

Применение ферментов в птицеводстве



Нельсон ВОРД, доктор, специалист по кормлению *DSM Nutritional Products, Нью Джерси*



Известно, что в структуре себестоимости продукции птицеводства расходы на корм составляют 60–70%. Использование ферментов позволяет оптимизировать экономические затраты за счет повышения переваримости питательных веществ всех компонентов рациона.

Некрахмалистые полисахариды (НПС)

Необходимость включения фитазы, протеазы и карбогидразы в рацион моногастричных животных сегодня не вызывает сомнений. Специалисты по кормлению подтверждают, что эти вещества хорошо себя зарекомендовали и популярны во всем мире.

В международной классификации названы наиболее распространенные некрахмалистые полисахариды — целлюлоза, гемицеллюлозы (пентозы) и пектины (табл. 1). НПС переплетаются в матрицах гемицеллюлоз, пектинов, белков и гликопротеинов, которые связаны ковалентно и нековалентно. Например, чтобы полностью расщепить арабиноксиланы, содержащиеся в пшенице, необходимы семь разных карбогидраз (*Bach-Knudsen, 2013*). Однако более важно высвободить внутриклеточные компоненты. Для этого достаточно частично разрушить клеточную стенку растений.

Концентрация в зерне кукурузы арабиноксиланов — 4% (*Ward, 2008*), целлюлозы — 2–4%. Доля этих веществ составляет 90% от всего количества НПС, на долю пектина приходится около 10% (*Remus, 2009*). В кукурузном глютене уро-

вень целлюлозы и арабиноксиланов не превышает 85% от общего содержания НПС.

Арабиноксилан кукурузы имеет сложное строение, что снижает эффективность ксиланазы (*Meyer, 2012*). Арабиноксиланы пшеницы отличаются менее разветвленной структурой, поэтому добавлять ксиланазу в пшеничные рационы целесообразно. Особенность β -(1, 4)-арабиногалактана соевого шрота — разветвленность его основной цепи. Этот фактор также ограничивает усвояемость питательных веществ (*Petersson, 2013*).

Пшеница содержит большое количество L-арабинозы и ксиланов. Между гидролизом ксиланазы и арабинозы/ксилозы существует корреляция. Например, в ходе исследования девяти различных образцов пшеницы было установлено, что при повышении концентрации арабинозы уровень усвоения питательных веществ падает (*Smeets, 2013*).

В соевом шроте доля НПС варьирует в пределах 18–21%, из них 2,5–3% приходится на растворимые олигосахариды и пектиновые полисахариды (*Bach-Knudsen, 2013*). В бобовых олигосахариды представлены α -галактозидами (раффиноза и стахиоза), что составляет около 6% от сухого вещества. Благодаря расщеплению НПС олигосахаридов обменная энергия может увеличиваться на 15% (*Coon, 1990*).

В рапсовом шроте достаточно много таких НПС, как пектин, целлюлоза и олигосахариды. При использовании кормов с большим количеством НПС увеличение дозировки ферментов способствует улучшению переваримости питательных компонентов на 37% (*Slominski, 2005; Campbell, 1990*). Результаты исследований отражены в таблице 2.

Оболочка гранул крахмала состоит из протеинового комплекса, или НПС, который препятствует расщеплению крахмала и других полисахаридов амилолитическими ферментами. Таким образом, существует обратная зависимость между концентрацией НПС и усвояемостью крахмала (*Bach-Knudsen, 2013*).

Птица предрасположена к «перезагрузке» крахмала: его переваримость снижается при потреблении большого количества корма (*Correa, 2002*). К тому же при искусственной сушке ингредиентов комбикормов повышается устойчивость крахмала к воздействию амилазы. Снижение количест-

Таблица 1

НПС в растительных кормах

Компонент рациона	Уровень содержания		
	целлюлозы	пентоз (арабиноксиланов, глюканов)	пектинов, олигосахаридов
Зерновые (кукуруза, пшеница, ячмень и др.)	Высокий	Высокий	Низкий/отсутствует
Бобовые (соевый и рапсовый шроты)	Высокий	Низкий/отсутствует	Высокий

ва НПС путем ферментативного расщепления способствует высвобождению из кормов полезных элементов и улучшению их усвояемости организмом.

Чтобы грамотно применять ферменты, необходимо обладать обширными познаниями не только в биологии, но и в химии. Следует, например, учитывать, что арабиноксилан включает в себя магистральную ксилозу и компоненты арабинозы, а также то, что ацетил, кумарил и феруловые группы могут прикрепляться друг к другу, чтобы сформировать кластер, препятствующий расщеплению ксилана ксиланазой (Appeldoorn, 2010).

НПС-ферменты

При включении в рационы зерновых (особенно кукурузы и пшеницы) и глютена нужно применять ксиланазу, поскольку основной компонент НПС этих культур — арабиноксилан (субстрат для ксиланазы). Разрушение ксиланов способствует высвобождению других НПС и дальнейшему их расщеплению, в то время как разрушение целлюлозы или маннанов доступность ксиланов не повышает (Butt, 2008). Полное расщепление арабиноксилана происходит при воздействии эндоксиланазы и β-ксилозидазы, а также четырех дополнительных ферментов — α-арабинофуранозидазы, α-глюкоронидазы, ацетилксиланэстеразы и эстеразы феруловой кислоты.

Целлюлаза — один из важных экзоферментов, так как многие виды зерна содержат клетчатку. Она защищена от воздействия ферментов другими волокнами, и их расположение позволяет целлюлазе работать более эффективно (Sinner, 1979). Ферментативное расщепление целлюлозы на олигомеры зачастую происходит в присутствии эндоцеллюлаз, экзоцеллюлаз и β-глюкозидаз (Beauchemin, 2003).

Фермент β-глюканазы разрушает β-глюканы (содержание в клеточных стенках ячменя — 3–7%, овса — 3–5%). В структуру β-глюканов входят β-(1, 3)- и β-(1, 4)-гликозидные связи линейных блоков D-глюкозы. Растворимость β-глюканов превышает растворимость арабиноксиланов (содержание в клеточных стенках ячменя — 38–69%, овса — 65–90%), что обуславливает повышенную вязкость в кишечнике (Wieser, 2013).

Пектиназы — это ферменты, гидролизующие группы пектинов, присутствующие в большинстве бобовых культур (Bach Knudsen, 2013), путем деполимеризации и деэтерификации (Pedrolli, 2009). В отличие от глюканаз и ксиланаз, пектиназы синтезируются только в сочетании с другими ферментами. Для полного расщепления пектиновых веществ одной только пектиназы недостаточно — необходимо воздействие других ферментов, например целлюлазы и ксиланазы (Tahir, 2008).

В соевом шроте доля α-галактозидазы не превышает 5–6%. Успешное ее применение зависит от многих факторов (Pettersson and Pontoppidan, 2013). Так, фосфат кальция и карбонат кальция замедляют ферментативные реакции, но их действие распространяется не на все галактозидазы (Slominski, 1994). Дополнительный фермент — β-маннаназы. Ее используют для разрушения боковых связей цепей сахаров, прикрепленных к маннану, и расщепления β-маннанов, содержащихся в соевом шроте. Для переваривания крахмала необходима α-амилаза. Результаты опыта на бройлерах подтвердили, что добавление α-амилазы в рационы для молод-

Таблица 2

Содержание НПС в кормах

Компонент рациона	НПС, %					Всего НПС, %
	Арабиноксиланы	Целлюлоза	Пектины	β-глюканы	Олигосахариды	
Кукуруза	4,3	2	0,9	0,3	0,8	8,3
Пшеница	7,1	1,8	0,4	0,6	0,1	10
Сорго	3,7	1,1	0,4	0,1	0,2	5,5
Ячмень	8,1	3,9	0,5	4,3	0,1	16,9
Шрот: соевый	0,4	5,9	9,1	0,7	9,6	25,7
рапсовый	0,3	6,1	7,1	0,8	3,7	18
Глютен: кукурузный	11,7	10,7	2,7	—	0,2	25,3
пшеничный	12,2	3,7	0,9	0,3	0,8	17



Влияние нескольких ферментов на концентрацию обменной энергии в соево-кукурузных рационах, содержащих 15% кукурузного глютена (Purdham, 2012)

няка позволяет повысить конверсию корма на 4,2% и увеличить на 9,4% среднесуточные приросты живой массы в первую неделю выращивания (Gracia, 2003).

Протеазы

Поджелудочная железа цыплят в первые 14 дней жизни производит недостаточное количество протеолитических ферментов (Sklan, 1995), что отрицательно сказывается на использовании организмом питательных веществ корма (Adedokum, 2007). В ходе исследований ученые Университета Небраски в Линкольне установили, что кукурузный глютен снижает усвояемость аминокислот (Masa'deh, 2011). Показатели улучшаются при добавлении в рацион, содержащий 10% кукурузного глютена, мультиферментного комплекса (протеаза + ксиланазы).

Ронозим®МультиГрейн

Из-за того, что у молодняка птицы поджелудочная железа и желудочно-кишечный тракт недостаточно развиты, возникает необходимость включать в корм различные ферменты (Ward, 2014). Например, ввод производных ксиланазы — ксилоолигомеров — позволяет улучшить конверсию корма (Courtin, 2008).

Низкомолекулярные олигомеры ксиланазного происхождения опосредованно влияют на состав микрофлоры в нижних отделах кишечника, так как при микробной ферментации образуется питательная смесь короткоцепочечных жирных кислот и изменяется уровень pH (рисунок).

Таблица 3

Показатели продуктивности бройлеров при добавлении в рацион смеси ферментов (USA)

Рацион	Комбикорм					
	стартер (18 дней)		гроуэр (35 дней)		финишер (49 дней)	
	Живая масса, г	Конверсия корма, кг/кг	Живая масса, г	Конверсия корма, кг/кг	Живая масса, г	Конверсия корма, кг/кг
Положительный контроль*	608 ^a	1,446 ^a	1746 ^a	1,63 ^a	2771 ^a	1,683 ^a
Отрицательный контроль**	574 ^b	1,498 ^b	1679 ^b	1,694 ^b	2698 ^b	1,742 ^b
Отрицательный контроль + смесь ферментов	613 ^a	1,455 ^a	1756 ^a	1,643 ^a	2768 ^a	1,694 ^a

Примечание. Значения с разными буквами различаются достоверно ($p < 0.05$).

*Стартер — 3018 ккал/кг, гроуэр — 3093 ккал/кг, финишер — 3153 ккал/кг.

**В стартере, гроуэре и финишере снижен уровень обменной энергии на 77 ккал/кг, 88 ккал/кг и 99 ккал/кг соответственно, а количество доступного фосфора, кальция и переваримых аминокислот — до 0,6, 1,75 и 2,765 кг).

Иновационные многофункциональные смеси ферментов

На протяжении последних десяти лет велись крупные исследования, направленные на изучение эффективности применения ферментных смесей (табл. 3). Компания DSM Nutritional Products разработала программу использования смеси ферментов в структуре комбикормов для всех видов моногастричных животных. В соответствии с рецептурами и рекомендациями специалистов хозяйств в состав выпускаемых продуктов вносят различные высокотехнологичные ферменты (карбогидразы, протеазы, амилазы и фитазу), которые способствуют развитию желудочно-кишечного тракта птицы и защищают его на протяжении всего производственного цикла в случае изменения состава рационов (Ward, 2014).

Результаты новых исследований подтвердили, что большинство ферментов обладает синергическим действием. Применение разных комбинаций НПС-ферментов производства компании DSM Nutritional Products позволяет более эффективно использовать кормовые ресурсы, а значит, оптимизировать расходы и снизить себестоимость кормов.

ЖР

Представительство компании DSM Nutritional Products в России

129226, Москва,

ул. Докукина, д. 16, стр. 1

Тел.: +7 (495) 980-60-60

Факс: +7 (495) 980-60-61

www.dsm.com/animal-nutrition-health

Поздравляем с юбилеем!



Иван Афанасьевич Егоров, доктор биологических наук, профессор, академик Российской академии наук

Вся научная деятельность Ивана Афанасьевича связана со ВНИТИП. Там он в 1974 г. закончил аспирантуру и продолжает трудиться заведующим отделом кормления. С 1993 г. — заместитель директора по научно-исследовательской работе.

И.А. Егоров — ведущий специалист в области кормления птицы. За его плечами — огромная научно-исследовательская и практическая работа по оценке кормовых средств, разработке оптимальных рецептов комбикормов, совершенствованию режимов кормления современных высокопродуктивных кроссов птицы.

На основании многолетних фундаментальных и прикладных исследований им определены закономерности усвоения птицей энергии, питательных, биологически активных и минеральных веществ, что дало возможность повысить эффективность использования комбикормов.

И.А. Егоровым разработаны методические рекомендации по применению новых кормовых средств, впервые внедрено нормирование кормления по усвояемым питательным веществам, в масштабах промышленного птицеводства освоена программа сбалансированного кормления птицы по комплексу питательных, биологически активных веществ с максимальным исполь-

зованием отечественных кормовых ресурсов, что обеспечило получение более 320 яиц на несушку и среднесуточный прирост бройлеров свыше 50 г в сутки.

Под научным руководством И.А. Егорова защищено 18 кандидатских диссертаций. Им опубликовано более 500 научных работ, в том числе книги, методические рекомендации, учебные пособия. Иван Афанасьевич имеет свыше 20 авторских свидетельств и патентов на изобретения.

За заслуги в развитии отечественного птицеводства И.А. Егоров награжден Почетной грамотой Мособлдумы, медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени, знаком губернатора Московской области «Благодарю», он также является лауреатом Государственной премии Российской Федерации.

Поздравляем Ивана Афанасьевича с юбилеем и желаем творческого долголетия и здоровья!

*Коллектив научных сотрудников ВНИТИП
Редакция журнала «Животноводство России»*