

Б.В. ЕГОРОВ, д-р техн. наук, профессор, Е.Е. ВОЕЦКАЯ, канд. техн. наук, доцент,
А.П. ЛАПИНСКАЯ, канд. техн. наук, И.С. РЯГУЗОВА аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий, г.Одесса

ЭКСТРУДИРОВАНИЕ - ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ЗЕРНА СОРГО ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИКОРМОВ

В статье рассмотрены различные способы подготовки зерна сорго при производстве комбикормов, а также исследованы технологические показатели полученных экструдатов.

Ключевые слова: сорго, экструдирование, способ, технологические показатели.

The paper considers various ways of preparing grain sorghum in the production of animal feed, and also studied physics and technological parameters obtained extrudates.

Keywords: sorghum, extrusion, way, physical and technological parameters.

Рациональное кормление животных базируется на обосновании систем производства, использовании и рациональном распределении кормовых ресурсов между разными возрастными, производственными группами животных в соответствии с их биологическими особенностями.

Изменения в сырьевой базе, отчасти: тенденция к снижению количества хлебных злаков в рационах, заражение микотоксинами зерна, мировой дефицит рыбной муки, запрет использования мясокостной муки, а в Украине кроме этого, еще и фальсификация и низкое качество этой группы кормовых средств, требуют использования побочных продуктов других производств, нетрадиционных кормовых средств. Перспективным является использование таких кормов как сорго, кормовые бобы, что требует в свою очередь решения проблем доступности питательных веществ и инактивации антипитательных веществ. Этот вопрос приобретает особую актуальность при условии использования современных пород животных, которые отличаются заданными параметрами обмена веществ и снижения адаптационных резервов, требуют сбалансированных и доступных рационов.

Сорго является важной кормовой, технической и продовольственной культурой, которая занимает широкий ареал возделывания во всем мире. Целесообразность возделывания сорго в засушливых и полусухих районах стран СНГ обусловлено его высокой продуктивностью и универсальностью использования. Его зеленая масса и зерно охотно поедается всеми видами сельскохозяйственных животных и птицы. Сорго не только высокоурожайная культура, но и богатая углеводами, белками, аминокислотами, минеральными веществами, витаминами, которые играют важную роль в повышении продуктивности животных. Зерно сорго содержит в среднем 70 % крахмала, более 12 % белка, 3,5 % жира и является прекрасным концентрированным кормом. По питательной ценности зерно сорго и зеленая масса его почти не уступают кукурузе. Зерно сорго является прекрасным концентрированным кормом для свиней, птицы, крупного рогатого скота, овец, лошадей, кроликов и даже прудовых рыб. По химическому составу оно содержит больше протеина, чем зерно кукурузы, а по переваримости несколько уступа-

ет последнему.

Зерно сорго отличается более высоким содержанием макро- и микроэлементов, в сравнении с кукурузой и ячменем. В зерне сорго содержится в 4 раза больше калия, 1,5 раза – кальция и в 1,3 раза – магния, чем в зерне кукурузы. По содержанию незаменимых и основных аминокислот зерно сорго равноценно зерну кукурузы, но несколько уступает ячменному [1, 2, 3].

Учитывая вышесказанное, технология производства готовой продукции должна включать этапы подготовки компонентов в соответствии с физиологическими особенностями животных.

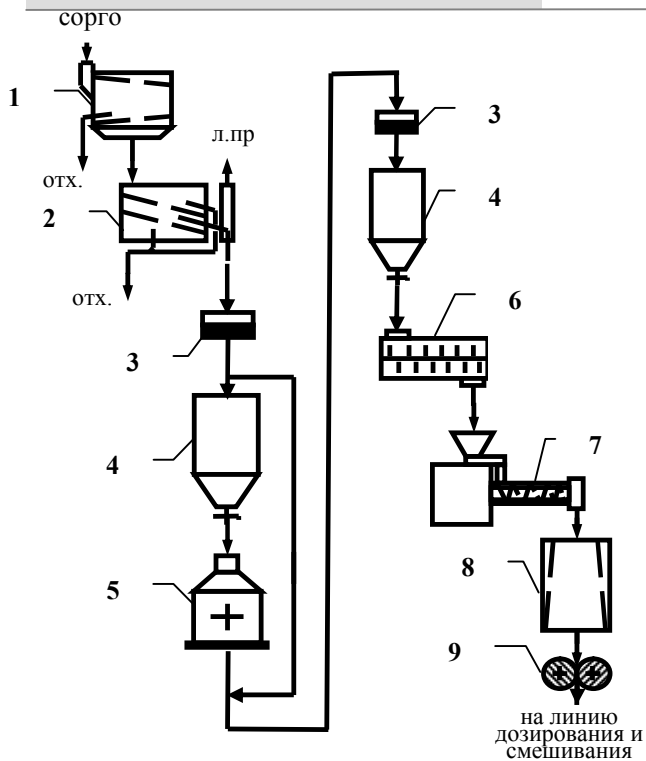
Многие отечественные и зарубежные ученые подтверждают возможность использования сорго как добавки, которая улучшает потребительские свойства готового продукта, а также возможность замены кукурузных и рисовых ингредиентов на сорго в экструдированной смеси [4].

Экструзионная технология один из самых перспективных и высокоэффективных процессов, совмещающий термо-, гидро- и механическую обработку сырья и позволяющий получить продукты нового поколения с заранее заданными свойствами, управляя исходным составом экструдированной смеси, механизмом физико-химических, механических, биохимических и микробиологических процессов.

В следствии разрушения крахмальных зерен во время влаготепловой обработки, количество крахмала в экструдатах уменьшается, а количество декстринов и сахаров увеличивается за счет протекания процесса гидролиза крахмала под действием высокой температуры и интенсивного механического воздействия, что в значительной мере повышает кормовую ценность зерна. Процесс экструдирования используется как для улучшения качества и питательной ценности кормов, так и для повышения санитарного состояния. Под действием высокой температуры и давления значительно уменьшается количество патогенной микрофлоры и плесневых грибов.

Цель работы заключалась в обосновании целесообразности использования процесса экструдирования для подготовки зерна сорго при производстве комбикормов.

Для решения поставленной цели были исследованы несколько способов подготовки зерна сорго:



1 – скальператор, 2 – сито-воздушный сепаратор, 3 – магнитный сепаратор, 4 – оперативный бункер, 5 – молотковая дробилка, 6 – увлажнительная машина, 7 – экструдер, 8 – охладитель, 9 – валковый измельчитель

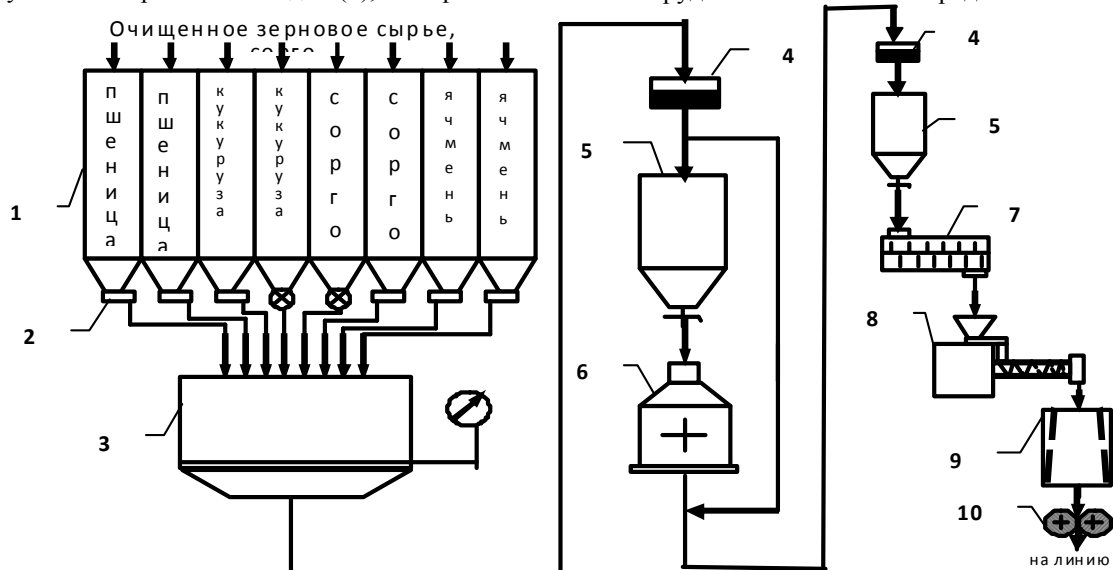
Рис. 1. Схема технологической линии экструдирования зерна сорго

I способ – экструдирование зерна сорго с последующим добавлением экструдата в состав порции зернового и белкового сырья (рис. 1);

II способ – экструдирование предварительной смеси зернового сырья и сорго (рис. 2);

III способ – экструдирование зерна сорго в составе комбикорма.

Согласно 1-му способу зерно сорго очищали от крупных некормовых отходов (1), минеральных и



1 – наддозаторные бункера, 2 – питатели, 3 – многокомпонентный весовой дозатор, 4 – магнитный сепаратор, 5 – оперативный бункер, 6 – молотковая дробилка, 7 – увлажнительная машина, 8 – экструдер, 9 – охладитель, 10 – валковый измельчитель

Рис. 2. Схема технологической линии экструдирования предсмеси зернового сырья

легких примесей (2), металломагнитных примесей (3). Затем очищенное зерно сорго при необходимости измельчали в молотковой дробилке, в которой устанавливали сито с отверстиями диаметром 2мм. Целое или измельченное зерно сорго увлажняли (6) до массового содержания влаги 16...18 % и экструдировали в пресс-экструдер 7 при следующих режимах: давление в рабочей зоне экструдера 2...3 МПа, продолжительность – 10 с, температура продукта на выходе 110...120°C. Полученный экструдат охлаждали (8) до температуры, которая не превышает температуру окружающего воздуха более чем на 10 °С, измельчали (9) и направляли на линию подготовки порции зернового и белкового сырья.

I способ может быть использован в случаях, когда нецелесообразно экструдировать зерновое сырье с целью снижения себестоимости комбикормовой продукции.

По 2-му способу подготовку зерна сорго осуществляли в смеси зернового сырья. Такой способ позволяет сократить количество транспортного и технологического оборудования, наддробильных бункеров, а также уменьшить затраты электроэнергии при измельчении предварительных смесей на 15...20 %

Следующий этап нашей работы заключался в разработке зерновых смесей, в состав которых входили кукуруза, пшеница и сорго в разном процентном соотношении, где содержание сорго варьировало от 17,2 до 51,5 % (табл. 1).

Для изучения технологических свойств исследуемых продуктов был изготовлен комбикорм с 10 и 30 %-м содержанием сорго. Готовые смеси и комбикорм подвергали экструдированию в промышленном экструдере марки ЭЗ-150 АО «Черкассы-элеватормаш». Экструдирование проводили при давлении в рабочей зоне экструдера 2...3 МПа, температуре 110...120°C, влажности 16...18%. Полученные экструдаты измельчали и определяли массовое соде

Таблиця 1

Состав предсмесей

№	Компоненты	Количество ввода, %		
		№1	№2	№3
1	Кукуруза	51,5	34,3	17,2
2	Пшеница	31,3	31,3	31,3
3	Сорго	17,2	34,4	51,5

кукурузы, а наибольшей – предсмесь с содержанием сорго 51,5 % необработанная.

В продуктах экструдирования также определяли показатели, которые характеризуют качественные изменения крахмала в процессе экструдирования (табл. 3). Наибольшим индексом расширения обладает экструдат кукурузы. При увеличении содержания сорго в зерносмеси с 17,2 до 51,5%, уменьшается значение индекса расширения и коэффициента расширения. Это объясняется тем, что экструдат кукурузы обладает большим индексом и коэффициентом расширения, чем экструдат сорго. При увеличении процентного содержания сорго в зерносмеси, уменьшается содержание кукурузы, что приводит к уменьшению индекса и коэффициента расширения. Также экструдат кукурузы обладает большей степенью набухания, чем экструдат сорго. Это и объясняет то, что при увеличении содержания сорго в комбикорме, уменьшается степень набухания.

Таблиця 2

Технологические показатели исследуемых продуктов

Компоненты	Угол естественного откоса, град	Объемная масса, кг/м ³	Сыпучесть, см/с	Массовая доля влаги, %
Сорго до обработки	46	534	2,67	13,3
Экструдат сорго	51	483	0,80	12,4
Предсмесь №3 до обработки	51	648	2,48	12,7
Экструдат предсмеси №3	52	604	0,70	11,2
Экструдат предсмеси №1	50,5	632	1,26	10,1
Экструдат предсмеси №2	50,5	614	0,95	9,4
Экструдат комби- корма №4	49,5	527	1,67	10,4
Экструдат комби- корма №2	49,5	555	2,23	6,8
Экструдат кукурузы	35	360	0,10	7,9

Таблиця 3

Технологические показатели исследуемых продуктов

Компоненты	Количество разрушенного крахмала, %	Степень набухания экструдата, см ³ /г	Индекс расширения	Коэффициент расширения
Сорго до обработки	8	-	-	-
Экструдат сорго	50	5,8	1,24	1,32
Предсмесь №3 до обработ.	9	-	-	-
Экструдат предсмеси №3	58	5,4	1,60	1,06
Экструдат предсмеси №1	60	5,6	2,02	1,23
Экструдат предсмеси №2	60	6,1	1,98	1,03
Экструдат комбикорма №4	50	4,3	1,16	1,05
Экструдат комбикорма №2	53	4,6	0,95	1,26
Экструдат кукурузы	60	6,5	2,50	2,66

ржание влаги, угол естественного откоса, объемную массу и сыпучесть (табл. 2).

Как видно из табл. 2 продукты, которые прошли тепловую обработку, обладают большим углом естественного откоса, чем продукты до обработки. Также, нами было замечено, что увеличение содержания сорго в зерносмеси от 17,2 до 51,5 % приводит к увеличению угла естественного откоса с 50,5 до 52 град. В продуктах после экструдирования наблюдается уменьшение сыпучести и объемной массы. Увеличение процентного содержания сорго как в зерносмеси, так и в комбикорме, также приводит к уменьшению сыпучести и объемной массы. Наименьшей сыпучестью и объемной массой, обладает экструдат

2...3 МПа, температура – 110...120°С;

– экструдирование сорго с последующим добавлением экструдата в состав порции зернового сырья позволило повысить количество разрушенного крахмала на 84 % по сравнению с исходным зерном;

– при экструдировании сорго в составе предсмеси зернового сырья содержание разрушенного крахмала увеличивается в 7 раз по сравнению с исходным зерном;

– в результате экструдирования комбикорма, в состав которого входило зерно сорго количество разрушенного крахмала увеличилось на 84...86 % по сравнению с исходным зерном.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проваторов Г.В., Проваторова В.О. Годівля сільськогосподарських тварин: Підручник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. – 510 с.
2. http://sorgo.inf.ua/index_27_1.html
3. Ресурсозберігаючі технології виробництва свинини: теорія і практика: Навч. посіб. / О.М. Царенко, О.В. Крятов, Р.С. Крятова та ін.; за ред. д.е.н., проф. О.М. Царенка. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. – 269 с.
4. І. Мерко. Екструдати із сорго та соризу значно переважають за якістю рисові і кукурудзяні інгредієнти в сухих сніданках./ І. Мерко, Н.Діюшла 03.2012

Т. Шварц. // Зерно і хліб. – 2007. – № 2. – С. 49.

Адрес для переписки: вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

