

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СВИНЕЙ

Ниязов Н.С.-А.

*ВНИИ физиологии, биохимии и питания животных - филиал ФНЦ животноводства –
ВИЖ им. Л.К. Эрнста, Боровск Калужской обл., Российская Федерация*

В Федеральном исследовательском центре биотехнологии РАН совместно с ООО Агрофермент разработаны новые ферментные препараты «Агроксил премиум» (АКС) и «Агроцелл плюс» (АЦ), обладающие целлюлазной и ксиланазной активностью и способные эффективно расщеплять некрахмальные полисахариды зерновых культур и повышать переваримость и усвоение питательных веществ корма. Целью данной работы было изучить зоотехническую и экономическую эффективность применения этих препаратов в составе комбикормов у растущих помесных поросят мясного типа. Пять опытных групп поросят по 10 голов в каждой за период опыта получали полнорационные комбикорма с добавкой ферментных препаратов, а поросята контрольной группы получали основной рацион. Поросятам II и III групп в комбикорм вводили АКС в дозе 75 г и 100 г, а поросятам IV и V групп – АЦ+ в дозе 75 г и 100 г на тонну корма соответственно. Добавка в состав комбикормов АКС и АЦ в количестве по 100 г на тонну комбикорма обеспечила повышение среднесуточных приростов на 9,6-10,1% ($P<0,05$), снизила расход корма на единицу прироста на 6,8-7,8% по сравнению с контролем. Свиньи III и V групп лучше переваривали сухое вещество рациона на 0,92-1,31%, протеин - на 2,33-1,74%, жир - на 3,2-2,1%, клетчатку - на 3,9-4,7%, некрахмалистые полисахариды - на 2,04-2,55%, кальций - на 2,85-6,4%, фосфор – на 1,85-5,4%, валовую энергию – на 1,38-1,63%, и обменный азот – на 5,1-11,4% по сравнению с контрольной группой. Наибольшая чистая прибыль на 1 голову получена в III и V группах.

Ключевые слова: свиньи, ферментные добавки, интенсивность роста, конверсия корма, переваримость питательных веществ, использование азота

Проблемы биологии продуктивных животных, 2019, 1: 76-84

Введение

В формировании мясного баланса страны значительное место занимает свиноводство, способное за короткий срок существенно увеличить его ресурсы. В зерновых компонентах корма для сельскохозяйственных животных ячмене, пшенице, овсе, тритикале, ржи, а также продуктах их переработки – отрубях, наряду с легкоусвояемыми питательными веществами, содержатся некрахмалистые полисахариды (НПС). Часть из них представлена компонентами сырой клетчатки – целлюлозой, гемицеллюлозой и лигнином. Кроме клетчатки, в группу некрахмалистых углеводов входят β -глюканы, маннаны, галактаны, ксиланы, пектин. Недостаток в организме животных ферментов, разрушающих НПС, затрудняет доступ эндогенных ферментов пищеварительного тракта к питательным веществам внутри растительных клеток, что снижает эффективность использования энергии и аминокислот. В кишечнике животных водорастворимые НПС образуют вязкую массу, которая затрудняет всасывание питательных веществ, ухудшает конверсию корма, увеличивает массу и влажность экскрементов, снижает количество и качество продукции.

Содержание НПС в зерне разных злаковых культур значительно варьирует. По данным (Логунова и др., 1996), в зерне ржи содержится (г/кг сухого вещества): сырой клетчатки – 22-31, бета-глюканов – 5-30, пентозанов – 75-91 и общих НПС – 107-128; в зерне ячменя, соответственно – 42-93, 15-107, 57-70 и 135-172; в зерне пшеницы – 20-34, 2-18, 55-95 и 75-106; в зерне овса – 80-123, 30-66, 55-69 и 120-296. В зерне ржи, ячменя, овса содержится наибольшее количество растворимых НПС и вязких арабиноксиланов, а в зерне ячменя и овса – бета-глюканов.

Снять или частично уменьшить негативное влияние скармливания комбикорма на ячменной основе моногастричным животным и птице, а также повысить питательную ценность корма можно при использовании ферментных препаратов и специальных ферментных комплексов (Adams, 1990; Dierick, 1989; Donkers, 1990; Makkink, 1989; Inbarr, 1991). При добавлении их в небольших количествах в корм повышается скорость расщепления структурных углеводов (крахмала, клетчатки до простых сахаров), белков (до аминокислот и низкомолекулярных пептидов), жиров (до жирных кислот и глицерина) (приведите зарубежные ссылки, Стрекозов, и др., 1998; Фисинин, и др., 2012; Костылева, и др., 2017; Aman, Graham, 1987).

Отечественная микробиологическая промышленность выпускает для животноводства довольно широкий ассортимент ферментных препаратов. Вместе с тем, наряду с отечественными производителями на рынок Российской Федерации работают и зарубежные фирмы, предлагающие различные ферментные препараты, которые гидролизуют НПС, повышают переваримость питательных веществ корма, увеличивают приросты живой массы и снижают затраты корма на единицу прироста (Крохина, и др., 2001; Кирилов, 2009; Смирнов, Лаврентьев, 2013)

В экспериментах на поросятах (Шулаев, и др., 2011; Кононенко, 2012; Некрасов, и др., 2017; Сеницын, и др., 2017) показана возможность устранения негативных свойств зерна введением в комбикорм ферментов ксиланазы, бета-глюканазы и фитазы, которые способствуют повышению среднесуточных приростов живой массы, переваримости питательных веществ рационов на ячменно-пшеничной основе.

Таким образом, есть основания полагать, что ферментные композиции с целлюлолитической, пектолитической, амилалитической и пектаттрансэлиминазной активностью в различных соотношениях способствуют гидролитическому расщеплению не только структурных и запасных полисахаридов зерна и комбикормов на различной зерновой основе (целлюлозы, гемицеллюлозы, пектиновых веществ, крахмала), но и некрахмальных трудногидролизуемых углеводов – пентозанов. Снижение отрицательного влияния на организм животных некрахмальных полисахаридов зерновых культур позволяет увеличить норму ввода их в комбикорма,

В ФИЦ биотехнологии РАН совместно с ООО Агрофермент разработаны новые ферментные препараты агроксил премиум (АКС) и агроцелл плюс (АЦ), обладающие целлюлазной и ксиланазной активностью и способные эффективно расщеплять некрахмальные полисахариды зерновых культур и повышать переваримость и усвоение питательных веществ в корме.

Целью исследования было изучить влияние препаратов АКС и АЦ в составе комбикормов на интенсивность роста, расход корма, протеина и энергии на единицу прироста, переваримость и усвоение питательных веществ корма, эффективность использования обменной энергии у растущих помесных поросят и экономическую эффективность.

Материал и методы

Опыт проведен в условиях вивария ВНИИФБиП - филиала ФНЦ – ВИЖ им. Л.К. Эрнста на помесных боровках мясных пород (♂ датский йоркшир × ♀ датский ландрас) с начальной живой массой 12-13 кг. По принципу аналогов с учетом живой массы, после подготовительного периода было сформировано пять групп поросят по 10 голов в каждой с

начальной живой массой 15-16 кг. Эксперимент был разделён на этапы выращивания до достижения живой массы поросят 24-25 кг и до 47-50 кг, каждому этапу соответствовали разные по составу и питательной ценности комбикорма на ячменно-пшеничной основе (табл. 1). Кормление свиней проводили 2 раза в сутки (в 9.00 и 16.00) на протяжении всего опыта, количество скормливаемого корма было повышено на 5% от рекомендуемой нормы (Калашников и др., 2003). Содержание групповое в клетках, поение из автопоилок. В опыте поросята I группы (контроль) получали полнорационные комбикорма (ОР) в рассыпчатом виде без ферментных препаратов.

Поросятам II группы дополнительно к основному рациону (ОР) вводили АКС, полученный с помощью штамма гриба *Penicillium verruculosum* EX13 (F-4765D) с активностью ксиланазы 2540 Ед/г и целлюлазы – 3230 Ед/га в дозе 75 г/т, и поросятам III группы – этот же препарат в количестве 100 г на тонну корма. Поросятам IV и V групп к ОР добавляли АЦ с активностью ксиланазы 500 Ед/г и целлюлазы – 4450 Ед/г в количестве 75 г/т и 100 г на тонну корма.

В течение опыта ежедневно проводили учёт потребления комбикормов для оценки их расхода на единицу прироста живой массы. Взвешивание поросят проводили в начале опыта, по достижении живой массы 24-25 кг, в возрасте 70 суток (перед началом балансового опыта) и в конце периода дорастивания.

Таблица 1. Состав и питательность комбикорма для растущих свиней, %

Компоненты	До 25 кг	До 50 кг	В 1 кг содержится:	До 25 кг	До 50 кг
Ячмень	33,65	46,9	ЭКЕ	1,36	1,33
Пшеница	20,0	20,0	ОЭ, МДж	13,61	13,28
Кукуруза	20,0	10,0	Сырого протеина, г	170,2	155,6
Соя экстракт	8,0	-	Перевар. протеина, г	140	123,0
Шрот соевый	8,5	12,0	Лизина, г	1,26	11,20
Шрот подсолнечный	2,0	6,0	Метионина+цистина, г	7,7	7,15
Рыбная мука	3,5	-	Треонина, г	8,8	7,90
Масло подсолнечное	1,5	1,7	Триптофана, г	2,1	2,1
Поваренная соль	0,45	0,4	Сырого жира, г	52,6	37,2
Монокальцийфосфат	0,5	0,8	Сырой клетчатки, г	38,6	46,4
Мука известковая	0,9	1,2	Соли поваренной, г	4,5	4,0
Премикс КС-3	1,0	-	Кальция, г	7,50	7,94
КС- 4		1,0	Фосфора, г	5,8	6,69

Для определения переваримости питательных веществ корма и эффективности его использования провели два балансовых опыта в возрасте 70-76 и 79-81 сут. по 3 животных с аналогичной живой массой из каждой группы. В первом опыте поросята контрольной, III, IV и V групп получали 1,4 кг комбикорма, а во втором опыте II и IV группы – в количестве 1,5 кг на голову. Животные в период балансовых опытов находились в индивидуальных клетках, оборудованных кормушками для корма и воды, а также приспособлениями для сбора мочи и кала.

В опыте был проведен анализ кормов и кала на содержание сухого вещества, сырого протеина, жира, сырой клетчатки, сырой золы, БЭВ расчетным методом, крахмала, общих НПС, кальция и фосфора по общепринятым методам (Кальницкий, 1997), содержание азота определяли по Кьельдалю на приборе Кьельтек. Валовую энергию в корме, кале и моче определяли в калориметрической бомбе.

Результаты и обсуждение

Добавка к рационам растущих свиней препарата АКС в количестве 75-100 г на тонну корма оказала положительное воздействие на приросты живой массы (табл. 2). За первый период выращивания приросты живой массы у поросят III группы, которым добавляли препарат в количестве 100 г на тонну комбикорма, были на 19,1% выше ($P < 0,05$),

среднесуточные приросты – на 19,0% ($P<0,05$) выше, а расход корма на единицу прироста – на 12,5% ниже по сравнению с аналогами контрольной группы. За период доращивания прирост живой массы у поросят этой группы составил $35,05 \pm 1,91$ кг, а в контрольной – $32,0 \pm 1,18$ кг. При анализе динамики среднесуточных приростов в этих группах установлено, что опытные свиньи, получавшие комбикорма с добавкой ферментного препарата, росли лучше, и разница в конце периода выращивания составляла 46 г, что на 9,6% выше по сравнению с контролем.

Изменение состава рационов отразилось и на оплате корма продукцией. У свиней опытных групп за период выращивания расход корма на 1 кг прироста живой массы составил 3,11-2,99 кг или на 3,1-6,8 % меньше, чем у контрольных свиней. Затраты сырого протеина и обменной энергии на единицу продукции также были ниже на 5,3-8,8% и 1,1-6,8%.

Добавка препарата АЦ в количестве 75 г на тонну не оказала существенного влияния на приросты живой массы и расход корма на единицу прироста по сравнению с III группой, но эти показатели были лучше по сравнению с контрольной группой.

В опыте также установлено, что скармливание комбикормов с дополнительным включением препарата АЦ в дозе 100 г на тонну корма оказалось более эффективным по сравнению с вводом 75 г на тонну. У поросят V группы среднесуточные приросты живой массы в период до достижения живой массы 25 кг были выше на 20,3% ($P<0,05$) и расход корма на единицу продукции меньше на 6,1% по сравнению с аналогами контрольной группы (табл. 2). За весь период выращивания у животных этой группы живая масса была на 6,8% ($P<0,05$) а среднесуточный прирост на 10,6% выше ($P<0,05$) по сравнению с контролем. При этом затраты корма на 1 кг прироста у поросят этих групп были на 7,8% ниже по сравнению с контрольной группой. Поросята V группы затрачивали сырого протеина и обменной энергии на приросты живой массы меньше на 7,8 и 8,7% по сравнению с контрольной группой.

Таблица 2. Продуктивность свиней при использовании в рационах ферментных препаратов Агроксил Премиум (АКС) и Агроцелл Плюс (АЦ) ($M \pm m$, $n=10$)

Показатели	Группы				
	I (К)	II (АКС75)	III (АКС100)	IV (АЦ75)	V (АЦ100)
Выращивание до живой массы 25 кг					
Живая масса в начале периода, кг	$15,8 \pm 0,44$	$15,8 \pm 0,35$	$15,7 \pm 0,49$	$15,65 \pm 0,65$	$15,65 \pm 0,67$
Живая масса в конце периода, кг	$24,15 \pm 0,6$	$24,25 \pm 0,67$	$25,65 \pm 0,87$	$24,45 \pm 0,71$	$25,70 \pm 0,89$
Прирост живой массы, кг	$8,35 \pm 0,45$	$8,45 \pm 0,54$	$9,95 \pm 0,51^*$	$8,80 \pm 0,17$	$10,05 \pm 0,32^*$
Среднесуточный прирост, г	363 ± 22	367 ± 28	$432 \pm 22^*$	382 ± 7	$437 \pm 14^*$
Затрачено кг корма на 1 кг	2,95	2,74	2,58	2,84	2,77
В конце выращивания					
Живая масса в начале периода, кг	$24,15 \pm 0,6$	$24,25 \pm 0,67$	$25,65 \pm 0,87$	$24,45 \pm 0,71$	$25,70 \pm 0,89$
Живая масса в конце периода, кг	$47,80 \pm 1,5$	$48,45 \pm 3,03$	$50,75 \pm 2,35^*$	$48,45 \pm 2,24$	$51,05 \pm 1,75^*$
Прирост живой массы, кг	$23,65 \pm 1,1$	$24,20 \pm 2,61$	$25,10 \pm 1,58^*$	$24,0 \pm 1,55$	$25,35 \pm 1,51$
Среднесуточный прирост, г	537 ± 31	550 ± 54	$570 \pm 36^*$	545 ± 35	$579 \pm 36^*$
Затрачено кг корма на 1 кг	3,30	3,24	3,15	3,26	3,14
За весь период выращивания					
Живая масса в начале периода, кг	$15,8 \pm 0,44$	$15,8 \pm 0,35$	$15,7 \pm 0,49$	$15,65 \pm 0,65$	$15,65 \pm 0,67$
Живая масса в конце периода, кг	$47,80 \pm 1,5$	$48,45 \pm 1,03$	$50,75 \pm 1,35^*$	$48,45 \pm 2,24$	$51,05 \pm 1,75^*$
Прирост живой массы, кг	$32,0 \pm 1,18$	$32,65 \pm 1,56$	$35,05 \pm 1,31^*$	$32,8 \pm 2,65$	$35,4 \pm 1,68$
Среднесуточный прирост, г	477 ± 14	487 ± 20	$523 \pm 18^*$	489 ± 40	$528 \pm 21^*$
Потреблено корма на 1 гол., кг	102,6	101,6	104,8	103,2	104,9
Затрачено кг корм на 1 кг	3,21	3,11	2,99	3,14	2,96
сырого протеина, г	522	494	476	500	481
обменной энергии, МДж	42,84	42,35	39,95	42,01	39,1

*Примечание: * ($P<0,05$) по t -критерию при сравнении с I группой; в скобках – доза, г/т корма

Коэффициенты переваримости питательных веществ у всех подопытных групп были достаточно высокими, однако между группами установлены некоторые различия (табл. 3),.

Так, подсинки III группы, получавшие рационы с АКС в дозе 100 г на тонну корма, лучше переваривали: сухое вещество – на 0,92%, органическое вещество – на 1,47, сырой протеин – на 2,33, сырой жир – на 3,2, сырую клетчатку – на 3,9, сырую золу – на 5,4, валовую энергию – на 1,38, крахмал – на 0,97, некрахмальные полисахариды – на 2,04, кальций – на 2,95 и фосфор – на 1,85% по сравнению с контрольной группой. Поросята II группы также лучше переваривали питательные вещества корма, по сравнению с I группой, а по сравнению с III группой – в несколько меньшей степени.

Таблица 3. Коэффициенты переваримости питательных веществ корма ($M \pm m$, $n=3$)

Показатели, %	Группы				
	I (К)	II (АКС75)	III (АКС100)	IV (АЦ75)	V (АЦ100)
Сухое вещество	79,90±0,45	80,50±0,10	80,82±1,09	80,55±0,27	81,21±0,53
Органическое вещество	82,08±0,31	83,13±0,11	83,55±1,09	82,87±0,23	83,38±0,5
Сырой протеин	77,84±0,83	78,01±0,08	80,17±1,27	78,14±0,19	79,58±0,83
Сырой жир	54,92±2,27	56,85±0,85	58,11±3,69	56,69±0,22	57,00±1,40
Сырая клетчатка	35,39±1,53	38,82±0,97	39,32±1,41	36,64±2,57	40,12±0,87
БЭВ	85,22±0,06	85,63±0,04	85,82±0,87	86,39±,47	86,66±0,36
Сырая зола	33,93±2,0	38,82±0,97	39,32±2,41	34,11±0,89	38,11±1,81
Валовая энергия	79,17±0,31	79,30±0,20	80,55±0,97	79,85±0,45	80,80±0,65
Крахмал	91,21±1,60	91,32±0,86	92,18±1,32	91,44±1,24	92,32±1,04
НПС	69,68±0,42	71,37±0,48	71,72±0,48	72,80±0,48	72,23±0,51
Кальций	46,85±0,85	45,85±0,7	49,8±0,8	49,55±0,6	53,27±1,27*
Фосфор	40,8±0,8	39,7±0,7	42,65±0,45	41,75±0,95	46,19±1,49*

При вводе в комбикорма препарата АЦ в дозе 100 г на тонну (V группа), животные отличались несколько большими показателями переваримости питательных веществ рациона по сравнению с аналогами из контрольной и IV групп. Коэффициент переваримости органического вещества был на 1,3% выше в сравнении с животными контрольной группы. Повышение переваримости органической части корма произошло в основном за счет лучшей переваримости сырого протеина, жира, клетчатки, валовой энергии, крахмала и некрахмалистых полисахаридов, на 1,74, 2,08, 4,7, 1,63, 1,11 и 2,55%. Животные этой группы также лучше переваривали сырую золу, кальций и фосфор на 4,18, 6,4 ($P<0,05$) и 5,4 % ($P<0,05$) по сравнению с контрольными животными (табл. 3).

Результаты наших опытов согласуются с данными исследователей (Крохина, и др. 2001; Юрьев, 2004; Кирилов, и др. 2009), которые отмечают, что включение ферментного препарата МЭК-СХ-2 в стартерные комбикорма с высокой удельной массой ячменя позволило при выращивании поросят до 60 и с 60 до 105-дневного возраста увеличить среднесуточные приросты массы на 9-14,9 % и снизить затраты корма на единицу прироста на 8,1-13,5% и повышает доступность питательных веществ рациона. В экспериментах на поросятах (Павлов, и др., 2011; Смирнов, Лаврентьев, 2013; Сыницин, и др., 2017; Лаврентьев, Данилова, 2017) показана возможность устранения негативных свойств зерна введением в комбикорм ферментов ксиланазы и бета-глюканазы, которые способствуют повышению среднесуточного прироста живой массы при высоком уровне ячменя в рационе.

От уровня использования азота корма животным в значительной степени зависит эффективность белкового обмена в теле. Полученные данные по использованию азота корма подопытными подсинками показывают (табл. 4), что при разном потреблении азота с кормом подопытные поросята не одинаково его использовали. Лучшими по среднесуточному отложению азота в теле были поросята III и V групп. В среднем поросята III группы за сутки откладывали в теле по 18,24 г ($P<0,05$ при сравнении с контролем?) азота или использовали его на 53,0% от принятого и на 66,1% от переваренного. У поросят V группы среднесуточный

уровень отложения азота в теле составил 19,33 г, при переваривании его на 52,3% от принятого и 66,1% от переваренного, а у поросят контрольной группы – 17,35 г, или 50,9% от принятого и 64,7% от переваренного. Подсвинки III и V групп по суточному отложению азота в теле превосходили своих сверстников контрольной группы на 0,89 г или на 5,1% ($P<0,05$) и на 1,98 г, или на 11,4% ($P<0,05$) соответственно.

Таблица 4. *Использование азота корма* ($M\pm m$, $n=3$)

Показатели	Группы				
	I (К)	II (АКС75)	III (АКС100)	IV (АЦ75)	V (АЦ100)
Принято азота с кормом, г/сут	34,4 $\pm$ 0,04	36,91 $\pm$ 0,18	34,44 $\pm$ 0,08	36,90 $\pm$ 0,05	36,93 $\pm$ 0,04
Выделено: с калом, г/сут	7,62 $\pm$ 0,14	8,12 $\pm$ 0,01	6,83 $\pm$ 0,44	8,06 $\pm$ 0,05	7,54 $\pm$ 0,31
с мочой, г/сут	9,43 $\pm$ 0,19	11,29 $\pm$ 0,02	9,37 $\pm$ 0,33	10,19 $\pm$ 0,5	10,06 $\pm$ 0,4
Переварено, г/сут	26,78 $\pm$ 0,24	28,79 $\pm$ 0,22	27,61 $\pm$ 0,28	28,84 $\pm$ 0,34	29,39 $\pm$ 0,29
%	77,84 $\pm$ 0,83	78,01 $\pm$ 0,08	80,17 $\pm$ 1,27	78,14 $\pm$ 0,19	79,58 $\pm$ 0,83
Отложено в теле:	17,35 $\pm$ 0,18	17,50 $\pm$ 0,14	18,24 $\pm$ 0,12*	18,65 $\pm$ 0,11	19,33 $\pm$ 0,14*
% от принятого	50,43 $\pm$ 0,22	47,41 $\pm$ 0,19	52,96 $\pm$ 0,33	50,56 $\pm$ 0,34	52,34 $\pm$ 0,20
% от переваренного	64,78 $\pm$ 0,36	60,78 $\pm$ 0,32	66,06 $\pm$ 0,38	65,70 $\pm$ 0,38	65,77 $\pm$ 0,35

Полученные данные свидетельствуют о том, что использованные в опыте ферментные препараты способствовали не только повышению переваримости питательных веществ корма в желудочно-кишечном тракте, но и улучшению использования принятой его части в организме животных опытных групп по сравнению с контролем. Данные по параметрам использования азота корма подтверждаются показателями по интенсивности роста свиней.

По данным балансового опыта, энергия переваримых питательных веществ у подопытных поросят была в пределах 79-81%. Потери энергии с калом были минимальными в III и V группах, а эффективность использования обменной энергии была выше на 1,6 и 1,51% выше по сравнению с контрольной группой.

По результатам проведенного опыта была рассчитана экономическая эффективность и целесообразность использования при выращивании молодняка свиней в составе комбикормов биологически активных ферментных добавок. Применение новых ферментных добавок АКС и АЦ в дозе 100 г на тонну комбикорма в рационах растущих поросят за период дорастивания обеспечило получение дополнительной чистой прибыли в пределах 235 -260 рублей на голову.

Заключение

Ввод в состав комбикормов для растущих свиней новых ферментных препаратов «Агроксил премиум» с активностью ксиланазы 2540 Ед/г и целлюлазы 3230 Ед/г в дозе 100 г/т и «Агроцелл плюс» с активностью ксиланазы 450 Ед/г и целлюлазы 2300 Ед/г в дозе 100 г на тонну комбикорма способствует повышению среднесуточных приростов на 9,6-10,1% и снижает расход корма на единицу прироста на 6,8-7,8%. Эти данные подтверждены результатами балансового опыта, в котором выявлено повышение переваримости основных питательных веществ, особенно сырой клетчатки и некрахмалистых полисахаридов, увеличение ретенции азота, кальция, фосфора и эффективности использования обменной энергии корма. Расчеты экономической эффективности подтвердили обоснованность использования новых ферментных добавок в кормлении растущих свиней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирилов, М., Виноградов В., Чабаяев М., Кумарин С., Некрасов Р., Кумарин В., Гусев И., Удалова Э. Эффективность использования в комбикормах для свиней мультиэнзимной композиции МЭК-СХ-4 // Зоотехния. – 2009. – Т. 5. – С. 7-10.
2. Кононенко С.И. Ферментный препарат в кормлении свиней // Научный журнал Куб. ГАУ. – 2012. – Т. 78. – № 4. – С. 1-23.

3. Костылева Е., Великорецкая И., Середа А., Цурикова Н., Бетин А., Синицын А. Комплексный ферментный препарат в зернобобовых рационах свиней // Комбикорма. – 2017. – № 9. – С. 98-100.
4. Крохина В.А., Антошин В.В., Удалова Э.В. Мультиэнзимная композиция в комбикормах для поросят // Комбикорма. – 2000. – № 7. – С. 47-48.
5. 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.
6. Лаврентьев А., Данилова Н. Отечественные ферменты в комбикормах для свиней // Зоотехния. – 2017. – № 4. – С. 55-56.
7. Логунов В., Ленкова Т., Ложкина И. Ферментные препараты фирмы «Хехст» // Комбикормовая промышленность. – 1996. – № 7. – С. 127-164.
8. Кальницкий Б.Д. (Ред.). Методы биохимического анализа. – Боровск: ВНИИФБиП, 1997. – 356 с.
9. Некрасов Р., Чабаяев М., Зеленченкова А., Силин М. Влияние ферментных препаратов на продуктивность поросят // Комбикорма. – 2017. – № 2. – С. 86-88.
10. Калашников А.П., Фисинин В.И., Щеглов В.В., Клейменов Н.И. (Ред.) Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. М.: Агропромиздат, 2003. – 456 с.
11. Павлов Д.С., Егоров И.А., Некрасов Р.В. и др. Использование биологически активных кормовых добавок для повышения питательных свойств комбикормов и увеличения норм ввода в комбикорма шротов и жмыхов // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2011. – № 1. – С. 89-92.
12. Синицын А.П. Бетин А.Н., Цурикова Н.В., Костылева Е.В., Середа А.С., Великорецкая И.А. Эффективность применения нового комплексного ферментного препарата на основе штамма *Penicillium canescens* при откорме свиней // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2017. – № 7. – С. 58-64.
13. Смирнов Д.Ю., Лаврентьев А.Ю. Совместное применение ферментных препаратов и их влияние на мясную продуктивность // Свиноводство. – 2013. – № 8. – С. 33-35.
14. 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.
15. Фисинин В.И., Калашников В.В., Драганов И.Ф., Амерханов Х.А. (Ред.). Новое в кормлении животных. – М.: Изд. РГАУ-МСХА, 2012. – 612 с.
16. Шулаев Г., Бетин А., Энгватов В. Отечественные ферментные препараты в комбикормах для свиней // Комбикорма. – 2011. – № 2. – С. 87-88.
17. Юрьев А.И. Экзогенные ферменты повышают доступность питательных веществ // Зоотехния. – 2004. – № 10. – С. 34.
18. Adams C.A. The use of enzyme in feed manufacture and animal nutrition // Feed Compounder. – 1989. – Vol. 9. – No. 10. – P. 34-37.
19. Aman P., Graham H. Mixed-linked β (1-3), (1-4), D-glucans in the cell walls of barley and oats-chemistry and nutrition // Scand. J. Gastroent. – 1987. – Vol. 22. – No. 2(Sup. 129). – P. 42-51.
20. Donkers W. New generation of enzyme reduces digestive upsets // Pigs. – 1990. – Vol. 6. – No. 1. – P. 19-20.
21. Dierick N.A. Biotechnology aids to improve feed and feed digestion enzymes and fermentation // Arch. Anim. Nutrit. – 1989. – Vol. 39. – No. 3. – P. 241-246.
22. Inbarr J. Enzymes improve liquid feeding // Pigs. – 1991. – Vol. 7. – No. 2. – P. 28-29.
23. Makkink C. Enzymmbeimischungen bei Schweinefutter // Kraftfutter. – 1989. – Vol. 72. – No. 12. – P. 482-483.

REFERENCES

1. Adams C.A. The use of enzyme in feed manufacture and animal nutrition. *Feed Compounder*. 1989, 9(10): 34-37.
2. Aman P., Graham H. Mixed-linked β (1-3), (1-4), D-glucans in the cell walls of barley and oats-chemistry and nutrition. *Scand. J. Gastroent.* 1987, 22(2 Sup. 129): 42-51.
3. Donkers W. New generation of enzyme reduces digestive upsets. *Pigs*. 1990, 6(1): 19-20.
4. Dierick N.A. Biotechnology aids to improve feed and feed digestion enzymes and fermentation. *Arch. Anim. Nutrit.* 1989, 39(3): 241-246.
5. Fisinin V.I., Kalashnikov V.V., Draganov I.F., Amerkhanov Kh.A. (Eds). *Novoe v kormlenii zhivotnykh* (New in animal feeding). Moscow: RGAU-MSKhA Publ., 2012, 616 p.
6. Inbarr J. Enzymes improve liquid feeding. *Pigs*. 1991, 7(2) 28-29.

7. Kalashnikov A.P., Fisinin V.I., Shcheglov V.V., Kleimenov N.I. (Eds.). *Normy i ratsiony dlya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh* (Feeding norms and diets for farm animals). Moscow: Agropromizdat, 2003, 456 p.
8. Kal'nitskii B.D. (Ed.) *Metody biokhimicheskogo analiza* [Methods of biochemical analysis]. Borovsk, 1997, 356 p.
9. Kirilov, M., Vinogradov V., Chabaev M., Kumarin S., Nekrasov R., Kumarin V., Gusev I., Udalova E. [Efficiency of use in compound feeds for pigs multi-enzyme composition IEC-CX-4]. *Zootekhniya - Zootechnics*. 2009, 5: 7-10.
10. Kononenko S.I. [Enzyme preparation in pig feeding]. *Nauchnyi zhurnal Kub. GAU - Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University*. 2012, 78(4): 1-23.
11. Kostyleva E., Velikoretskaya I., Sereda A., Tsurikova N., Betin A., Sinitsyn A. [Complex enzyme preparation in leguminous rations of pigs]. *Kombikorma - Mixed Feeds*. 2017, 9: 98-100.
12. Krokhina V.A., Antoshin V.V., Udalova E.V. [Multienzyme composition in pig feed]. *Kombikorma - Mixed Feeds*. 2000, 7: 47-48.
13. Krokhina V.A. Karabanov A.V., Udalova E.V., Ryzhova T.M. [Fattening feeds on compound feeds with a new enzyme additive]. *Zootekhniya - Zootechnics*. 2001, 10: 19-21.
14. Lavrent'ev A., Danilova N. [Russian enzymes in feed for pigs]. *Zootekhniya - Zootechnics*. 2017, 4: 55-56.
15. Logunov V., Lenkova T., Lozhkina I. [Enzyme preparations company Hoechst]. *Kombikormovaya promyshlennost' - Mixed Feed Industry*. 1996, 7: 127-164.
16. Makink C. Enzymebeimischungen bei Schweinefutter. *Kraftfutter*. 1989, 72(12): 482-483.
17. Nekrasov R., Chabaev M., Zelenchenkova A., Silin M. [The effect of enzyme preparations on piglet productivity]. *Kombikorma - Mixed Feeds*. 2017, 2: 86-88.
18. Pavlov D.S., Egorov I.A., Nekrasov R.V. et al. [The use of biologically active feed additives to improve the nutritional properties of animal feed and increase the rate of input in the feed of presscakes and oilcakes]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology*. 2011, 1: 89-92.
19. Shulaev G. Betin A., Engovatov V. [Russian enzyme preparations in animal feed for pigs]. *Kombikorma - Mixed Feeds*. 2011, 2: 87-88.
20. Sinitsyn A.P. Betin A.N., Tsurikova N.V., Kostyleva E.V., Sereda A.S., Velikoretskaya I.A. [The effectiveness of a new complex enzyme preparation based on the strain of *Penicillium canescens* in fattening pigs]. *Veterinariya, zootekhniya i biotekhnologiya - Veterinary science, zootechny and biotechnology*. 2017, 7: 58-64.
21. Smirnov D.Yu., Lavrent'ev A.Yu. [Combined use of enzyme preparations and their effect on meat productivity]. *Svinovodstvo - Pig Breeding*. 2013, 8: 33-35.
22. Strekozov N.I., Kirilov M.P., Krokhina V.A. et al. *Ispol'zovanie kompleksnykh fermentnykh preparatov v proizvodstve rozh' soderzhashchikh kombikormov (rekomentatsii)* (The use of complex enzyme preparations in the production of rye containing animal feed (recommendations). Moscow: Informagrotekh Publ., 1998, 16 p.
23. Yur'ev A.I. [Exogenous enzymes increase nutrient availability]. *Zootekhniya - Zootechnics*. 2004, 10: 34.

Efficiency of using enzyme preparations of new generation for growing pigs

Niyazov N.S.-A.

Institute of Animal Physiology, Biochemistry and Nutrition - Branch of Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Borovsk, Kaluga oblast, Russian Federation

ABSTRACT. The Federal Research Center for Biotechnology of the Russian Academy of Sciences, jointly with LLC Agroferment, developed new enzyme preparations Agroxil Premium (AXIP) and Agroc cell plus (AC+), possessing cellulase and xylanase activity and being able to effectively break down non-starch polysaccharides of grain crops and improve nutrients digestibility and absorption. The aim of the research is to study the zootechnical and economic efficiency of using these preparations as part of mixed feeds for growing cross-bred meat-type piglets. Five experimental groups of pigs of 10 animals each received full-feed with the addition of enzyme preparations for the period of the experiment, and the pigs of the control group were fed the basic ration. To piglets of II and III groups, AXIP was introduced into the feed at a dose of 75 g and 100 g, and to piglets of IV and V groups – AC+ at a dose of 75 g and 100 g per ton of feed, respectively. The addition of AXIP and AC+ feed in the amount of 100 g per ton of feed provided an increase in average daily LWG by 9.6-10.1% ($P < 0.05$), reduced feed consumption per unit of LWG by 6.8-7, 8% compared to control. Pigs of III and V groups digested the dry matter of the ration better by 0.92-1.31%, protein - by 2.33-1.74%, fat - by 3.2-2.1%, fiber - by 3.9 -4.7%, non-starch polysaccharides - by 2.04-2.55%, calcium - by 2.85-6.4%, phosphorus - by 1.85-5.4%, gross energy - by 1.38-1.63%, and metabolizable nitrogen - by 5.1-11.4% compared with the control group. The largest net profit per head was received in the III and V groups.

Keywords: pigs, dairy enzyme supplementation, growth rate, feed conversion, nutrient digestibility, nitrogen utilization

Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology, 2019, 1: 76-84

Поступило в редакцию: 26.10.2018

Получено после доработки: 28.02.2019

Ниязов Нияз Саид-Алиевич, д.б.н., зав. лаб., тел. 8(961)005-54-00