

УДК 636.033-034

Ободович А.Н.¹, Лымарь А.Ю.¹, Сидоренко В.В.¹, Миронец И.Н.¹, Борхаленко Ю.А.²

¹ *Институт технической теплофизики НАН Украины*

² *Научно-методический центр аграрного образования Министерства аграрной политики и продовольствия Украины*

ДИСКРЕТНО-ИМПУЛЬСНЫЙ ВВОД ЭНЕРГИИ (ДИВЭ) – ИНТЕНСИФИЦИРУЮЩИЙ МЕТОД ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЖИДКИХ КОРМОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Удосконалено технологію виготовлення кормів для с/г тварин із застосуванням методу дискретно-імпульсного вводу енергії (ДІВЕ). Наведено експериментальні дані та доведено, що метод ДІВЕ доцільно реалізувати з використанням роторно-пульсаційного апарата (РПА). Встановлено, що диспергувати сировину необхідно в два етапи. Попереднє подрібнення до частинок розміром більше 5 мм. Доподрібнення в роторно-пульсаційному апараті (РПА) до часток з розміром менше 500 мкм. Визначено фізико-хімічні показники готового продукту.

Усовершенствована технология изготовления кормов для сельскохозяйственных животных с применением метода дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ). Приведены экспериментальные данные и доказано, что метод ДИВЭ целесообразно реализовать с использованием роторно-пульсационного аппарата (РПА). Установлено, что диспергировать сырье необходимо в два этапа. Первый этап – предварительное измельчение до частиц размером более 5мм. Второй – доизмельчение в роторно-пульсационном аппарате (РПА) до частиц с размером менее 500 мкм. Определены физико-химические показатели готового продукта.

The technology of farm animal feeds was improved using method of discrete-pulse input of energy (DPIE). The experimental data were represented and it was proved, that it is reasonable to realize DPIE method with using rotor-pulse apparatus. It is found that raw material should be dispersed in to two stages: first – breaking up to particles of more then 5mm in size, next stage – breaking up to particles of less then 500 micrometer in size. The physical and chemical characteristics of the final product were studied.

Важнейшим условием развития животноводства является создание прочной кормовой базы. От этого непосредственно зависят возможности увеличения поголовья скота и роста его продуктивности, увеличения выхода продукции, улучшения ее качества и снижения себестоимости. В течение многих десятилетий кормовая база в нашей стране оставалась и остается узким местом в развитии животноводства. Главной причиной такого положения является поставка комбикормов из-за границы.

Таким образом, в настоящее время необходима разработка и реализация комплекса мероприятий по улучшению производства кормов для сельскохозяйственных животных с помощью новых технологий.

Цель настоящей работы – интенсификация процесса изготовления кормов для сельскохозяйственных животных методом дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ) с приме-

нением роторно-пульсационных аппаратов.

Подготовка кормов к скармливанию сельскохозяйственных животных является одним из важных способов повышения их поедаемости, переваримости, усвоения и использования питательных веществ в организме животных. Наиболее эффективными способами подготовки зерновых кормов являются измельчение, плющение, микронизация, гранулирование, экструдирование, увлажнение и влаготепловая обработка.

В кормлении поросят эффективными способами подготовки кормов являются измельчение, очистка зерна от пленок, увлажнение.

Измельчение – степень помола зерновых кормов, существенно влияет на переваримость и усвоение питательных веществ рациона. Переваримость органического вещества ячменя, кукурузы, пшеницы и ржи при измельчении повышается с 74,7...88,7 %, а протеин –

с 87...92...93 % по сравнению с цельным зерном при кормлении свиней на откорме. Степень измельчения зерна характеризует крупность размола: крупный – 2,6...1,8 мм – остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм не более 35 %, на сите с отверстиями 5 мм – не более 5 %; средний – 1,8...1,0 мм – остается на сите с отверстиями диаметром 3 мм не более 12 %, с отверстиями 5 мм – не допускается; мелкий – 1,0...0,2 мм – остаток на сите с отверстиями 2 мм не более 5 %, остаток на сите с отверстиями 5 мм не допускается [1].

Для производства свиных комбикормов рекомендуется следующая крупность размола – остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм и более: для поросят до 4-месячного возраста – 5 %; для ремонтного молодняка – 10 %; для свиноматок и хряков – 12 %; для свиней на откорме – 10 % [1].

Для повышения биологической полноценности, усвояемости, улучшения вкусовых качеств, диетических свойств и питательности рационов свиней пшеницу, кукурузу, другие злаковые зерновые и особенно зернобобовые (горох, соя и др.) экструдируют. Экструзия – обработка зерна под действием высокого давления и температуры в пресс-экструдерах (ПЭК-125х8, КМЗ-2 и КМЗ-2м) [2]. Недостатком данного способа обработки зерновых является: большая продолжительность технологического процесса и высокие температуры, что неминуемо ведет к потерям биологически активных веществ необходимых для нормального роста и развития свиней, значительные энергозатраты.

Сотрудниками Института технической теплофизики НАН Украины и Национальным университетом биоресурсов и природопользования Украины были проведены опыты по изготовлению кормов из зерновых культур с применением роторно-пульсационного аппарата методом дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ) [3].

Суть метода заключается в том, что обрабатываемая среда подвергается пульсационному воздействию комплекса гидродинамических явлений: действию больших скорос-

тей и ускорений, динамике роста и схлопывания парагазовых пузырьков, разрушению тонких пленок жидкости, созданию кавитационных камер и мощной турбулентности на межфазной поверхности. Перечисленные процессы возникают при обработке сред в роторно-пульсационных аппаратах (РПА) [4].

Основу рационов для свиней составляют комбикорма – это готовая смесь кормов в различных сочетаниях и соотношениях, которые обеспечивают получение от животных максимальной продуктивности.

Комбикорма готовят комбикормовая промышленность – для определенного вида и производственной группы животных, в соответствии с научно-обоснованными рецептами. Производство комбикормов дает возможность рационально использовать различные корма, повысить полноценность кормления животных.

Основную часть комбикорма составляют зерновые злаковые, поскольку в них в значительных количествах содержатся следующие жизненно важные элементы: углеводы, минеральные вещества, витамины. (табл. 1.) [5].

Для проведения исследований применяли следующие ингредиенты:

- горох – 3 %;
- ячмень – 3 %;
- рожь – 9 %;
- кукуруза – 11 %;
- пшеница – 14 %;
- вода – 60 % (рис. 1).

Для улучшения вкусовых качеств кормов и использования содержащихся в них питательных веществ корма подвергают предварительной подготовке.

Наибольшее распространение получили размол зерна и его дробление. Эти приемы подготовки надо считать необходимыми, так как зерно покрыто твердой оболочкой, состоящей в основном из трудноперевариваемой клетчатки. Усвояемость кормов напрямую зависит от уровня дисперсности и степени гомогенизации водно-зерновой смеси. При кормлении поросят сухими смесями затрудняется поедание корма, они не могут потребить достаточного количества питательных веществ и отстают

Табл. 1. Содержание основных пищевых веществ зерновых продуктов

| Пищевые вещества | | Продукты | | | | |
|----------------------|---------------------|-----------------|------|--------|---------------------|-------|
| | | Пшеница твердая | Рожь | Ячмень | Кукуруза зубовидная | Горох |
| Вода | | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Белки | | 12,5 | 9,9 | 11,5 | 9,3 | 23 |
| Жиры | | 1,9 | 1,6 | 2 | 4 | 1,2 |
| Углеводы | Общие | 67,5 | 70,9 | 65,8 | 69,4 | 53,3 |
| | Моно – и дисахариды | 2,1 | 3,5 | 3,6 | 2,8 | 4,2 |
| | Крахмал | 54,9 | 54 | 50,1 | 59,8 | 46,5 |
| Клетчатка | | 2,3 | 1,9 | 4,3 | 2,1 | 5,7 |
| Зола | | 1,8 | 1,7 | 2,4 | 1,2 | 2,8 |
| Минеральные вещества | Na | 23 | 21 | 75 | 28 | 69 |
| | K | 350 | 325 | 421 | 246 | 873 |
| | Ca | 57 | 62 | 117 | 99 | 115 |
| | Mg | 104 | 114 | 135 | 127 | 107 |
| | P | 419 | 368 | 361 | 298 | 329 |
| | Fe | 5,7 | 5,3 | 11 | 4,4 | 9,4 |
| Витамины | β - каротин | 0 | 0 | 0 | - | 0,07 |
| | B1 | 0,46 | 0,37 | 0,48 | 0,46 | 0,81 |
| | B2 | 0,13 | 0,1 | 0,13 | 0,3 | 0,15 |
| | PP | 7,13 | 4,94 | 1,5 | 3,3 | 2,2 |
| | C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

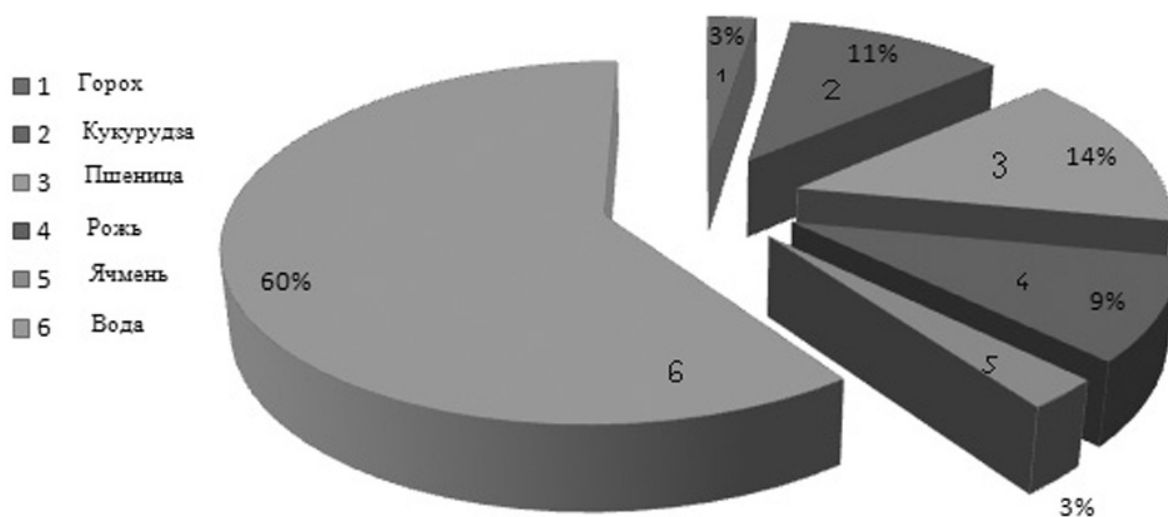


Рис. 1. Процентное соотношение состава зерновой смеси и воды.

в росте по сравнению с поросятами, получавшими влажные корма. Происходят потери корма вследствие распыления, может возникнуть раздражение слизистой оболочки дыхательных путей и глаз. Животные становятся беспокойными, что также отражается на их росте и развитии. Однако чрезмерное увлажнение (1:3... 4 %) снижает переваримость сухого вещества рациона с 87 до 84 %, протеина – с 85 до 82 %, клетчатки – с 42 до 29 %, а усвоение азота снижается с 38 до 28 %. Влажный корм поросята поедают быстрее и с большим аппетитом. Наиболее эффективным считается соотношение сухого корма и воды – 1:1,5...1,0 [1].

При кормлении свиней жидкими и влажными мешанками, животные малотребовательны к воде. Степень измельчения зерна зависит от его вида и возраста животных, однако известно, что оптимальными размерами частиц являются частицы в диапазоне от 300 до 500 микрон. Скармливание в цельном виде или в виде грубого помола приводит к неполному использо-

ванию питательных веществ корма.

Литературные данные свидетельствуют о том, что получить суспензию из любого сырья с размером частиц менее 300 мкм затруднительно [4]. Поэтому были проведены исследования по измельчению сырья в две стадии. Первая – предварительное измельчение до размеров частиц 1000...5000 мкм, вторая – доизмельчение с применением роторно-пульсационного аппарата (РПА).

Для дальнейшего измельчения и гомогенизации массу смешивали с водой и направляли в приемный бункер РПА. Обработку полученной суспензии проводили со скоростью сдвига потока $30 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ в режиме рециркуляции за 30 циклов. За один цикл обработки в РПА принято время, в течение которого весь объем суспензии единообразно пройдет через рабочий орган аппарата. Влияние количества циклов обработки массы в РПА при скорости сдвига потока $30 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ на ее дисперсность отражено на рис. 2.

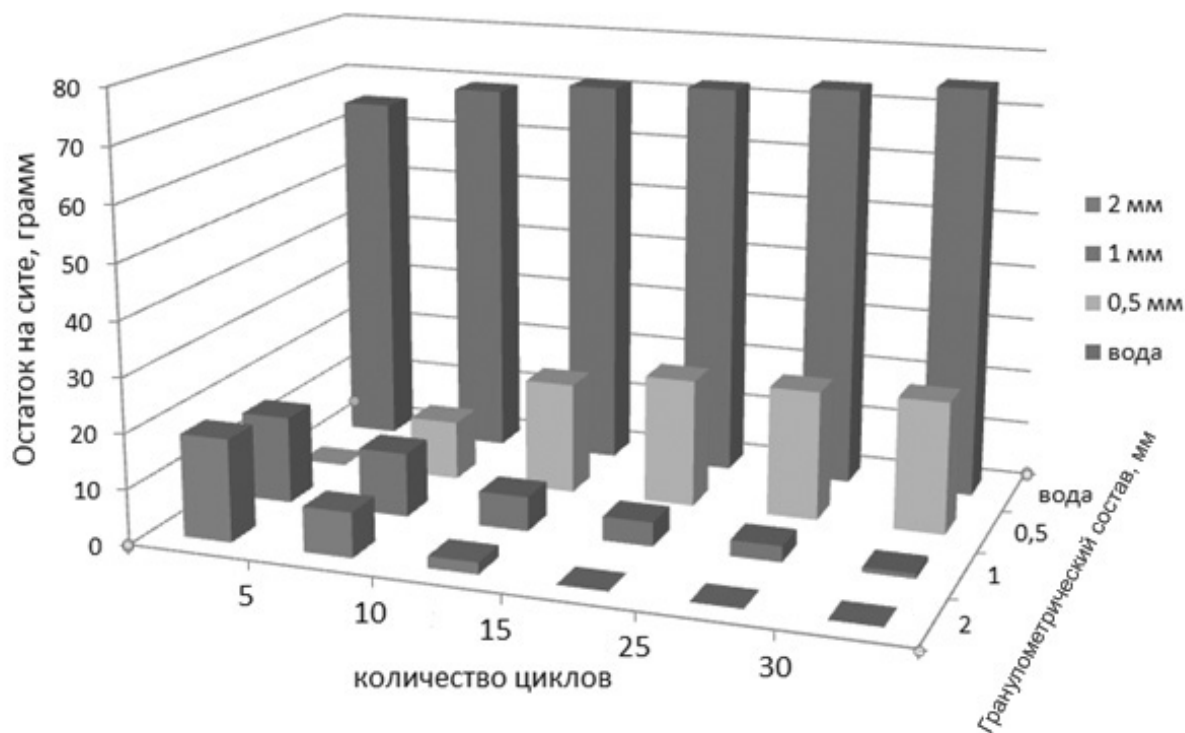


Рис. 2. Зависимость гранулометрического состава зерновой смеси от количества циклов при массе пробы 100 г.

Табл. 2. Физико-химические показатели комбикорма

| Наименование показателя | Норма | Методы контроля |
|-------------------------------|-----------------------------|---|
| Массовая доля влаги, % | 14,0 | ГОСТ 13496.3-92 |
| Массовая доля целых семян, % | 0,3 | ГОСТ 13496.8-72 |
| Активная кислотность, рН | 3,5...4,5 | ГОСТ 26188-84 |
| Токсичность | Не допускается | ГОСТ 13496.7-97 |
| Наличие патогенной микрофлоры | Не допускается | Правила бактериологического исследования кормов |
| Гранулометрический состав | 100 % частиц меньше 500 мкм | Ситовой анализ |

Зависимость гранулометрического состава зерновой смеси от количества циклов представлены на рис. 2.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что гранулометрический состав перерабатываемой массы зависит от количества циклов обработки.

Для получения корма из зерновых культур с размером частиц меньше 500 мкм необходимо обрабатывать его за 30 циклов при скорости сдвига потока $30 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$.

Анализ выходных параметров (свойств) полученных проб суспензии производились путем изучения микроструктуры суспензии на микроскопе типа «ОРТОН» (Англия) совмещенном с автоматической системой анализа изображений «IBAS». Подробно были проанализированы несколько проб (№№ 1-6). После чего был сделан вывод, что для получения зерновой смеси размером частиц меньше 500 мкм достаточно обработать зерновую смесь 25...30 циклов (7...8 мин).

Исходя из органолептических показателей и процессов расслаивания во времени, были предложены следующие физико-химические показатели. (табл. 2).

Внешний вид зерновой смеси – густая подвижная масса. Цвет и аромат, свойственны свежему сырию.

Выводы

Проведенные исследования по улучшению способа приготовления корма для сельско-

хозяйственных животных из зерновой смеси с применением метода ДИВЭ позволяют сделать следующие выводы.

Корма из зерновой смеси с размером частиц меньше 500 мкм эффективно получать путем обработки массы в РПА при скорости сдвига потока $30 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ за 30 циклов.

Совершенствование способа приготовления кормовой смеси с применением метода ДИВЭ позволит сократить продолжительность процесса на 25...30 %, уменьшить энергозатраты на 10...12 %, улучшить качество готового продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веб-сайт «Промышленное производство свинины/ подготовка кормов к скармлению»: <http://svininaprom.ru>
2. Веб-сайт «ЭККО Экструдеры»: <http://www.ekko.com.ua/index.php?newsid=82>
3. Долинский А.А., Басок Б.И., Гулый И.С. и др. Дискретно-импульсный ввод энергии в теплотехнологиях. – К.: ИТТФ НАНУ, 1996. – 206.
4. Басок Б.И. Оборудование для получения и обработки высоковязких дисперсных сред / Б.И. Басок, А.П. Гартвиг, А.Р. Коба // Пром. теплотехника. – 1996. – № 1. – С. 50-56.
5. Химический состав пищевых продуктов. Под ред. А.А. Покровского, М.: «Пищевая промышленность», 1976, С. 22-23.

Получено 20.07.2012 г.