., 2013).

## МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ $\beta$ -МАННАНАЗЫ

Результаты исследований позволили выделить пять основных механизмов, посредством которых  $\beta$ -маннаназа положительно влияет на усвоемость питательных веществ и продуктивность животных.

### 1. Уменьшение вязкости химуса

Растворимые галактоманнаны с высокой молекулярной массой способны образовывать в пищеварительном тракте вязкий химус, подобно растворимым арабиноксиланам и  $\beta$ -глюканам. Этот фактор может замедлять эвакуацию содержимого из желудка, нарушать его смешивание с пищеварительными ферментами и снижать эффективность всасывания питательных веществ энteroцитами. В работах Lee и соавт. (2003) было показано, что увеличение содержания  $\beta$ -маннанов (источник — гуаровая

шелуха) повышает вязкость химуса, добавление фермента  $\beta$ -маннаназы снижает ее (рис. 2, а, б).

Daskiran и соавт. (2004) обнаружили, что увеличение уровня  $\beta$ -маннанов в рационе (источник — гуаровая камедь) цыплят-бройлеров приводит к повышению соотношения «вода:корм», добавление  $\beta$ -маннаназы — к его снижению. Это подтверждает, что для улучшения смешивания пищеварительных ферментов с субстратом высоковязкий химус стимулирует потребление воды бройлерами и может вызывать проблемы со здоровьем, осложняя условия содержания птицы из-за образования влажной подстилки.

### 2. Подавление развития патогенной микрофлоры в кишечнике

$\beta$ -Маннаназа расщепляет  $\beta$ -маннаны, образуя манноолигосахариды (МОС), которые уменьшают адгезию патогенов к эпителиальным клеткам кишечника (Kunz и соавт., 2001) и подавляют колонизацию сальмонелл в ЖКТ цыплят-бройлеров и кур-несушек (Morikoshi и Yokomizo, 2004). Предполагается, что  $\beta$ -маннаназа ингибирует пролиферацию патогенов благодаря продуктам своего ферментативного гидролиза — манноолигосахаридам. Gutierrez и соавт. (2008) обнаружили, что добавление  $\beta$ -маннаназы в рационы на основе кукурузы, соевого и гуарового шротов значительно сокращало количество колоний *Salmonella enteritidis* у кур-несушек на поздней стадии продуктивности.

Кроме того, низкие концентрации МОС оказывают пребиотическое действие, поскольку служат субстратом для полезных микроорганизмов *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, но не утилизируются патогенной микрофлорой, такой как *Clostridium perfringens* и *Escherichia coli*.

### 3. Влияние на иммунный ответ

Растительные  $\beta$ -маннаны распознаются рецепторами дендритных клеток иммунной системы животных как структуры, ассоциированные с патогенами. Данная реакция вызывает избыточную активацию врожденного имму-

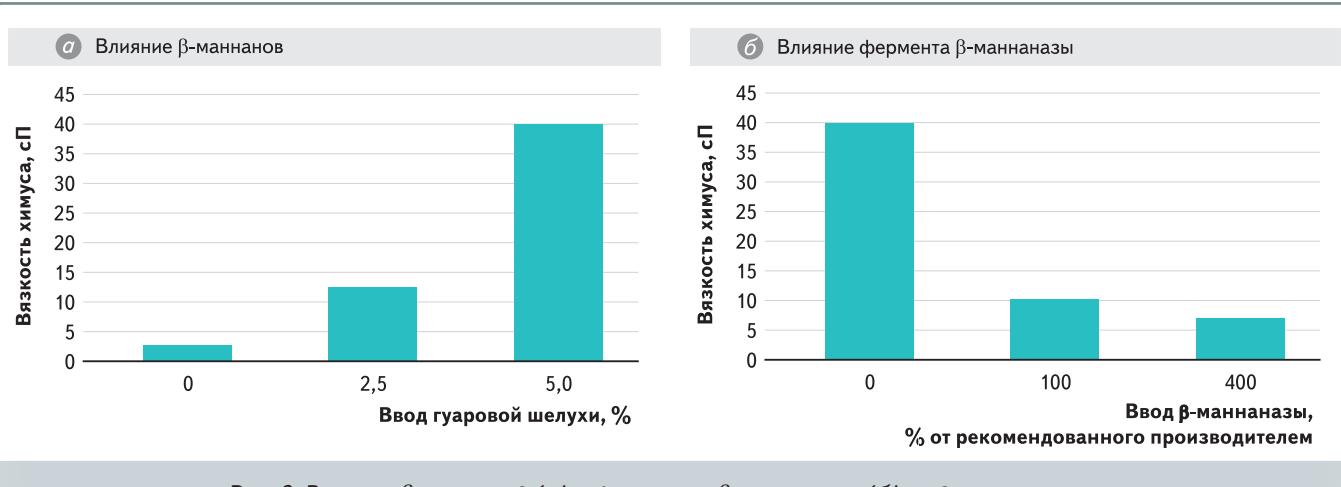


Рис. 2. Влияние  $\beta$ -маннанов (а) и фермента  $\beta$ -маннаназы (б) на вязкость химуса

нитета и развитие состояния «хронического воспаления», что сопровождается повышенным расходом питательных веществ и нарушением барьерной функции кишечника.

Добавление  $\beta$ -маннаназы увеличивает эффективность использования энергии корма цыплятами-бройлерами (Li и соавт., 2010) и курами-несушками (Wu и соавт., 2005). Это влияние частично обусловлено снижением иммунной нагрузки, связанной с присутствием  $\beta$ -маннанов в кормах (Li и соавт., 2010).

#### 4. Высвобождение связанных питательных веществ корма

Некрахмалистые полисахариды, инкапсулируя крахмал и белок в эндосперме злаков, снижают их усвояемость (Bedford, 1993).  $\beta$ -Маннаназа как фермент, расщепляющий НПС, способствует устранению эффекта инкапсуляции, в результате чего доступность питательных веществ повышается.

Li и соавт. (2010) отметили, что добавление  $\beta$ -маннаназы в корма для птицы привело к повышению кажущейся переваримости белка и клетчатки, а также уровня кажущейся обменной энергии (AME).

#### 5. Высвобождение D-маннозы как источника энергии

Именно  $\beta$ -маннаназа высвобождает короткоцепочечные  $\beta$ -1,4-манноолигомеры, которые под действием  $\beta$ -маннозидаз могут далее расщепляться до D-маннозы и использоваться животными в качестве источника энергии.

### **$\beta$ -МАННАНАЗА ЦИНЬЛЕВАН ОТ VTR BIOTECH: УЛУЧШЕНИЕ УСВОЯЕМОСТИ КОРМА И УВЕЛИЧЕНИЕ ПРИРОСТА БРОЙЛЕРОВ — РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Включение  $\beta$ -маннаназы в рационы бройлеров рассматривается как эффективный способ повышения продуктивности.

В Сиднейском университете изучили влияние фермента  $\beta$ -маннаназы Циньлеван (компания VTR Biotech) на показатели роста цыплят-бройлеров, получавших корма на основе кукурузы и соевого шрота. В эксперименте сравнивали четыре дозировки ферментного препарата Циньлеван: 0; 100; 200 и 300 г/т корма, и два варианта рациона различной энергетической ценности (ОЭ) — стандартной и сниженной на 50 ккал/кг. Для исследования использовали 720 суточных цыплят кросса Ross 308, которые случайным образом были размещены в 48 секциях (по 15 особей), сформировав 8 групп по 6 повторений.

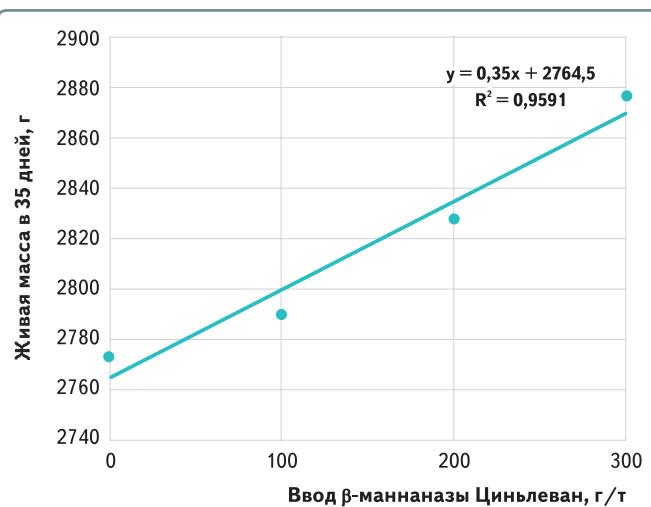


Рис. 3. Влияние ввода  $\beta$ -маннаназы Циньлеван на продуктивность цыплят-бройлеров при стандартной ОЭ (неопубликованные данные, 2022)

Результаты показали, что при стандартной калорийности рациона скорость роста бройлеров линейно зависела от дозы  $\beta$ -маннаназы ( $P = 0,030$ ) (рис. 3). При снижении питательности корма такой корреляции не наблюдалось. В опытных группах, где применялись стандартный уровень ОЭ и  $\beta$ -маннаназа Циньлеван, скорость роста птицы была достоверно выше, чем в контрольной группе. В частности, на 3,75% (в среднем 2887 г/голову против 2773 г) при дозировке 300 г  $\beta$ -маннаназы на 1 т комбикорма.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

$\beta$ -Маннаны — повсеместно встречающиеся в кормах антипитательные вещества, негативно влияющие на здоровье и продуктивность сельскохозяйственных животных: они повышают вязкость химуса, снижают усвояемость, нарушают метаболизм.

Фермент  $\beta$ -маннаназа Циньлеван — рациональное решение, способное устранить негативное воздействие  $\beta$ -маннанов, повысить усвояемость кормов и, как следствие, увеличить продуктивность в животноводстве. Для достижения максимальной эффективности применения  $\beta$ -маннаназы необходимо учитывать состав рациона, уровень  $\beta$ -маннанов, а также возраст и физиологическое состояние животных.

Рекомендации по использованию ферментного препарата Циньлеван доступны у специалистов VTR Biotech. ■

Список литературы предоставляется по запросу.