

# ВЫРАВНИВАНИЕ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ КОМБИНАЦИИ ФЕРМЕНТОВ

Л. БАРНАРД, компания «Даниско Анимал Ньютришн», Финляндия

Феномен вариабельности (изменчивости) знаком специалистам по кормлению. Даже в традиционных, относительно «простых» рационах может наблюдаться большая разница в характеристиках сырья, обусловленная ежегодными изменениями климатических условий, методов культивации, погодных условий в период уборки урожая и других региональных факторов. Однако в связи с возросшей в последние годы необходимостью сохранения прибыльности в ситуации волатильности цен на сырье в рецепты начали вводить более дешевые альтернативные компоненты. Часто они представляют собой сельскохозяйственные или промышленные отходы, сильно различающиеся по питательности. Например, рапсовый и подсолнечный шроты, отруби повышают содержание в рационе не только клетчатки, но и фитата, мощного антипитательного вещества, способного образовывать комплексы с минеральными веществами, пептидами и крахмалом, что приводит к снижению усвоения птицей белка и энергии. Результаты исследований показывают, что фитат, кроме того, увеличивает эндогенные потери минеральных веществ и аминокислот (Opuango и соавт., 2009). Сочетание этих факторов, а также неспособность эндогенных ферментов птицы к разрушению фитата часто негативно сказывается на продуктивности.

## Выравнивание вариабельности

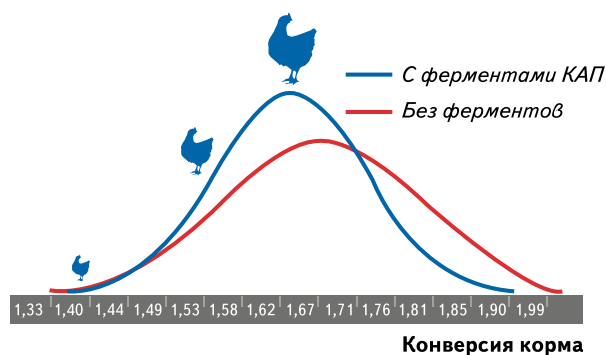
Независимо от причин вариабельности, и в простых и в сложных рационах содержатся те же самые субстраты, хотя и в разных количествах. Разрушение субстратов при помощи экзогенных ферментов — это не новая концепция. Ксиланазы и бета-глюканызы с успехом использовались с начала 1980-х годов для повышения переваримости питательных веществ и снижения вязкости химуса. Фитазы появились на рынке около 20 лет назад, хотя в то время о фитате как о субстрате было известно значительно меньше. В результате развития биотехнологий были созданы ферменты, обладающие большей биологической эффективностью для снижения затрат в животноводстве. Более глубокое понимание особенностей кормления животных и механизма действия ферментов привело к созданию оптимизированных комбинаций ферментов, одновременно воздействующих на различные субстраты в рационе и дополняющих эндогенные ферменты, что позволяет увеличить продуктивность птицы.

Ферменты *ксиланазы* и *бета-глюканызы*, как известно, воздействуют на некрахмалистые полисахариды зерна с одновременным снижением вязкости химуса (Choct, 1999); облегчают доступ ферментов к другим компонентам клетки (Cowieison, 2005); при этом образуются пребиотики, служащие субстратом для полезных бактерий (Fernandez и соавт., 2000); потенциально может снижаться эндогенная секреция организмом животного (Satchithanandam и соавт., 1990). *Амилаза*, усиливая гидролиз крахмала, повышает его переваримость. Особенно выражено ее действие на труднопереваримые фракции крахмала, содержащиеся в кукурузе и продуктах ее переработки (Sharma и соавт., 2010). Этот фермент дополняет действие эндогенных амилаз, что позволяет птице лучше использовать обменную энергию для роста. *Протеазы* за счет гидролиза повышают растворимость белка, содержащегося в рационе (Caine и соавт., 1998). При этом нарушаются связи не только между белками, но и другими веществами, например крахмалом (Belles и соавт., 2000) и клетчаткой (Colombatto и соавт., 2009).

В опытах было установлено наличие синергии при совместном применении этих ферментов, поскольку результаты их действия не ограничиваются только тем субстратом, на который они непосредственно воздействуют. Например, при разрушении ксиланазой волокнистых фракций повышается усвояемость протеина в результате доступности субстрата для других ферментов. Потенциальная переваримость сырья зависит от ряда факторов, в том числе от качества сырья, наличия антипитательных веществ, а также от состояния здоровья животного. Как правило, вариабельность питательной ценности компонентов комбикормов и продуктивности птицы в различных производственных условиях снижается при использовании комбинаций ферментов (рис. 1).

В недавнем исследовании Romero и соавт. (2014) было продемонстрировано положительное влияние комбинации карбогидраз и протеаз на переваримость энергии крахмала, жира и белка в подвздошной кишке при кормлении бройлеров кукурузно-соевым рационом и таким же рационом, но с добавлением в него сухой послеспиртовой барды и рапсового шрота (рис. 2). Результат от применения ферментов был более выражен в группе, получавшей сложный рацион.





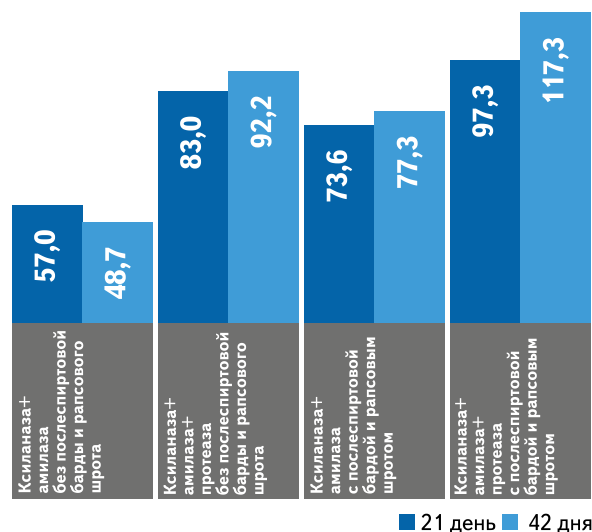
**Рис. 1.** Добавление ксиланазы, амилазы и протеазы (КАП) к 56 различным образцам кукурузы, вводимой в комбикорма для бройлеров, позволило снизить вариабельность продуктивности по показателю конверсии корма (Даниско Анимал Ньютришн, 2011)

В этой работе также был продемонстрирован дополняющий эффект при включении протеазы в рационы, уже содержащие ксиланазу и амилазу. Кроме того, отмечено увеличение переваримости альтернативного сырья при использовании комбинации ксиланазы и бета-глюканазы. В этом опыте бройлерам скармливался рацион, содержащий кукурузу, кукурузную сухую послеспиртовую барду, соевый и рапсовый шроты, с добавлением ксиланазы либо ксиланазы совместно с бета-глюканазой. Комбинация ферментов значительно улучшила конверсию корма и переваримость энергии в подвздошной кишке в сравнении с контролем (рис. 3). Продолжительность данного опыта составляла 21 день. Три группы бройлеров получали три разных рациона, в два из которых добавлялись ферменты: первой опытной группе — ксиланаза в количестве 1500 ед. на 1 кг комбикорма, второй опытной группе — комбинация ферментов: 1220 ед. ксиланазы, 152 ед. бета-глюканазы и 500 ед. фитазы (Amerah и Ravindran, университет Массей, 2014).

#### Здоровье кишечника и его влияние на переваримость питательных веществ корма и продуктивность птицы

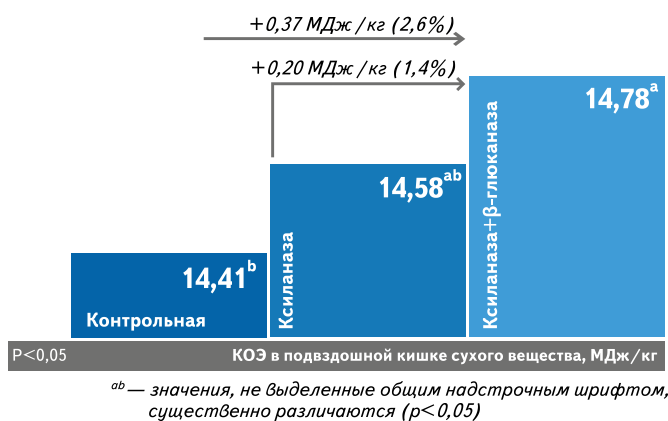
Известно, что кишечник птицы — это сложный механизм. Его здоровье имеет большое значение в достижении оптимальной продуктивности птицы. Даже незначительные изменения в производственном процессе могут оказывать влияние на внутреннюю среду кишечника. В частности, при смене в рационе сырья наблюдаются значительные изменения в составе микрофлоры и в популяции нежелательных бактерий.

Влияние ферментов на работу кишечника не ограничивается разрушением субстратов. Так, под воздействием ксиланазы не только разрушаются растворимые арабиноксиланы, но и образуются арабино-ксило-олигосахариды. Они действуют как пребиотики, способствуя росту полезных бактерий и образованию в кишечнике короткоцепочечных жирных кислот (КЦЖК), которые могут быть использованы животными в качестве источника энергии. Снижение вязкости химуса



**Рис. 2.** Увеличение кажущейся переваримой в подвздошной кишке энергии за счет повышения переваримости белка, крахмала и жира при вводе экзогенной ксиланазы и амилазы с протеазой или без протеазы в рационы бройлеров на основе пшеницы и кукурузы, ккал/кг (Romero и соавт., 2014)

облегчает другим эндогенным и экзогенным ферментам доступ к ранее недоступным питательным веществам, что приводит к повышению их переваримости (Satchithanandam и соавт., 1990). В результате в кишечнике не только используется большее количество питательных веществ для роста, но и снижается содержание непереваренных фракций, которые могли бы служить субстратом для патогенных бактерий. Особенно это касается непереваренного белка, способствующего размножению *Clostridium perfringens* и развитию некротического энтерита (Williams, 2005).



**Рис. 3.** Увеличение кажущейся переваримой энергии в подвздошной кишке при добавлении ксиланазы или комбинации ксиланазы и бета-глюканазы к рациону бройлеров, содержащему кукурузу, сухую послеспиртовую барду, соевый и подсолнечный шроты в сравнении с контролем

В новых исследованиях по поддержанию здоровой микрофлоры кишечника при помощи комбинаций ферментов рассматривалась возможность взаимодополняющего действия карбогидраз и протеаз с пробиотиками. В экспериментах на здоровых бройлерах, получавших кукурузно-соевый рацион с добавлением отходов пере-

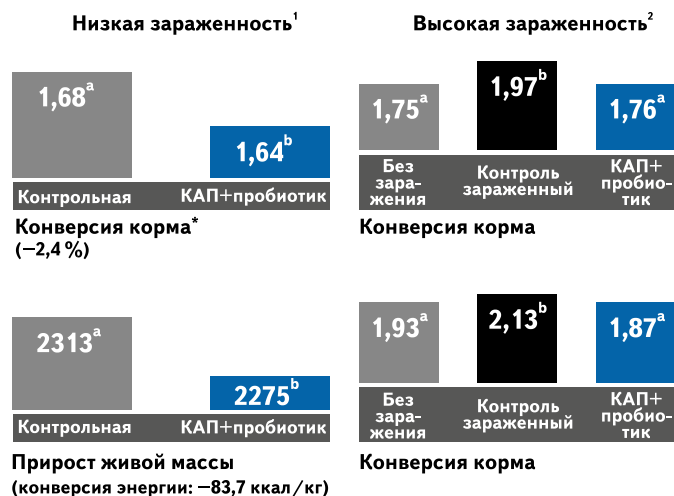
работки зерновых, Romero и соавт. (2013) наблюдали значительное увеличение (скорректированной по азоту) истинной обменной энергии рациона при вводе пробиотика, содержащего три штамма бактерий рода *Bacillus*, и ферментов: ксиланазы, амилазы и протеазы. Возврат инвестиций составил 1:3 благодаря значительному улучшению переваримости корма и здоровья кишечника (рис. 4).

На следующем этапе провели исследование на бройлерах, зараженных некротическим энтеритом (два эксперимента проведены в Southern Poultry Research, Джорджия, США, 2013). Вследствие улучшения (скорректированной по живой массе) конверсии корма в обоих экспериментах применение комплексного фермента позволило на 14% снизить относительные затраты на килограмм привеса в сравнении с зараженным контролем, что свидетельствует об экономической целесообразности данной концепции в условиях экспериментального заражения некротическим энтеритом (рис. 5).

#### Изменчивость в будущем

Вариабельность кормового сырья, его питательной ценности, скорее всего, останется насущной проблемой в обозримом будущем. При продолжающейся тенденции она будет только возрастать, так как постоянно расширяется перечень альтернативных компонентов, используемых в рационах животных и птицы. Однако разработки высокоэффективных ферментов, пробиотиков и других технологических методов позволят решать проблемы, возникающие вследствие повышенной вариабельности сырья.

Список литературы  
можно запросить по электронной почте:  
[info.animalnutrition@dupont.com](mailto:info.animalnutrition@dupont.com) ■



<sup>1</sup> — мета-анализ — шесть испытаний, 1–42 дня

<sup>2</sup> — два испытания: заражение *Clostridium perfringens*

<sup>ab</sup> — значения, не выделенные общим надстрочным шрифтом, существенно различаются ( $p < 0,05$ )

\* — конверсия корма скорректирована по весу тушки в сравнении с контролем

**Рисунки 4 и 5. Приросты и конверсия корма у незараженной птицы в сравнении с птицей, зараженной *Clostridium perfringens* в возрасте 20–22 дня с добавлением или без добавления в корм пробиотика, содержащего три штамма бактерий *Bacillus* и комбинацию ферментов: ксиланазы, амилазы и протеазы**