



8. Программа кормления ЗАО «Ассортимент АГРО» для ценных видов рыб.
9. <http://www.merke.ru/production/>
10. <http://www.coppens.eu>
11. <http://www.bio-oregon.com/sustainability>
12. <http://www.tehkorm.ru>
13. <http://www.skretting/o-kompanii.html>
14. <http://www.vostokagro.r>
15. <http://www.aller-aqua.com>
16. Albert G. J. Tacon *The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. A training manual programme.* // Albert G. J. Tacon. – Brasilia – Food and Agriculture Organization of the United Nations, June, 1987. – P. 132.
17. Остроумова, И.Н. Биологические основы кормления рыб. [Текст]: монография / И.Н. Остроумова; ГОСНИОРХ; Санкт-Петербург, 2001. – 373 с.
18. Породы радужной форели. (*Oncorhynchus mykiss*). [Текст] / А.К. Богерук [и др.]; М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 316с.

Поступила 03.2010

Адреса для переписки:

вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039



УДК 636.98.085.55:678.

А.А. КОЧЕТОВА, канд. техн. наук, доцент, С.П. РЕШТА, канд. техн. наук, доцент,
А.В. МАКАРИНСКАЯ, канд. техн. наук, доцент, докторант, А.И. ШАРОВА, научн. сотр. ПНИЛ,
студенты: Ю.М. ДОБЫНДА, В. СЕРГЕЕВА, С.В. ЛЯЩУК, Н.М. ГОРБАЧ
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРУДИРОВАНИЯ НА УГЛЕВОДНЫЙ КОМПЛЕКС КОМПОЗИЦИОННЫХ СМЕСЕЙ

В статье представлены результаты изучения влияния технологического процесса экструдирования на содержание водорастворимой, легкогидролизуемой фракций углеводов и содержание сырой клетчатки в композиционных смесях, составленных из зерна ячменя, зерна кукурузы и пшеничных отрубей при различном массовом соотношении, а также смесей с добавлением органических подкислителей (лимонная, бензойная, уксусная, соляная кислоты) в количестве 0,1 %.

Ключевые слова: композиционные смеси, зерно ячменя, зерно кукурузы, пшеничные отруби, подкислители, смеси органических кислот, водорастворимые углеводы, легкогидролизуемые углеводы, сырая клетчатка, технологический процесс, экструдирование.

In article results of studying of influence of technological process extrusion on the maintenance water-soluble, легкогидролизуемой fractions of carbohydrates and the maintenance crude клетчатки in the composite mixes made of grain of barley, grain of corn and wheaten bran are presented at a various mass parity, and also mixes with addition organic acids (lemon, bensoynaya, acetic, hydrochloric acids) in number of 0,1 %.

Keywords: composite mixes, barley grain, corn grain, wheaten bran, organic acids, water-soluble carbohydrates, carbohydrates, technological process, extrusion.

Питание – важнейшая функция жизнедеятельности организма. Рост и развитие сельскохозяйственных животных, птицы, рыбы, их продуктивность, качество получаемой животноводческой продукции определяется закономерностями многообразных процессов обмена веществ и энергии. Эти закономерности подчинены общим биологическим законам.

Уровень организации, способы кормления, питательность отдельных кормов и рационов в целом, режим кормления и другие факторы оказывают существенное влияние на перерабатывающую способность желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), характер обмена веществ и энергии, что в свою очередь определяет эффективную продуктивность животноводства и птицеводства [1].

Рентабельное производство продукции свиноводства предполагает наиболее полное использование генетического потенциала продуктивности свиной, который под воздействием селекции постоянно повышается. Условия окружающей среды должны полностью отвечать биологическим потребностям свиной и только в этом случае использование генетического потенциала, обусловленного возможностями продуктивности, может приближаться к 100%. Как

известно, в структуре себестоимости мяса и сала свиной 2/3 затрат приходится на долю комбикормов. В связи с этим, повышение эффективности использования комбикормов – одна из важнейших задач, стоящих перед работниками свиноводства, а также и комбикормовой промышленности, особенно, если выращивание свиной осуществляют в промышленных масштабах на животноводческих комплексах, где комбикорма составляют основной рацион.

Эффективность свиноводства в большей степени зависит от решения проблемы усвояемости кормов. Отсутствие у свиной ферментов, разрушающих полисахариды пшеницы, ячменя, овса, ржи, кукурузы ухудшают конверсию корма и снижают количество мясной продукции [2]. Так же в промышленном производстве свиной особо важным технологическим этапом является организация правильного выращивания поросят на раннем этапе отъема (на 28-29 день). Чем больше условия кормления и содержания будут соответствовать биологическим особенностям роста и развития животных, тем выше ожидаемый хозяйственный эффект.

Период с 60 до 120-дневного возраста у поросят характеризуется интенсивным ростом мышечной,



костной тканей и органов пищеварения. При полноценном кормлении в условиях хорошего содержания живая масса подсвинков к концу периода дорастивания, т.е. 4-х месячному возрасту (в условиях животноводческого комплекса 104-106 дней) с 17-20 кг в 60-ти дневном возрасте достигает в среднем 35-40 кг. Одним из основных элементов питания интенсивного роста и развития поросят является уровень обменной энергии. Суточная потребность поросят отъемышей в обменной энергии зависит от ожидаемого прироста массы: при среднесуточном приросте массы 350-400 г требуется 16-17, а при 450-500 г – 20-22 МДж. Чтобы обеспечить поросят в таком количестве энергии, им необходимо скармливать высокоэнергетические корма - зерно овса без пленок, ячменя, кукурузы, пшеницы, долю которых в рационе доводят до 60 % от общей питательности, а также корма, содержащие легкорастворимые углеводы [3].

Форма углеводов, их растворимость и связанная с этим потребность в других веществах, так, например, потребность в витаминах и аминокислотах зависит от характера углеводов, поступающих с кормом рациона. Уменьшение потребности в витаминах при скармливании менее растворимых углеводов связано с увеличением синтеза этих витаминов микроорганизмами кишечника. Так, содержимое кишечника животных, получавших рационы, в которых в качестве основного углевода присутствуют декстрины, обычно значительно богаче витаминами комплекса В, нежели содержимое кишечника животных, получавших в рационе сахарозу.

При наличии в корме растворимых углеводов снижается потребность свиней в аминокислотах. Установлено, что на потребность в аминокислотах оказывает влияние время всасывания питательных веществ из кишечника, при наличии слабо растворимых углеводов в комбикорме времени требуется значительно больше.

Клетчатка в питании свиней играет роль фактора, влияющего на моторику кишечника. При включении клетчатки в рацион свиней на откорме в количестве 3,5–5,0% от массы положительно отражается на среднесуточном приросте живой массы, а при более высоких уровнях клетчатки качество туши снижается [4, 5]. Вместе с тем, увеличение содержания клетчатки на 1% снижает среднесуточный прирост живой массы свиней на 16 г и увеличивает затраты корма на 1 кг прироста примерно на 0,13 кормовой единицы [6].

Развитие свиноводства на современном этапе требует создания прочных контактов между наукой и производством [7]. Не менее важным фактором для повышения эффективности свиноводства является оптимизация кормопроизводства и в первую очередь увеличение не только производства зернобобовых культур, но и рациональное и эффективное их использование путем применения специальных способов обработки, к числу которых относится экструдирование.

Целью работы является повышение качества и улучшение конверсии корма полнорационных комбикормов для поросят-отъемышей в результате при-

менения экструдированных композиционных смесей (КС), состоящих из зерна ячменя, кукурузы и пшеничных отрубей с добавлением подкислителей.

Ожидаемые результаты: экструдирование зерна ячменя и зерна кукурузы должно повысить их переваримость вследствие гидролиза сложных биополимеров (образование декстринов и сахаров путем гидролиза крахмала и гемицеллюлоз), улучшить вкусовые достоинства (вследствие реакции меланоидинообразования), повысить санитарное качество зерновых культур (действие высокой температуры). Вследствие механического воздействия рабочих органов экструдера и связанных с этим давления, истирания, высокой температуры возможно повышение эффективности усвоения КС благодаря увеличению массовой доли легкоусвояемой и водорастворимой фракций гемицеллюлоз смеси.

Научная новизна работы состоит в том, что экструдированию подвергают порцию трехкомпонентной смеси, состоящей из зерна ячменя, зерна кукурузы и отрубей пшеничных при следующих массовых соотношениях соответственно (%):

- КС №1 – 47,5 + 47,5 + 5,0;
- КС №2 – 80,0 + 10,0 + 10,0;
- КС №3 – 70,0 + 15,0 + 15,0;
- КС №4 – 60,0 + 20,0 + 20,0.

Применение в составе КС подкислителей в виде органических кислот (соляной, уксусной, лимонной, бензойной) может непосредственно модулировать развитие клеток слизистой оболочки, и, таким образом, способствовать быстрому восстановлению эпителия пищеварительного тракта и увеличению общей абсорбционной поверхности. О данном факте свидетельствуют результаты исследований, которые показали, что подкисление рационов поросят является хорошим способом улучшения секреции эндогенных панкреатических ферментов, таких как трипсин или хемотрипсин у молодняка [8]. Следует заметить, что массовые доли свободных моносахаридов в составе ячменя, кукурузы и пшеничных отрубей выражены в следовых количествах. Что касается олигосахаридов, то они в данном сырье представлены мальтозой, раффинозой и сахарозой в количествах 0,22–1,39 %. Наибольший научный интерес в связи с указанной целью работы представляет полисахаридный состав зерновых компонентов, а именно гемицеллюлозы, например, β-глюкан в ячмене составляет до 10,7 %, тогда как у кукурузы и отрубей он представлен в следовых количествах; массовая доля пентозанов колеблется в пределах 4,0–25,0 %; некрахмалистые полисахариды – 5–28 % (наименьшие доли у кукурузы и наибольшие – у пшеничных отрубей); содержание целлюлозы колеблется в пределах 1,9–13,6 % (наименьшее ее количество у кукурузы и наибольшее - у пшеничных отрубей, соответственно). Массовая доля крахмала составляет 45,3–59,7 % (наибольшая доля у кукурузы, а наименьшая, соответственно, у пшеничных отрубей). Пектиновые вещества определялись только у ячменя – 2 % [9]. Важно также отметить, что усвояемость вышеперечисленных фракций амилотическими ферментами предмет дальнейших исследований.



Для изучения влияния технологического процесса экструдирования на углеводный комплекс КС в

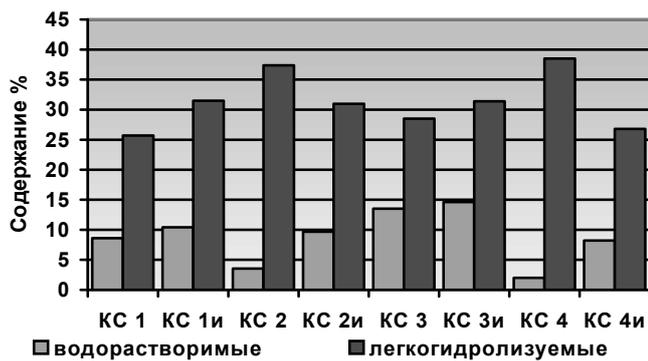


Рис. 1. Диаграмма изменения содержания водорастворимых и легкогидролизуемых фракций углеводов в КС под воздействием экструдирования.

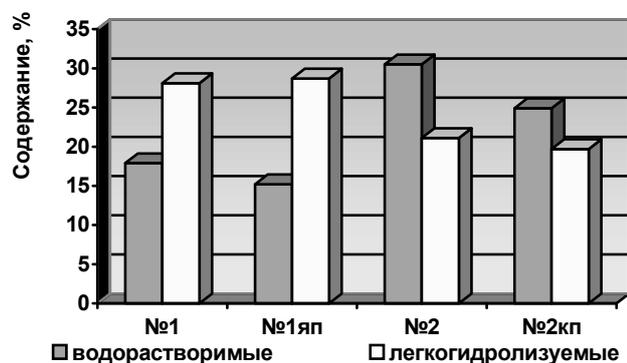


Рис. 2. Влияние подкислителей на изменение содержания водорастворимых и легкогидролизуемых фракций углеводов в зерновом сырье после их экструдирования.

работе исследовали вышеуказанные смеси, как без измельчения (№1, №2, №3, №4), так и предварительно измельченные (№1и, №2и, №3и, №4и) в молотковой дробилке с ситом диаметром отверстий в ситовой обечайке 3 мм. Полученные КС экструдировали в производственном экструдере ЭЗ-150 (Черкассыэлеватормаш) при следующих технологических режимах: массовое содержание влаги в КС 15 %, давление в рабочей зоне экструдера Р=2,0-3,0 мПа, продолжительность процесса обработки τ=60-120 с, диаметр

отверстий матрицы Ø=10 мм, температура экструдата на выходе t=100-110°C.

На рис. 1 представлена диаграмма изменения содержания водорастворимых и легкогидролизуемых фракций углеводов в измельченных и не измельченных КС подвергнутых экструдированию.

Анализируя полученные данные, следует отметить, что происходит перераспределение этих фракций в смесях, что обусловлено режимами экструдирования, которое в основном приводит к увеличению их суммарного содержания в пределах 9,5–22,1 % у предварительно измельченных КС.

Уменьшение массовой доли суммы легкогидролизуемых и водорастворимых углеводов наблюдается у КС № 4 с наибольшим содержанием пшеничных отрубей, что очевидно связано с их морфологическими особенностями и большим содержанием в них целлюлозы в сравнении с зерном кукурузы, которое не подвергается гидролитическому воздействию во время процесса измельчения и увлажнения зерновой смеси.

Для изучения влияния подкислителей на изменение содержания водорастворимых и легкогидролизуемых фракций углеводов в зерновом сырье, подвергнутом экструдированию, исследовали в качестве контрольных образцов исходное зерно, в качестве опытных – зерновое сырье, предварительно подкисленное смесью органических кислот в соотношении (1:1) до содержания массовой доли влаги в КС на уровне 15 %:

- образец №1 - зерно ячменя;
- образец №2 - зерно кукурузы;
- образец №1яп - ячмень, подкисленный смесью лимонной и бензойной кислот;
- образец №2кп - кукуруза, подкисленная смесью соляной и уксусной кислот.

Результаты исследований приведены на рис. 2.

Следует отметить, что введение подкислителей достоверно уменьшает массовую долю суммы обеих фракций у данных видов сырья на 4,56–13,56 %, для ячменя и кукурузы, соответственно. Так как введение смеси органических кислот производилось на стадии предварительного увлажнения сырья, то, вероятно,

Таблица 1 - Химический состав и качественные показатели КС после экструдирования

Образец	Массовая доля, %					Кислотность, °Н	Степень взорванности экструдата
	СП	СЖ	СК	СЗ	влаги		
КС №1 (47,5+47,5+5,0)	10,30	1,28	5,62	2,31	8,7	5,72	2,07
КС №1и	10,90	2,49	5,24	2,53	7,7	5,21	2,10
КС №2 (80,0+10,0+10,0)	10,90	1,59	5,44	2,94	8,9	4,21	1,85
КС №2и	10,10	1,56	5,42	2,88	7,3	4,83	1,98
КС №3 (70,0+15,0+15,0)	10,60	2,74	6,56	2,42	8,0	5,12	1,60
КС №3и	10,90	3,06	5,90	2,36	8,2	4,91	1,40
КС №4 (60,0+20,0+20,0)	11,40	1,91	6,15	2,81	7,3	5,48	1,66
КС №4и	11,60	1,55	5,06	2,78	5,9	5,88	1,77
№1 ячмень	11,20	2,60	4,00	2,30	6,8	3,61	1,87
№1 яп	11,00	2,69	4,15	2,20	7,3	4,06	1,52
№2 кукуруза	9,00	3,28	2,96	1,27	6,6	6,99	1,50
№2 кп	8,80	3,37	2,93	1,25	6,5	6,67	1,41



Таблиця 2

Изменение общей кислотности в образцах КС в процессе хранения

№ образца	Соотношение компонентов КС	Общая кислотность до экструдирования, °Н	Общая кислотность, °Н/ изменения к исх. ±Δ					
			Срок хранения, дни					
			15	±Δ	30	±Δ	45	±Δ
1	47,5+47,5+5	3,80	4,00	+5,3	4,50	+12,5	5,72	+43,0
1и		3,90	4,48	+14,9	4,75	+4,9	5,21	+16,3
2	80+10+10	3,74	4,06	+8,5	4,12	+1,5	4,21	+3,7
2и		3,86	4,60	+19,2	4,71	+2,4	4,83	+6,5
3	70+15+15	3,70	4,10	+10,8	4,80	+17,1	5,12	+7,3
3и		3,79	4,28	+12,9	4,84	+13,1	4,91	+14,7
4	60+20+20	3,96	4,30	+8,6	4,96	+15,3	5,48	+27,4
4и		4,00	4,44	+11,0	5,00	+12,6	5,88	+32,4

это приводило к частичному гидролизу гемицеллюлоз еще на стадии подготовки и разрушению углеводной составляющей на стадии экструдирования. Возможное накопление низкомолекулярных декстринов приводит к реакции меланоидинообразования и снижению водорастворимых и легкогидролизуемых фракций углеводов КС.

В работе также было исследовано влияние экструдирования на химический состав (СП – «сырой» протеин, СЖ – «сырой» жир, СК – «сырая» клетчатка) КС и качественные показатели экструдатов (общая кислотность КС, степень взорванности) [10], результаты исследования приведены в табл. 1.

Изменение общей кислотности в образцах КС до и после их экструдирования изучали при хранении в течение 45 дней в нерегулируемых условиях при температуре $t = 16-19^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха $\psi = 70-80\%$ (табл. 2).

Массовая доля «сырого» протеина, «сырой» клетчатки, «сырой» золы в зерне ячменя выше, чем в зерне кукурузы на 19,6%, 35,13% и 44,78%, соответственно; а «сырого» жира и общей кислотности меньше на 26,15% и 48,35%, соответственно. Степень взорванности исходного сырья имеет сопоставимые значения. Следует отметить, что подкисление зерна не привело к существенным изменениям исследуемых параметров и находится в пределах ошибки опыта. Для исследуемых смесей значения массовой

доли «сырого» протеина колебались в пределах 10,10-11,60%, «сырого» жира – 1,28-3,06%, «сырой» клетчатки 5,06-6,56%, «сырой» золы 2,31-2,94%, соответственно, влажность составляла 5,90-8,90%, а степень взорванности – 1,40-2,10%.

Измельчение зерновых смесей не привело к достоверным значительным изменениям в химическом составе КС и находится в пределах ошибки опыта.

Анализ данных табл. 2 показывает, что кислотность всех измельченных образцов КС до экструдирования выше, чем не измельченных. Экструдирование и связанные с этим деформационные и биохимические процессы, которые проходят в основных биополимерах зерна и пшеничных отрубей интенсифицируют повышение гидролитических процессов, что, по-видимому, и вызывает изменение общей кислотности в сторону увеличения.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что применение технологического процесса экструдирования композиционных зерновых смесей повышает их питательную ценность за счет увеличения фракций легкогидролизуемых углеводов на 10-20%. При составлении рационов для свиней, особенно для молодняка, целесообразно применять экструдированные смеси зернового сырья, в состав которых можно включать отруби пшеничные в количестве до 15%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов В. Научное обеспечение свиноводства / Комбикорма, № 4. - 2008. - С. 11-14.
2. Злочевский А. Как развить комбикормовую отрасль / Комбикорма, № 7. - 2008. - С. 30.
3. Богданов Г.А. Кормление сельскохозяйственных животных. 2-ое издан., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат. 1990. – 624 с.
4. Дмитроченко А.Л., Крылов В.М., Тошклина А.В. Практикум по кормлению сельскохозяйственных животных. Л.: Изд. «Колос», 1972. – 352с.
5. Практикум по кормлению сельскохозяйственных животных. Учебное пособие / Е.А. Петухова, Н.Т. Емелина, В.С. Крылова и др. – М.: Агропромиздат, 1990. – 253 с.
6. Справочник по кормлению сельскохозяйственных животных Степи Украины / [А.Н. Никитин, Н.Г. Разумей, Н.А. Савченко]. – Одесса: Маяк, 1982. – 199 с.
7. Омельченко, И. Жуков. Липидная добавка в рационах молодняка свиней / Комбикорма, № 3. - 2008. - С. 4-5.
8. Толоконников Ю.А., Тищенко А.В. Кормление сельскохозяйственных животных в промышленном животноводстве. – Л.: Колос Ленингр. отд-ние. - 1978. – 232 с.
9. / Комбикорма, № 1. - 2009. - С.
10. Братерский Ф.Д., Пелевин А.Д. Оценка качества сырья и комбикормов. – М.: Колос, 1983. – 319 с.
11. Роль желудочно-кишечного тракта в промежуточном обмене веществ: Сб.науч.тр. Т. XXX/Отв.ред. А.А. Алиев, ВНИИФБиП с.-х.животных. –Боровск, 1985. – 158 с.
12. Яров И.И. Потребность ремонтных свинок и свиноматок в энергии, протеине и аминокислотах. –М.: ВАСХНИЛ, 1981. – 62 с. /Обз.инф./ 636/Я76
13. Ноздрин Н.Т., Сагло А.Ф. Выращивание молодняка свиней. –М.: ВО Агропромиздат, 1990.-144 с. (Справочник). 636
14. Кормление свиней /И.С. Трончук, Б.Е. Фесина, Г.М. Почеряева и др. –М.: Агропромиздат, 1990. – 175 с. 636 /К 66.
15. Соколов Е.А. Микроскопический анализ кормов. –М.-Л.: Госиздат, 1928. – 119 с. 636.085/ С.

Поступила 04.2010

Адрес для переписки: ул. Канатная, 112, г. Одесса, 65039



ТЕХНОЛОГІЯ ТА ЯКІСТЬ