

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ МУЛЬТИЭНЗИМНОГО ПРЕПАРАТА В СРАВНЕНИИ С КСИЛАНАЗОЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ БРОЙЛЕРОВ

**А. ШКУРИН**, компания «Адиссео»

В последние годы рынок кормовых добавок наполнился большим количеством ферментных препаратов, действие которых направлено на расщепление некрахмалистых полисахаридов (НПС), присутствующих в растительном сырье и оказывающих существенное негативное воздействие на усвоение питательных веществ моногастричными животными. НПС вызывают такие отрицательные эффекты, как повышение вязкости химуса, эффект «клетки» (удержания питательных веществ), увеличение эндогенных потерь, стимуляция роста условно-патогенных микроорганизмов и др. Кроме того, как известно, питательные вещества зачастую образуют комплексы с некрахмалистыми полисахаридами, что, наряду с перечисленными выше негативными факторами, препятствует доступу собственных пищеварительных ферментов организма к соответствующим субстратам и приводит в конечном итоге к потерям с пометом около 20% питательных веществ. По оценкам ученых, примерно до 35% этих потерь можно избежать путем повышения эффективности применения экзогенных кормовых ферментов, среди которых НПС-ферментам отводится ведущая роль.

Какие кормовые НПС-ферменты имеются в распоряжении специалистов в настоящее время? Коммерческие формы кормовых НПС-ферментов, исходя из технологии их производства, можно разделить на три группы: препараты, содержащие один активный фермент (например, ксиланазу); blends (смеси), в составе которых два и более фермента, синтезированных независимо друг от друга различными штаммами микроорганизмов; мультиэнзимные комплексы, производимые единой партией одним микроорганизмом-продуцентом, синтезирующим одновременно большое количество ферментативных активностей, направленных на извлечение различных веществ питательной среды.

Основной недостаток первых двух групп ферментов — ограниченность их применения. Они эффективны в кормах только определенного состава с достаточным количеством субстрата, соответствующего ферментной активности, и малоэффективны в кормах с различными НПС. В то же время натуральные мультиэнзимные комплексы демонстрируют высокую эффективность при использовании широкого спектра кормовых компонентов, поскольку содержащийся в них естественный набор ферментов спо-

собен гидролизовать различные по химической структуре полисахариды растительного сырья. Максимально устраняя их негативное воздействие, мультиэнзимные препараты облегчают доступ собственных ферментов организма к питательным веществам, повышая усвоение белков, жиров и других веществ.

Также немаловажным аспектом в практике является универсальность мультиэнзимных комплексов, одинаково хорошо работающих на разном сырье: при смене состава рецепта комбикорма нет необходимости адаптировать дозу или менять ферментный препарат.

Почему же для максимального использования питательных веществ компонентов корма мультиферментные комплексы наиболее эффективны? Причина в том, что НПС представляют собой сложные биополимеры, содержащие разнообразные боковые химические структуры, которые требуют участия различных ферментов. Например, арабиноксиланы (одни из наиболее распространенных НПС, входящих в состав клеточной стенки зерновых культур) представляют собой полимеры, состоящие из остатков ксилозы, образующих основную цепь, а также из боковых заместителей — главным образом остатков арабинозы. Чтобы расщепить такой арабиноксилан, эндо-1,4-β-ксиланаза должна присоединиться к участку с четырьмя свободными (без боковых ответвлений) остатками ксилозы. И если арабиноксиланы пшеницы «ветвятся» не столь сильно — к одному звену ксилозы присоединен, как правило, один остаток арабинозы (рис. 1), то арабиноксиланы, например, кукурузы или сои содержат значительно больше остатков арабинозы, при этом к одному остатку ксилозы зачастую присоединены по два остатка арабинозы, так как мало звеньев ксилозы, свободных от заместителей (рис. 2). Для эффективного расщепления арабиноксиланов необходимы еще вспомогательные ферменты — арабинофуранозидазы. При этом для отщепления одного или двух остатков арабинозы у одного звена ксилозы требуются разные арабинофуранозидазы. Вследствие этого моноферментные препараты, содержащие только эндо-1,4-β-ксиланазу, не могут достаточно эффективно разрушать сложные арабиноксиланы разнообразных видов сырья, входящих в состав комбикорма.

Кроме того, присутствующие в зерновых культурах ингибиторы ферментов, например ксиланазы, могут

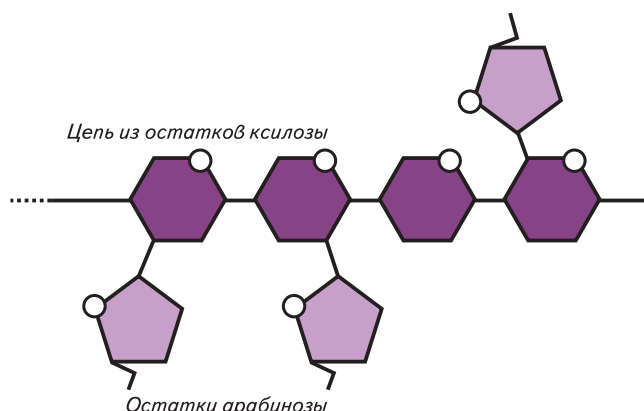


Рис. 1. Арабиноксиланы пшеницы, ржи, ячменя и овса

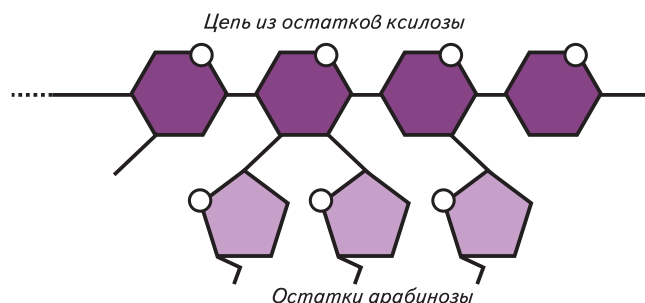


Рис. 2. Арабиноксилан кукурузы и сои

специфически блокировать каталитическую активность определенных ксиланаз, в то время как мультиэнзимные препараты, содержащие несколько различных ксиланаз, могут сохранять активность из-за отсутствия чувствительности части ксиланаз к данному ингибитору. Отметим, что проблема ингибиции НПС-ферментов присутствует и в других отраслях зерноперерабатывающей и пищевой промышленности, где применяется ферментативная обработка, например в хлебопечении и пивоварении.

Компания «Адиссео», один из мировых лидеров производства НПС-ферментов, уже много лет придерживается концепции разработки мультиэнзимных решений под торговой маркой «Ровабио®». Обладая широким набором энзиматических активностей, данные препараты хорошо зарекомендовали себя в комбикормах для свиней и птицы во всем мире, вне зависимости от их структурной основы и уровня некрахмалистых полисахаридов.

Детальная расшифровка генома запатентованного компанией «Адиссео» штамма грибка-продуцента ферментного препарата Ровабио® Эксель — *Talaromyces versatilis* и изучение всех продуцируемых в различных условиях белков-энзимов позволили выявить значительный потенциал для дальнейшего повышения эффективности этого продукта. Ни одна клетка живого организма не синтезирует одновременно все белки, информация о которых содержится в геноме. Обнаружив дополнительно «спящие» гены грибка, ответственные за синтез новых

арабинофуранозидаз и ксиланаз с ценными свойствами, ученые компании «Адиссео» смогли задействовать их и получить новое поколение мультиэнзимного НПС-фермента, названного «Ровабио® Эдванс».

В результате изучения свойств нового фермента в балансовых опытах на птице было установлено, что он улучшает в среднем на 3% усвоение не только обменной энергии, но и аминокислот с фосфором, что существенно выше по сравнению с кормовыми препаратами предыдущего поколения. Такая высокая эффективность Ровабио Эдванс за счет дополнительно активированных арабинофуранозидаз и ксиланаз положила начало развитию концепции фидазы — новейшей группы мультиэнзимных препаратов, нацеленных на *максимальное увеличение переваримости всего корма*. Таким образом, препарат Ровабио Эдванс стал первой фидазой на рынке кормовых добавок.

В эксперименте, проведенном в январе—феврале 2017 г. на кафедре кормления животных Вроцлавского университета естественных наук в Польше, сравнивались способности мультиэнзимного препарата Ровабио® Эдванс Р и одной из распространенных на рынке коммерческих эндо-1,4-β-ксиланаз (далее — ксиланазы) восстанавливать продуктивность цыплят-бройлеров при скармливании им комбикорма со сниженным на 3% содержанием обменной энергии и переваримых аминокислот до уровня продуктивности цыплят, получавших корм стандартной питательности.

Согласно схеме опыта (табл. 1) 1480 суточных петушков-бройлеров кросса Ross 308 распределили в четыре группы по 10 повторностей (40 клеток по 37 голов). Клетки были размещены на бетонном полу с соломой в качестве подстилочного материала; вода и корм предоставлялись цыплятам вволю. Использовалась трехфазная программа кормления: стартовый корм (в виде крупки) — 0–8 дней, ростовой — 9–25 дней и финишный корм — 26–35 дней.

Основные показатели питательности комбикормов для птицы положительного и отрицательного контроля приведены в таблице 2.

Комбикорм с пониженным содержанием обменной энергии и аминокислот, который получали цыплята отрицательного контроля, достоверно ухудшил конверсию корма по сравнению с положительным контролем. Ввод в такой рацион мультиэнзимного препарата Ровабио

Таблица 1. Схема опыта

Группа	Характеристика кормления
РС (положительный контроль)	Корм стандартной питательности
NC (отрицательный контроль)	Корм со сниженным на 3% содержанием обменной энергии и переваримых аминокислот
NC+R	Рацион NC + 50 г/т Ровабио Эдванс Р
NC+X	Рацион NC + 70 г/т коммерческой ксиланазы

Эдванс Р способствовал восстановлению конверсии корма до уровня положительного контроля. Это говорит о том, что данный комплексный энзимный препарат компенсировал снижение 3% обменной энергии и переваримых аминокислот при расчете рецепта, в то время как препарат, содержащий только эндо-1,4-β-ксилазу, не проявил таких свойств.

В таблице 3 представлены основные показатели выращивания бройлеров.

По результатам убоя птицы не отмечено статистически значимой разницы в выходе тушки после разделки, относительной массе грудных мышц, бедра, сердца и печени между группами (табл. 4). У бройлеров, в рацион которых добавляли Ровабио Эдванс Р, был ниже выход потрохов и желудка, в частности, в сравнении с положительным контролем. Однако у цыплят, получавших коммерческую ксиланазу, было статистически достоверно более высокое содержание абдоминального жира, чем у аналогов, потреблявших Ровабио Эдванс Р. Это объясняется, очевидно, менее эффективным влиянием чистой ксиланазы на переваримость аминокислот по сравнению с мультиэнзимным препаратом.

Также была проведена сравнительная оценка экономической эффективности коммерческой ксиланазы и Ровабио Эдванс Р (табл. 5).

Комбикорм, содержащий Ровабио Эдванс Р, показал наибольшую экономическую эффективность

Таблица 2. Состав и питательность комбикормов

Компонент, %	Период выращивания					
	Старт (0–8 дней)		Рост (9–25 дней)		Финиш (26–35 дней)	
	Группа					
	PC	NC	PC	NC	PC	НК
Кукуруза	30,000	30,000	38,000	38,000	38,000	38,000
Пшеница	29,269	31,216	22,744	24,653	25,688	28,208
Соевый шрот	28,705	28,333	27,121	26,516	22,414	21,028
Соевое масло	4,720	3,238	4,961	3,435	5,871	4,273
Рапсовый шрот	3,500	3,500	3,500	3,823	5,000	5,522
Бикарбонат натрия	0,170	0,170	0,173	0,170	0,179	0,170
Монокальцийфосфат	1,160	1,152	1,033	1,023	0,585	0,578
Известняк	1,168	1,172	1,106	1,108	0,992	0,995
NaCl	0,233	0,232	0,233	0,235	0,230	0,236
Премикс 0,5%-ный	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
DL-метионин	0,175	0,146	0,244	0,214	0,206	0,182
L-лизин	0,257	0,217	0,246	0,207	0,253	0,238
L-треонин	0,065	0,044	0,068	0,047	0,073	0,060
β-фитаза	0,019	0,019	0,010	0,010	0,010	0,010
Эланкобан	0,060	0,060	0,060	0,060	—	—
<i>Питательность 1 кг комбикорма</i>						
Сухое вещество, г	884,86	882,77	886,69	884,62	887,93	885,86
АМЕп, ккал	2988	2904	3045	2956	3133	3042
Сырой протеин, г	199,89	200,03	191,14	191,54	177,64	175,77
Сырая клетчатка, г	41,90	42,46	41,30	42,17	42,05	43,03
Сырой жир, г	65,8	51,16	70,20	55,17	79,45	63,73
Лизин, г	13,01	12,57	12,40	11,97	11,50	11,14
Метионин, г	4,55	4,26	5,16	4,88	4,64	4,39
Треонин, г	8,01	7,80	7,75	7,54	7,27	7,04
Кальций, г	8,50	8,50	8,00	8,00	6,80	6,80
Общий фосфор, г	6,54	6,56	6,16	6,19	5,07	5,09
Доступный фосфор, г	3,70	3,70	3,40	3,40	2,50	2,50
Натрий, г	14,5	14,5	1,45	1,45	1,45	1,45
β-фитаза, FTU	760	760	400	400	400	400

Таблица 3. Зоотехнические показатели опыта

Показатель	Группа птицы			
	PC	NC	NC+R (Ровабио Эдванс Р)	NC+X (ксилаза)
Живая масса при убое, г	1971,4	1941,5	1982,1	1953,5
Среднесуточный прирост, г	56,3	55,5	56,6	55,8
Конверсия корма	1,493 <sup>a</sup>	1,582 <sup>b</sup>	1,502 <sup>a</sup>	1,574 <sup>b</sup>
Падеж, %	1,89 <sup>ab</sup>	1,35 <sup>a</sup>	2,16 <sup>ab</sup>	3,51 <sup>b</sup>
EPEF	378,0	351,5	378,0	356,6

Таблица 4. Выход мясных продуктов

Показатель, %	Группа			
	PC	NC	NC+R	NC+X
Убойный выход тушки	77,35	77,50	79,05	78,14
Грудные мышцы	25,10	25,02	24,74	24,09
Бедро	14,49	14,35	14,22	14,64
Голень	13,00	12,97	12,65	12,92
Субпродукты	5,90 <sup>a</sup>	5,19 <sup>ab</sup>	5,04 <sup>b</sup>	5,89 <sup>a</sup>
желудок	1,63 <sup>a</sup>	1,28 <sup>b</sup>	1,28 <sup>b</sup>	1,46 <sup>ab</sup>
сердце	0,92	0,86	0,71	0,91
печень	3,36	3,05	3,06	3,51
Абдоминальный жир	1,34 <sup>ab</sup>	1,26 <sup>a</sup>	1,20 <sup>a</sup>	1,68 <sup>b</sup>

<sup>a, b, ab</sup> Статистически значимая разница ( $P < 0,05$ ).

применения. Фермент на 3% снизил стоимость корма для производства 1 т птицы в живой массе в сравнении с положительным контролем. Коммерческая ксиланаза не смогла восстановить продуктивность цыплят при снижении питательности комбикорма, в результате это даже увеличило стоимость корма для производства 1 т живой массы.

Таблица 5. Экономическая эффективность\*

Стоимость корма, %	PC	NC	NC+R (Ровабио Эдванс Р)	NC+X (ксиланаза)
Стартовый	100	97	97	97
Ростовый	100	97	97	97
Финишный	100	96	96	96
В пересчете на 1000 цыплят	100	101	98	101
В пересчете на 1 т живой массы	100	102	97	102
Живая масса	100	99	101	99

\*Показатели положительного контроля взяты за 100%.

Таким образом, сравнительный эксперимент убедительно доказал преимущество мультиэнзимного препарата нового поколения Ровабио Эдванс Р компании «Адиссео» над кормовыми ферментами, содержащими единственную ферментативную активность (эндо-1,4-β-ксиланазу). ■



## КНИЖНАЯ ПОЛКА

Вышла в свет книга «**Методические рекомендации по оптимизации программ кормления свиней**» (авторы: Панин И.Г., Буряков Н.П., Гречишников В.В., Панин А.И., Михайлов Е.М., Бурякова М.А., Лисицин С.И., Беляев В.В., Кустова С.В., Селикова И.Е., Панин А.В.).

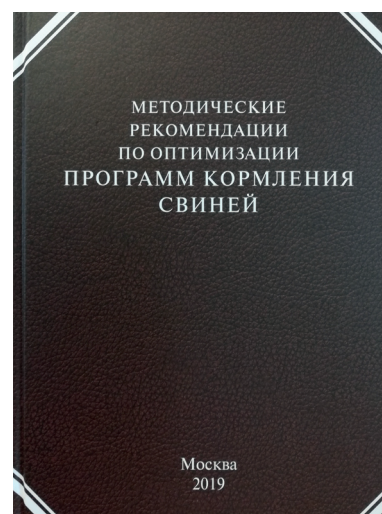
Книга посвящена проблеме оптимизации рационов кормления свиней. Основная цель издания книги — предоставить практическим специалистам возможность создавать альтернативные варианты (программы) кормления свиней, исходя из конъюнктуры рынка сбыта продукции, факторов окружающей среды, своих технологических ограничений и особенностей содержания животных. На основании предложенных авторами моделей пользователи могут создавать несколько прогнозных альтернативных вариантов откорма и выбирать из них наилучший с точки зрения максимальной рентабельности. Данный подход может быть полезен не только при оперативном кормлении, но и при перспективном планировании бюджета, а также при проектировании новых комплексов.

Книга состоит из введения, 4 разделов и списка литературы.

*В разделе 1* «Модели потребности свиней в питательных веществах» авторы приводят математические модели, позволяющие рассчитывать для различных половозрастных групп свиней: ежедневную динамику живой массы, потребность в энергии и питательных веществах, обеспечивающих заданную динамику роста, количество потребляемого корма.

*В разделе 2* «Типовые рекомендации по питательной ценности комбикормов для свиней» приводятся рекомендации для различных вариантов откорма, полученные на основании приведенных моделей.

*В разделе 3* «Рекомендации по вводу биологически активных веществ в рецепты комбикормов» приведены современные рекомендации по вво-



ду БАВ в комбикорма для различных групп свиней.

*Раздел 4* представляет собой таблицу питательности и химического состава кормовых компонентов, используемых в рационах свиней.

Печатается по решению секции животноводства и племенного дела НТС МСХ РФ, протокол № 15 от 17.04.2019 г.

Книга издана ТД «ДеЛи», объем книги 235 страниц, тираж 1000 экз., ISBN 978-5-6042712-1-6.