

ПИТАНИЕ

УДК 636.4.053.087.8:612.015.3

doi: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2018.1.83-93

ВЛИЯНИЕ СКАРМЛИВАНИЯ КОМБИКОРМОВ, ОБОГАЩЁННЫХ ФЕРМЕНТНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ, НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ОБМЕН ВЕЩЕСТВ У ОТКАРМЛИВАЕМОГО МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ

Силин М.А., Некрасов Р.В., Чабаев М.Г.

*ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, Подольск - Дубровицы Московской обл.,
Российская Федерация*

Цель работы – определение эффективности использования двух новых ферментных препаратов в составе комбикормов для растущего и откармливаемого молодняка свиней – протосубтилина ГЗх (ПГЗх) с активностью 120 ед/г и ГлюкоЛюкс-Ф (ГЛ-Ф), который продуцируется микробной культурой *Aspergillus awamori*. Проведено две серии физиологических и научно-производственных опытов. В первом опыте I группе (контроль) молодняка помесных свиней (крупная белая×ландрас) скармливали полнорационный комбикорм, а II и III группам – этот же комбикорм с добавлением 50 и 75 г/т ПГЗх соответственно. Во втором опыте I группе (контроль) этих же помесей скармливали основной комбикорм, а II и III группам – с добавлением ГЛ-Ф в количестве 0,5 и 1,0 кг/т соответственно. Производственная оценка эффективности ПГЗх проведена на двух группах поросят породы дюрок (n=500) в период 137-197 дней. Контрольной группе скармливали полнорационный комбикорм СК-6, а опытной группе – этот же комбикорм с добавкой ПГЗх в количестве 50 г/т. Производственная оценка эффективности препарата ГЛ-Ф проведена на двух группах поросят крупной белой породы (n=200) в период 45-105 дней. Контрольной группе скармливали полнорационный комбикорм СК-4, в опытной группе в комбикорм вносили ГЛ-Ф в количестве 500 г/т. При использовании ПГЗх переваримость протеина в III группе была выше в сравнении с контролем ($P<0,05$), использование азота по отношению к переваренному было выше на 11,2-16,4 абс.%, среднесуточные приросты выше на 8,1-13,4%, затраты корма и обменной энергии ниже на 7,5-11,8 и 5,1-5,6% соответственно против контроля. При использовании ГЛ-Ф во II и III группах переваримость протеина была выше ($P<0,05$), а содержание мочевины в крови ниже ($P<0,05$) в сравнении с контролем, среднесуточный прирост живой массы – выше на 9,8-10,3%, затраты корма и обменной энергии – ниже на 4,7-6,1% и 9,0-9,3% против контроля. В целом, полученные данные свидетельствуют о физиологической и экономической целесообразности ввода исследованных ферментных препаратов в состав комбикорма для молодняка мясных пород свиней и их помесей.

Ключевые слова: молодняк свиней, ферментные препараты, переваримость питательных веществ, прирост живой массы, обменная энергия, биохимический состав крови

Проблемы биологии продуктивных животных, 2018, 1: 83-93

Введение

Многие компоненты в кормах находятся в труднодоступной для организма форме и расщепляются в желудочно-кишечном тракте на более простые соединения с помощью ферментов, выделяемых с пищеварительными соками, а также под действием ферментов самих кормов, поэтому научный поиск и разработка препаратов, стимулирующих переваримость и использование питательных веществ кормов, является одной из ключевых задач в области питания сельскохозяйственных животных (Петрухин, 1989; Крохина и др., 2001; Манукян, 2008; Фисинин, 2012; Баринов, 2013).

У поросят раннего возраста ферментная система желудочно-кишечного тракта развита недостаточно, пепсин в желудочном соке малоактивен, до 3-недельного возраста почти отсутствует свободная соляная кислота, а в щелочной и нейтральной среде пепсин не способен проявлять протеолитическое действие. В этот период у поросят высокая активность липолитических ферментов и лактазы, но низкая активность сахаразы и мальтазы, поэтому в первые недели жизни они хорошо используют жиры и углеводы животного происхождения, но не могут переваривать растительные белки и углеводы. Исследования показывают, что обогащение рационов ферментными препаратами, содержащими амилалитические и протеолитические ферменты, улучшает переваримость и использование питательных веществ корма, что обеспечивает лучший рост и развитие поросят.

Несмотря на высокую биологическую ценность кормов растительного происхождения, наличие в них «антипитательных» и ингибирующих факторов снижает продуктивное действие комбикормов. К веществам, обладающим ингибирующим действием, относятся прежде всего структурные углеводы, так называемые некрахмалистые полисахариды (НПС). Входя в состав клеточных оболочек и заполняя межклеточное пространство, НПС снижают доступ пищеварительных ферментов к питательным веществам. Содержание НПС в соевом шроте может составлять 18,0-22,7%, а в подсолнечном – до 30% от суммы углеводов. В пищеварительном тракте животных нет ферментов, расщепляющих НПС, однако эту роль выполняет населяющая желудочно-кишечный тракт симбиотическая микрофлора.

В связи с постоянным ростом цен на основные компоненты рационов животных и дефицитом белкового сырья растительного происхождения, актуальным становится применение специализированных ферментных препаратов протеолитического действия. Протеолитические ферменты применяются с целью повышения эффективности использования протеина. С другой стороны, возникает адекватный спрос на новые препараты в более концентрированной форме, которые могли бы улучшать переваримость растительных рационов и повысить продуктивность животных.

В последние годы в странах Европы и в других регионах создаются и применяются в животноводстве и птицеводстве многочисленные ферментные препараты, которые прошли широкую производственную апробацию и рекомендованы к использованию (Стрекозов и др., 1998; Абдрафиков и др., 2001; Чиков и др., 2007; Кирилов и др., 2009; Mori et al., 2007; Emiola et al., 2009; Ndou et al., 2015; Tactacan et al., 2016; Torrallardona et al., 2016). В 2012 г. в ООО ПО «Сиббиофарм» был начат выпуск концентрированной формы бактериального препарата Протосубтилин ГЗх (ПГЗх) с активностью 120 ед/г (ПГЗх А-120) взамен ПГЗх с активностью 70 ед/г, что повышает доступность углеводов эндосперма зерновых компонентов для эндо- и экзогенных амилалитических ферментов, а также расщепляемость протеина, увеличивая количество доступных свободных аминокислот. Препарат производится микробиологическим способом на основе селективно отобранного штамма *Bacillus subtilis*, путем высушивания культуральной жидкости после глубинного выращивания культуры. Основным действующим веществом препарата является протеаза. Препарат модернизирован не только по концентрации основного фермента, но и проведена корректировка pH с целью наилучшего соответствия диапазону pH желудочно-кишечного тракта у моногастричных животных.

Кроме того, начат выпуск ферментного препарата «ГлюкоЛюкс-Ф» (ГЛ-Ф), который продуцируется микробной культурой *Aspergillus awamori*. Животноводческую продукцию после его применения можно использовать без ограничений. Данный ферментный препарат предназначен для обогащения рационов доступными сахарами и улучшения углеводно-протеинового баланса. Основным ферментом препарата ГЛ-Ф – глюкоамилаза – расщепляет α -1,4- и α -1,6-гликозидные связи в углеводах кормов с образованием глюкозы и мальтозы, что позволяет повысить энергетическую ценность кормов за счет обогащения их доступными сахарами. Присутствие в препарате целлюлозолитических ферментов (ксилазы, целлюлазы, β -глюканазы) позволяет гидролизовать некрахмалистые полисахариды кормов (ксилан, β -глюкан и др.) до легко усваиваемых соединений – моно- и дисахаридов. Препарат обогащает

корма моно- и дисахаридами, улучшает углеводно-протеиновый баланс рациона, повышает переваримость и всасываемость питательных веществ в тонком кишечнике, стимулирует микробиологическую среду ЖКТ за счет снижения вязкости химуса и повышения уровня доступных сахаров, компенсирует дефицит пищеварительных ферментов на ранних стадиях развития молодого организма и при стрессовых ситуациях, повышает активность иммунологических процессов (Фисинин и др., 2005; Чиков и др., 2007; Тменов и др., 2009; Темираев и др., 2010).

Целью данной работы было определение эффективности использования новых ферментных препаратов с повышенной активностью действующего вещества, применяемых в составе комбикормов для растущего и откармливаемого молодняка свиней.

Материал и методы

Проведено две серии физиологических и научно-производственных опытов. Физиологические опыты проведены в условиях физиологического двора ВИЖ. В первом физиологическом опыте изучалась эффективность использования ПГЗхА-120 на молодняке помесных свиней (F-1, КБхЛ), разделенном по принципу аналогов на три группы – одну контрольную и две опытные (n=4). При проведении балансового опыта в предварительный и учётный периоды контрольной группе скармливали полнорационный комбикорм (СК-6), а во II и III группах – этот же комбикорм с добавлением 50 и 75 г/т ПГЗх А-120 соответственно (табл. 1).

Во втором физиологическом опыте применялся препарат ГЛ-Ф на трёх группах этих же помесей (одна – контрольная и две опытные, n=4). Контрольной группе скармливали комбикорм СК-6 без ферментов, а во II и III группах – такой же комбикорм с добавлением ГЛ-Ф в количестве 0,5 и 1,0 кг/т соответственно.

Животные подопытных групп находились в одном помещении при одинаковых условиях кормления и содержания. Взвешивание животных проводилось еженедельно, а также при постановке и снятии с балансового опыта. На фоне основных экспериментов были проведены балансовые опыты по изучению переваримости питательных веществ комбикормов, использования азота, кальция и фосфора по общепринятым методикам. Животные в период балансового опыта находились в индивидуальных клетках, оборудованных кормушками, а также приспособлениями для сбора мочи и кала. В период физиологических исследований проводили ежедневный индивидуальный учёт потреблённого корма и кала, и по данным их химического состава рассчитывали коэффициенты переваримости питательных веществ. Химический анализ кормов, кала и мочи проведен по методикам, принятым в ВИЖе (Раецкая, 1970). Анализы крови выполнены на автоматическом биохимическом анализаторе ChemWell (AwarenessTehnology, США). На основании данных балансовых опытов была рассчитана обменная энергия по переваримым питательным веществам.

Производственная апробация эффективности ПГЗх в рационах молодняка свиней была проведена в ООО «СПК «Чистогорский» Новокузнецкого района Кемеровской области. Для проведения апробации продолжительностью 60 дней были сформированы 2 группы поросят породы дюрок (по 500 голов в каждой) в возрасте 137 дней. Животные контрольной группы получали полнорационный комбикорм СК-6, а животные опытной группы – тот же комбикорм с добавкой ПГЗх А-120 в количестве 50 г/т.

Производственная апробация эффективности препарата ГЛ-Ф проведена на поросятах крупной белой породы в возрасте 45 дней, из которых по принципу аналогов сформировано две группы по 200 голов в каждой на производственной площадке ООО «Сапфир» Болотинского района Новосибирской области. Продолжительность апробации – 60 дней. Основной рацион контрольной группы поросят включал полнорационный комбикорм СК-4, опытной группе скармливали такой же рацион с включением ГЛ-Ф в количестве 500 г/т.

Результаты и обсуждение

Физиологические опыты. 1. *Опыт с ферментным препаратом ПГЗх.* Для определения переваримости питательных веществ кормов и среднесуточных приростов у молодняка свиней на Михневском комбикормовом заводе Ступинского района Московской области были приготовлены 3 рецепта полнорационных комбикормов СК-6 с включением разных уровней ферментного препарата ПГЗхА-120 (табл. 1).

Данные по динамике живой массы и среднесуточных приростов в подготовительный период при скармливании ПГЗх в составе комбикормов СК-6 представлены в табл. 2. В подготовительном к балансовому опыту периоде были получены данные, подтверждающие эффективность использования в комбикормах препарата ПГЗх А-120. Среднесуточный прирост во II и III группах был выше, чем в контрольной на 8,1-13,4%, а затраты комбикормов и обменной энергии на получение 1 кг прироста живой массы были ниже соответственно на 7,5-11,8 и 5,1-5,6% по сравнению с контролем.

При внесении в корм ПГЗх А-120 в количестве 50 и 75 г/т в организм поступало дополнительно 0,218 и 0,830 МДж обменной энергии, а усвоение энергии из рациона увеличивалось на 2,0 и 7,6%, протеина — на 5,5 и 9,9 абс.% соответственно. Таким образом, в опытных группах при изучении двух дозировок препарата ПГЗх А-120 наибольший положительный зоотехнический эффект получен при дозировке 75 г/т комбикорма.

Таблица 1. Состав и питательность партий комбикормов в опыте с включением разных уровней препарата ПГЗх А-120

Состав и питательность	Группы		
	I (контроль)	II	III
Компонентный состав комбикорма, %			
Ячмень	44	44	44
Пшеница	20	20	20
Шрот подсолнечный, СП 40%, СК 18%	11	11	11
Отруби пшеничные	8	8	8
Жмых подсолнечный, СП 32%, СК 21%	7,8	7,8	7,8
Зерносмесь экструдированная	3,0	3,0	3,0
Дрожжи кормовые, СП 48%	2,66	2,66	2,66
Известняковая мука	1,32	1,32	1,32
Монокальцийфосфат	0,8	0,8	0,8
Соль поваренная	0,4	0,4	0,4
Премикс	1,0	1,0	1,0
Протосубтилин ГЗх	-	+	++
В 1 кг комбикорма содержится:			
обменной энергии*, МДж	11,11	11,11	11,11
сухого вещества, кг	0,87	0,87	0,87
сырого протеина, г	180	180	180
лизина, г	5,8	5,8	5,8
метионина+цистина, г	5,9	5,9	5,9
треонина, г	6,0	6,0	6,0
сырой клетчатки, г	78,4	78,4	78,4
сырого жира, г	27,7	27,7	27,7
БЭВ, г	520	520	520
кальция, г	8,0	8,0	8,0
фосфора, г	6,7	6,7	6,7
NaCl, г	5,0	5,0	5,0

Примечания: дозы ПГЗх А 120 в группах: II – 50 г/т; III – 75 г/т; * рассчитано по сырым питательным веществам по данным комбикормового завода.

По данным индивидуального учета заданных кормов и их остатков, количества выделенного кала и их химического состава были рассчитаны коэффициенты переваримости питательных веществ комбикормов (табл. 3).

Таблица 2. Динамика роста молодняка свиней и затраты корма при использовании ПГЗх (M±m, n=4)

Показатели	Группы		
	I (контроль)	II	III
Живая масса в начале опыта, кг	88,2±1,4	88,7±1,8	88,6±1,40
Живая масса в конце опыта, кг	110,2±2,5	112,5±2,0	113,5±1,5
Валовой прирост, кг	22,0±2,1	23,8±2,1	24,9±2,7
Среднесуточный прирост, г	846±83	915±79	958±105
В % к контролю	100,0	108,1	113,2
Содержание ОЭ* в 1 кг комбикорма, МДж	10,90	11,12	11,73
Израсходовано кормов за период, кг	96,6	96,6	96,6
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	4,39	4,06	3,87
Затраты ОЭ на 1 кг прироста, МДж	47,8	45,1	45,4

Примечание: * оценка ОЭ по переваримым питательным веществам.

Таблица 3. Коэффициенты переваримости питательных веществ при использовании ПГЗх, % (M±m, n=3)

Питательные вещества	Группы		
	I (контроль)	II	III
Сухое вещество	75,07±1,73	77,00±2,39	81,33±1,92*
Органическое вещество	78,26±1,59	79,85±2,13	83,67±1,54*
Протеин	68,54±2,76	74,00±4,26	78,40±1,88*
Жир	48,70±1,94	44,61±8,48	63,11±5,73*
Клетчатка	47,70±1,76	49,66±2,89	54,01±4,47
БЭВ	85,95±1,87	86,69±1,38	89,61±1,23

Примечание: здесь и далее в таблицах: * P<0,05 по t-критерию при сравнении с контролем.

Исследования показали, что при вводе ПГЗх А-120 в комбикорма произошло улучшение переваримости практически всех питательных веществ. Так, у поросят II группы, получавших ПГЗх в количестве 50 г на тонну комбикорма, лучше переваривалось сухое вещество на 1,9 абс.%, органическое вещество – на 1,6, протеин – на 5,5, клетчатки – на 2,0, БЭВ – на 0,74 абс.% по сравнению с контрольными животными. Коэффициенты переваримости питательных веществ кормов рациона в III группе также были выше – по сухому веществу на 6,3 абс.% (P<0,05), органическому веществу – на 5,4 (P<0,05), протеину – на 9,9 (P<0,05) абс.%, жиру – на 14,4 (P<0,05), клетчатке – на 6,3, БЭВ – на 3,7 абс.%, по сравнению с контролем.

Использование азота у животных II и III групп было выше, чем в контрольной группе – по отношению к принятому с кормом на 10,8-17,1 и по отношению к переваренному – на 11,2-16,4 абс.%. Полученные данные свидетельствуют о том, что использованный в опыте препарат ПГЗх А-120 способствовал повышению переваримости питательных веществ корма в желудочно-кишечном тракте, при этом улучшалось и использование принятой его части в организме животных опытных групп по сравнению с контролем.

Изучение биохимических показателей крови показало, что использование ПГЗх А-120 не вызвало отклонений в состоянии здоровья свиней опытных групп и нарушений в обмене веществ на фоне тенденции к более высоким показателям роста по сравнению с контролем. При более высокой дозировке ПГЗх (75 г/т) наблюдалось увеличение активности щелочной фосфатазы и АСТ (P<0,05) в сравнении с контролем. По комплексу зоотехнических и экономических критериев определена оптимальная доза ввода ферментного препарата ПГЗх – 50 г на тонну комбикорма.

2. *Опыт с ферментным препаратом ГЛ-Ф.* При скормливания комбикормов с включением препарата ГЛ-Ф среднесуточные приросты в опытных группах были выше, чем в контроле, на 9,8-10,3%. Во II и III группах на получение 1 кг прироста живой массы было затрачено обменной энергии и комбикорма на 4,7-6,1% и 9,0-9,3% соответственно меньше по сравнению с контролем (табл. 4). Таким образом, при изучении двух дозировок ввода ГЛ-Ф получен практически одинаковый положительный эффект от его скормливания при сравнении с контролем.

Таблица 4. Динамика роста поросят и затраты корма при использовании ГЛ-Ф (М±m, n=4)

Показатель	Группы		
	I (контроль)	II	III
Живая масса в начале опыта, кг	52,83±1,75	53,50±1,50	53,20±1,38
Живая масса в конце опыта, кг	70,63±2,44	73,13±1,89	72,75±1,79
Валовой прирост, кг	17,80±1,85	19,63±0,51	19,55±0,51
Среднесуточный прирост, г	593±62	654±17	652±17
± к контролю, %	-	+10,3	+9,8
Содержание ОЭ в 1 кг комбикорма, МДж	10,95	11,51	11,30
Израсходовано кормов за период, кг	77,3	77,3	77,3
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	4,34	3,94	3,95
То же в % к контролю	100,0	90,7	91,0
Затраты ОЭ на 1 кг прироста, МДж	47,6	45,3	44,7

При обогащении полнорационных комбикормов препаратом ГЛ-Ф у животных II и III групп наблюдалась чёткая тенденция повышения переваримости всех питательных веществ (табл. 5).

Таблица 5. Коэффициенты переваримости питательных веществ при использовании препарата ГЛ-Ф, % (М±m, n=3)

Питательные вещества	Группы		
	I (контроль)	II	III
Сухое вещество	70,34±1,55	74,00±1,24	72,75±1,07
Органическое вещество	72,95±1,36	76,63±1,43	74,97±1,04
Протеин	68,85±0,99	75,60±1,85*	73,98±0,84*
Жир	54,72±4,76	55,53±1,58	60,33±0,71
Клетчатка	42,71±1,16	45,72±1,74	47,69±0,61*
БЭВ	77,36±1,43	80,43±1,46	78,13±1,72
Крахмал	91,24±1,60	92,98±1,72	92,05±0,89

Поросята II группы лучше, чем их аналоги из контрольной группы, переваривали: сухое вещество – на 3,7 абс.%, органическое вещество – на 3,7, протеин – на 6,7 (P<0,05), жир – на 0,81, клетчатку – на 3,0 абс.%, БЭВ – на 3,1, крахмал – на 1,7 абс.%. Животные III группы переваривали лучше сухое вещество на 2,4 абс.%, органическое вещество – на 2,0, протеин – на 5,1 (P<0,05), жир – на 5,6, клетчатку – на 5,0 абс.%, БЭВ – на 0,77, крахмал – на 0,81 абс.%, по сравнению с аналогами из контрольной группы.

Можно констатировать повышение переваримости практически всех питательных веществ у животных опытных групп по сравнению с контролем, что согласуется с наблюдавшимися в физиологическом опыте положительными трендами по приростам живой массы и затратам кормов. За счет ввода ГЛ-Ф комбикорма происходит увеличение обменной энергии (МДж) на 3,2-5,1%, по сравнению с контролем.

Таким образом, использование ГЛ-Ф позволяет эффективнее использовать питательные вещества кормов, что обеспечивает повышение приростов живой массы и снижение затрат кормов на производство единицы продукции. С другой стороны, за счет использования ГЛ-Ф возможно удешевление компонентного состава комбикормов. Включение в состав комбикорма 0,05% ГЛ-Ф (А-1000 ед/г) обеспечивает экономию энергетических компонентов.

Изученные биохимические показатели крови находились в пределах физиологических величин, однако часть из них свидетельствует об определённых изменениях в состоянии обменных процессов (табл. 6).

Таблица 6. Биохимические показатели крови при использовании препарата ГЛ-Ф (М±m, n=3)

Питательные вещества	Группы		
	I (контроль)	II	III
Белок общий, г/л	63,16±1,80	64,54±1,46	69,58±2,20
Альбумины, г/л	36,48±1,91	37,30±1,28	36,05±3,12
Глобулины, г/л	26,68±2,13	27,24±1,99	33,53±2,07
А/Г коэффициент	1,39±0,18	1,39±0,14	1,09±0,16
Мочевина, ммоль/л	8,31±2,72	2,57±0,73**	2,11±0,05**
Креатинин, ммоль/л	101,4±7,1	95,8±12,4	90,0±11,7
Билирубин, мкмоль/л	9,49±0,99	9,41±3,43	8,94±3,28
АЛТ, ИЕ/л	66,51±3,44	69,28±5,87	66,81±1,95
АСТ, ИЕ/л	55,21±9,43	57,89±13,64	52,24±7,76
Щелочная фосфатаза, ммоль/л	215,7±8,6	266±20	342±51
Глюкоза, ммоль/л	6,58±0,19	6,10±0,36	6,37±0,05
Кальций, ммоль/л	2,81±0,04	2,83±0,02	2,83±0,09
Фосфор, ммоль/л	3,05±0,21	3,29±0,10	3,00±0,26
Триглицериды, ммоль/л	0,31±0,02	0,47±0,01**	0,34±0,13

Так, содержание общего белка в крови у животных опытных групп было на 1,38-6,42 г/л выше, чем в контрольной группе, что положительно коррелирует с интенсивностью роста животных по группам. Подтверждением более эффективного белкового обмена является, с одной стороны, лучшая переваримость сырого протеина, с другой – значительно более низкая концентрация мочевины в крови животных опытных групп ($P<0,01$). Выше в крови животных опытных групп было и содержание глобулинов (на 0,56 и 6,85 г/л), являющихся основным транспортным средством для переноса липидов, а содержание триглицеридов в крови животных опытных групп было выше на 0,16 и 0,03 ммоль/л ($P<0,01$), чем у их аналогов из контрольной группы.

Исходя из того, что в физиологических испытаниях были получены положительные результаты по всем исследуемым дозировкам изучаемых ферментных препаратов, для производственной апробации были выбраны наименьшие (ПГЗх А-120 – 50 г/т и ГЛ-Ф – 500 г/т) с точки зрения исследования получения максимального экономического эффекта при минимальных дополнительных затратах.

Производственная апробация. 1. Опыт с применением ПГЗх А-120.

Производственная апробация данных по применению ферментного препарата ПГЗх А-120 была проведена на производственной площадке ООО «СПК «Чистогорский» Новокузнецкого района Кемеровской области на двух группах поросят породы дюрок в возрасте 137 дней по 500 голов в каждой. Продолжительность опыта – 60 дней.

Таблица 7. Динамика роста подопытных поросят при использовании ПГЗх А-120 (М±m, n=500)

Показатели	Группы	
	I (контроль)	II
Продолжительность опыта, дни	60	60
Живая масса в начале опыта, кг	51,9±0,9	52,1±1,1
Живая масса в конце опыта, кг	90,8±1,2	95,3±2,1
% к контролю	100	105,0
Общий прирост живой массы, кг	38,8±1,4	43,2±1,6
% к контролю	100	111,2
Среднесуточный прирост, г	648±23	720±27
% к контролю	100	111,2

Среднесуточный прирост живой массы свиней опытной группы был выше по сравнению с контрольной группой на 11,2% ($P < 0,05$). Увеличение приростов живой массы объясняется повышением переваримости питательных веществ рациона, повышением уровня протеиновой и энергетической обеспеченности, которое было установлено в физиологических исследованиях. В опытной группе дополнительная прибыль на 1 голову составила 522 руб.

2. *Опыт с применением ГЛ-Ф.* Производственная апробация эффективности препарата ГЛ-Ф была проведена в условиях производственной площадки ООО «Сапфир» Болотинского района Новосибирской области на двух группах поросят крупной белой породы в возрасте 45 суток, по 200 голов в каждой группе. Продолжительность производственной апробации – 60 дней. Животные контрольной группы получали полнорационный комбикорм СК-4. Поросятам опытной группы скармливали комбикорм СК-4 с добавкой фермента ГЛ-Ф в количестве 0,5 кг/т. Включение в рационы ферментного препарата обеспечило повышение среднесуточных приростов живой массы на 12,7% по сравнению с контролем (табл. 8).

Затраты комбикорма и обменной энергии на производство 1 кг прироста живой массы были ниже в опытной группе на 11,2% и 4,59 МДж по сравнению с контролем. Дополнительная прибыль в опытной группе – 444 руб. на голову за период опыта.

Таблица 8. Динамика роста подопытных поросят при использовании ГЛ-Ф ($M \pm m$, $n=200$)

Показатели	Группы	
	I (контроль)	II
Продолжительность опыта, дни	60	60
Живая масса в начале опыта, кг	12,9 $\pm$ 0,1	12,7 $\pm$ 0,4
Живая масса в конце опыта, кг	41,8 $\pm$ 1,6	45,3 $\pm$ 0,9
% к контролю	100	108,4
Общий прирост живой массы, кг	28,9 $\pm$ 1,7	32,6 $\pm$ 0,9
% к контролю	100	112,8
Среднесуточный прирост, г	482 $\pm$ 28	543 $\pm$ 15
% к контролю	100	112,7

Таким образом, полученные в производственных испытаниях данные подтвердили объективность результатов, полученных в физиологических опытах, свидетельствующих о целесообразности ввода ферментных препаратов ПГЗх А-120 в дозе 50-75 г/т и ГЛ-Ф в дозе 0,5-1,0 кг/т в состав комбикормов для молодняка мясных пород свиней и их помесей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдрафиков А.Р., Яхин А.Я., Удалова Э.В. Мультиэнзимные композиции в ячменных рационах для поросят // Зоотехния. – 2001. – № 2. – С. 18-19.
2. Баринев А. Балансируем минеральное питание КРС // Животноводство России. – 2013. – № 5. – С. 3.
3. Кирилов М., Виноградов В., Чабанов М., Кумарин С., Некрасов Р., Кумарин В., Гусев И., Удалова Э. Эффективность использования в комбикормах для свиней мультиэнзимной композиции МЭК-СХ-4 // Зоотехния. – 2009. – № 5. – С. 7-10.
4. Крохина В.А., Карабанов А.В., Удалова Э.В., Рыжова Т.М. Откорм свиней на комбикормах с новой ферментной добавкой // Зоотехния. – 2001. – № 10. – С. 19-21.
5. Манукян А.В. Применение органических форм марганца и цинка в комбикормах для цыплят бройлеров: автореф. дисс....к.с.-х.н. – Сергиев Посад, 2008. – 22 с.
6. Петрухин И.В. Корма и кормовые добавки. – Росагропромиздат, 1989. – 526 с.
7. Раецкая Ю.И., Сухарева В.И., Самохин В.Т. Методы зоотехнических и биохимических анализов кормов, продуктов обмена и животноводческой продукции. – Дубровицы: ВИЖ, 1970. – 128 с.
8. Стрекозов Н.И., Кирилов М.П., Крохина В.А. и др. Использование комплексных ферментных препаратов в производстве рожь содержащих комбикормов (рекомендации). – М.: Информагротех, 1998. – 16 с.

9. Темираев Р.Б., Цалаева Л.В., Плиева И.Г., Дзуцева М.Р. Использование отходов пивоварения и ферментного препарата в рационах для повышения потребительских качеств свинины // Известия Горского ГАУ. – 2010. – Т. 47. – № 2. – С. 85-87.
10. Тменов И.Д., Ногаева В.В., Басиева М.А., Ваниева Б.Б. Ферментные препараты МЭК-СХ-3 и Протосубтилин ГЗХ в кормлении цыплят-бройлеров // Кормопроизводство. – 2009. – № 11. – С. 30-33.
11. Фисинин В.И., Околелова Т.М., Догадаев Д.А., Криворучко Л.И. и др. Ферменты в кормлении птицы. Методические рекомендации. – Сергиев Посад: ВНИИТИП, 2005. – 45 с.
12. Фисинин В.И., Калашников В.В., Драганов И.Ф. и др. Новое в кормлении животных. – М.: РГАУ-МСХА, 2012. – 616 с.
13. Чиков А.Е., Кононенко С.И., Скворцова Л.Н., Ратошный А.Н., Кулик Ю.В., Сергиенко А.В. Использование ферментных препаратов в комбикормах и кормовых смесях. Методические рекомендации. – Краснодар: СКНИИЖ, 18 с.
14. Emiola I.A., Opapeju F.O., Slominski B.A., Nyachoti C.M. Growth performance and nutrient digestibility in pigs fed wheat distillers dried grains with solubles-based diets supplemented with a multicarbohydrase enzyme // J. Anim. Sci. – 2009. – Vol. 87. – No. 7. – P. 2315-2322. doi: 10.2527/jas.2008-1195
15. Mori A.V., Kluess J., Maillard R., Geraer P.A. Performance and phosphorus status of growing pigs are improved by a multienzyme complex containing NSP-enzymes and phytase // J. Dairy Sci. – 2007. – Vol. 85. – Suppl. 1. – P. 439.
16. Ndou S.P., Kiarie E., Agyekum A.K., Heo J.M., Romero L.F., Arent S., Lorentsen R., Nyachoti, C.M. Comparative efficacy of xylanases on growth performance and digestibility in growing pigs fed wheat and wheat bran-corn and corn DDGS-based diets supplemented with phytase // Anim. Feed Sci. Technol. – 2015. – Vol. 209. – P. 230-239. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2015.08.011
17. Tactacan G.B., Cho S.-Y., Cho J.H., Kim I.H. Performance responses, nutrient digestibility, blood characteristics, and measures of gastrointestinal health in weanling pigs fed protease enzyme // Asian-Austral. J. Anim. Sci. – 2016. – Vol. 29. – No. 7. – P. 998-1003. doi: 10.5713/ajas.15.0886
18. Torrallardona D., Badiola J.I., Perez-Vendrell A.M., Francesch M. In vitro evaluation of exogenous enzymes to improve digestibility in pigs and poultry // In: Book of abstracts the 67th annual meeting of the European Federation of Animal Science. – Belfast, UK: Wageningen Academic Publ. – 2016. – P. 120. doi: 10.3920/978-90-8686-830-8

REFERENCES

1. Abdrafikov A.R., Yakhin A.Ya., Udalova E.V. [Multi-enzyme compositions in barley rations for piglets]. *Zootekhniya - Zootechnics*. 2001, 2: 18-19.
2. Barinov A. *Zhivotnovodstvo Rossii - Animal Husbandry in Russia*. 2013, 5: 3.
3. Chikov A.E., Kononenko S.I., Skvortsova L.N., Ratoшный A.N., Kulik Yu.V., Sergienko A.V. *Ispol'zovanie fermentnykh preparatov v kombikormakh i kormovykh smesyakh. Metodicheskie rekomendatsii* (Use of enzyme preparations in mixed fodders and feed mixtures: a guidelines). – Krasnodar, 2007. – 18 p.
4. Emiola I.A., Opapeju F.O., Slominski B.A., Nyachoti C.M. Growth performance and nutrient digestibility in pigs fed wheat distillers dried grains with solubles-based diets supplemented with a multicarbohydrase enzyme. *J. Anim. Sci.* 2009, 87(7): 2315-2322. doi: 10.2527/jas. 2008-1195
5. Fisinin V.I., Okolelova T.M., Dogadaev D.A., Krivoruchko L.I. et al. *Fermenty v kormlenii ptitsy. Metodicheskie rekomendatsii* (Enzymes in the feeding of a bird: a guide lines). Sergiev Posad: VNIITIP Publ., 2005, 45 p.
6. Fisinin V.I., Kalashnikov V.V., Draganov I.F. et al. *Novoe v kormlenii zhivotnykh. Spravochnoe posobie* (News in the feeding of animals: a reference manual). Moscow: RGAU-MSKhA Publ., 2012, 616 p.
7. Kirilov M., Vinogradov V., Chabaev M., Kumarin S., Nekrasov R., Kumarin V., Gusev I., Udalova E. [Efficiency of use in mixed fodders for pigs of multi-enzyme composition IEC-CX-4]. *Zootekhniya - Zootechnics*. 2009, 5: 7-10.
8. Krokhina V.A., Karabanov A.V., Udalova E.V., Ryzhova T.M. [Fattening pigs on mixed fodders with a new enzyme additive]. *Zootekhniya - Zootechnics*. 2001, 10: 19-21.
9. Manukyan A.B. *Primenenie organicheskikh form margantsa i tsinka v kombikormakh dlya tsyplyat broilerov* (Application of organic forms of manganese and zinc in mixed fodders for broiler chickens). Extended Abstract of Diss. Cand. Sci. Agr., Sergiev Posad, 2008, 22 p.

10. Mori A.V., Kluess J., Maillard R., Geraer P.A. Performance and phosphorus status of growing pigs are improved by a multienzyme complex containing NSP-enzymes and phytase. *J. Dairy Sci.* 2007, 85(Suppl. 1): 439.
11. Ndou S.P., Kiarie E., Agyekum A.K., Heo J.M., Romero L.F., Arent S., Lorentsen R., Nyachoti, C.M. Comparative efficacy of xylanases on growth performance and digestibility in growing pigs fed wheat and wheat bran- or corn and corn DDGS-based diets supplemented with phytase. *Animal Feed Science and Technology*. 2015, 209: 230-239. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2015.08.011
12. Petrukhin I.V. *Korma I kormovye dobavki* (Feed and feed additives). Moscow: Rosagropromizdat Publ., 1989, 526 p.
13. Raetskaya Yu.I., Sukhareva V.I., Samokhin V.T. *Metody zootekhnicheskikh I biokhimicheskikh analizov kormov, produktov obmena I zhitovnovodcheskoi produkcii* (Methods of zootechnical and biochemical analyzes of fodder, metabolic products and livestock products). Dubrovitsy: VIZh Publ., 1970, 128 p.
14. Strekozov N.I., Kirilov M.P., Krokhina V.A. et al. *Ispol'zovanie kompleksnykh fermentnykh preparatov v proizvodstve rozh'soderzhashchikh kombikormov (rekomendatsii)* (Use of complex enzyme preparations in the production of rye containing mixed fodders: recommendations). Moscow: Informagrotekh Publ., 1998, 16 p.
15. Tactacan G.B., Cho S.-Y., Cho J.H. Kim I.H. Performance responses, nutrient digestibility, blood characteristics, and measures of gastrointestinal health in weanling pigs fed protease enzyme. *Asian-Austral. J. Anim. Sci.* 2016, 29(7): 998-1003. doi: 10.5713/ajas.15.0886
16. Temiraev R.B., Tsalaeva L.V., Plieva I.G., Dzutseva M.R. [Use of brewing waste and enzyme preparation in rations to enhance the consumer qualities of pork]. *Izvestiya Gorskogo GAU- Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2010, 47(2): 85-87.
17. Tmenov I.D., Nogaeva V.V., Basieva M.A., Vanieva B.B. [Enzyme preparations MEK-CX-3 and Protosubtilin G3X in the feeding of broiler chickens]. *Kormoproizvodstvo - Feed Production*. 2009, 11: 30-33.
18. Torrallardona D., Badiola J.I., Perez-Vendrell A.M., Francesch M. In vitro evaluation of exogenous enzymes to improve digestibility in pigs and poultry. In: *Book of Abstracts the 67th annual meeting of the European Federation of Animal Science*. Belfast, UK: Wageningen Academic Publ., 2016: 120. doi: 10.3920.978-90-8686-830-8

Effect of feeding concentrate enriched by enzyme preparations on the productivity and metabolism in growing pigs

Silin M.A., Nekrasov R.V., Chabaev M.G.

*Ernst Institute for Animal Husbandry, Dubrovitsy-Podolsk Moscow oblast,
Russian Federation*

ABSTRACT. The aim was to determine the efficiency of two new enzyme preparations in the concentrates for growing and fattening pigs - protosubtilin G3x (PG3x) with activity of 120 U/g and GlucoLux-F (GL-F), which is produced by the microbial culture of *Aspergillus awamori*. Two series of physiological and practical experiments were carried out. In the first physiological experiment, the efficiency of PG3x was studied in young pigs (Large White×Landrace), divided into three groups, I (control) fed the base concentrate, II and III groups fed the same feed with the addition of PG3x at the dose of 50 and 75 g/ton respectively. In the second experiment, the control group was fed the basic concentrate, II and III groups fed the same feed with the addition of GL-F in the amount of 0.5 and 1.0 kg/ton, respectively. The practical evaluation of the efficiency of PG3x was carried out on two groups of Duroc piglets (n=500 each) in the age period of 137-197 days. The control group fed basic concentrate and the experimental group fed the same concentrate with the addition of PG3x in the amount of 50 g/ton. The evaluation of the efficiency of GL-F preparation was carried out on two groups of Large White pigs (n=200 each) in the age period of 45-105 days. The control group fed basic concentrate, the experimental group fed the same concentrate with the addition of GL-F in the amount of 500 g/ton. With the use of PG3x, the protein digestibility in group III was higher in comparison with control ($P<0.05$), in groups II and III, nitrogen utilization was 11.2-16.4% higher vs control by 8.1-13.4%, the cost of feed and metabolizable energy was lower by 7.5-11.8 and 5.1-5.6%, respectively. With the use of GL-F, protein digestibility in groups II and III was higher in comparison with control ($P<0.05$), and the urea content in the blood was lower ($P<0.05$) vs control, the average daily weight gain was higher by 9.8-10.3%, the cost of feed and metabolizable energy was lower by 4.7-6.1% and 9.0-9.3% vs control. In general, the obtained data testify the physiological and economic feasibility of introducing the enzyme preparations studied into the composition of mixed concentrate for young pigs of meat breeds and their hybrids.

Keywords: young pigs, enzyme preparations, nutrients digestibility, live weight gain, metabolizable energy, biochemical blood profile

Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology, 2018, 1: 83-93

Поступило в редакцию: 01.08.2017

Получено после доработки: 12.02.2018

Силин Максим Алексеевич, соиск.;

Чабаев Магомед Газиевич, д.с.-х.н., г.н.с.; тел. (496)765-12-90, chabaev.m.g-1@mail.ru;

Некрасов Роман Владимирович, д.с.-х.н., рук. отд., тел. (496)65-12-77; nek_roman@mail.ru