

**А. А. Романович, А. Д. Быцко**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: nastia.01.02.1986@gmail.com*

## **ЭКСТРУДИРОВАННЫЕ ЗЕРНОВЫЕ КОРМА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ**

В статье приведены сведения о возможности применения для кормления животных различных видов экструдированных зерновых кормов.

*Ключевые слова:* зерновые корма, экструдирование, измельчение, денатурация.

**A. A. Romanovich, A. D. Bytsko**

*Educational Establishment «Belarusian State Agrarian Technical University»  
Minsk, Republic of Belarus  
e-mail: nastia.01.02.1986@gmail.com*

## **EXTRUDED GRAIN FEED, APPLICABLE FOR FEEDING ANIMALS**

The article gives information on the possibility of using different types of extruded grain for feeding animals

*Keywords:* grain feed, extruding, grinding, denaturizing.

### **Введение**

Для обработки зерна с целью «раскрытия» крахмала на практике используют различные технологии. Термический способ (например, инфракрасное излучение, обработка горячим воздухом) заключается в использовании таких факторов влияния, как температура и длительность воздействия. При гидротермическом способе (например, тостировании) дополнительно используется влага. Комбинация гидротермических процессов (факторы влияния: температура, влага, длительность воздействия) с механической обработкой (факторы воздействия: давление и срезающее усилие) представляет собой технологию экструдации.

### **Основная часть**

*Экструдирование* – это особый способ обработки сырья, при котором зерно поддается механическому воздействию (измельчению) в винтовой части экструдера. Этот процесс происходит под воздействием высокой температуры (около 150 °С) и давления. Далее измельченная разогретая масса под высоким давлением попадает под влияние низкого давления. В результате резкого перепада происходит «взрыв» – готовый продукт увеличивается в объеме, приобретает пористую структуру.

В процессе экструдирования на сырье происходит несколько видов воздействия:

– *тепловое* – влияние высоких температур (до 200 °С) улучшает питательные и вкусовые качества. Это положительно влияет на пищеварительный тракт животных, минимизирует уровень токсичных и других опасных веществ, кроме того, высокое давление и температура полностью уничтожают болезнетворные микроорганизмы в зерне. Это позволяет перерабатывать даже залежавшееся и частично порченное сырье;

– *измельчение и смешивание* – зерно подвергается интенсивному измельчению до полной однородности, все ингредиенты тщательно смешиваются, образуя единую питательную массу на выходе;

– *денатурация* – в результате разрыва на клеточном уровне происходит изменение структуры белка. Вследствие этого питательные вещества становятся максимально доступными. К при-

меру, крахмал распадается на несколько компонентов, в результате чего ценные протеины в разы быстрее и легче усваиваются организмом животных.

Комплексное использование нескольких видов воздействия позволяет получить на выходе высокопитательный, легкоусвояемый продукт. В нем сохраняются незаменимые аминокислоты и витамины, благодаря кратковременному воздействию применяемых процессов.

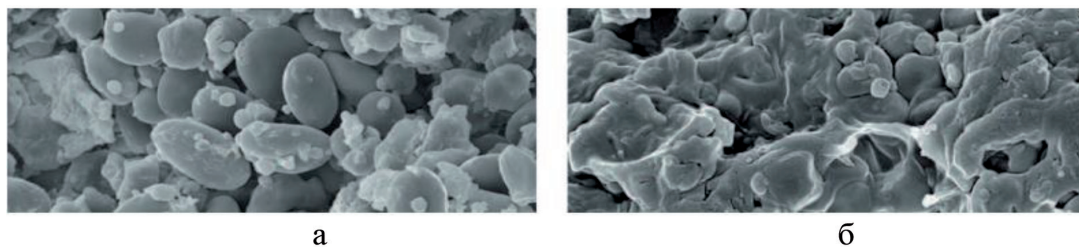
Для того чтобы понять, как происходит «раскрытие» крахмала в зерне, необходимо взглянуть на его морфологию и химическую структуру. Зерновые содержат, в зависимости от вида, от 40 до 60 процентов крахмала. По химическому строению крахмал можно разделить на амилозу и амилопектин.

Амилоза (от 20 до 30 % общего крахмала в зерновых культурах) состоит из связанных молекул глюкозы, которые в этих соединениях образуют длинные извилистые цепи спиралевидной формы.

Амилопектин (от 70 до 80 % крахмала) – это разветвленный полисахарид, в котором связаны от 2000 до 200000 молекул глюкозы.

Соотношение амилозы к амилопектину, длина цепей и степень разветвления цепей глюкозы значительно влияют на технические свойства различных видов зерновых и переваримость крахмала.

В эндосперме зерновки крахмал находится в форме отдельных гранул, величина которых составляет от 2 до 200  $\mu\text{м}$ . Эти зерна крахмала очень хорошо различимы под электронным микроскопом (рисунок 1). Они являются довольно стабильными, благодаря внутренним водородным связям.



а

б

а – необработанные; б – экструдированные

Рисунок 1. – Зерновые под микроскопом

Разветвленные молекулярные цепи амилопектина могут создавать в этих гранулах вместе с неразветвленными молекулами амилозы полукристаллические и кристаллические области. Эти жесткие органические структуры не расщепляются в воде и в природной, неизмельченной форме имеют значительное сопротивление расщеплению посредством энзимов [1].

Благодаря интенсивной механически-гидротермической обработке зерновых, эти структуры изменяются до молекулярного уровня, крахмал «раскрывается». Главный эффект – значительное увеличение поверхностной площади гранулы крахмала и обширное расщепление амилопектина и амилозы. Изменение структуры тоже очень хорошо видно под микроскопом. Типичные зерна крахмала после обработки разрушаются и по большей части сплавляются в плоские ареалы, напоминающие растопленный пластик.

Для кормления некоторых видов животных очень важно, чтобы, наряду с размером и формой крахмальных зерен, можно было варьировать их внутреннее строение (кристаллические, аморфные, желеподобные области) и вид зерновых.

Каждая из растительных культур, применяемых в питании животных, имеет свою ценность и особенность. При экструдировании полезные свойства увеличиваются в разы. Что дает его применение для различных видов зерновых – рассмотрим ниже.

*Экструдированный ячмень* (рисунок 2а). Содержит 114 г сырого протеина, 4,2 г лизина, энергетический обмен составляет 13,6 МДж. Отличается исключительными показателями вкусовых качеств. При кормлении поросят наблюдается повышение переваривания и усвоения питательных веществ до 12 %. Вводится до 50 % в состав стартерного комбикорма.



а – ячмень; б – пшеница; в – кукуруза; г – горох; д – соя; е – соевый жмых; ж – смесь из гороха и сои; з – смесь гороха и кукурузы

Рисунок 2. – Применение экструдирования для различных видов зерновых

*Экструдированная пшеница* (рисунок 2б). Ценный энергетический ингредиент с пониженным уровнем клетчатки (до 1,5 %). Имеет в составе высокие уровни лизина и протеина. Это способствует улучшению работы пищеварительного тракта. Часто комбинируется с ингредиентами с высоким уровнем клетчатки (отруби, шрот подсолнуха и др.). В зерновую смесь рекомендовано вводить не более 45 %.

*Экструдированная кукуруза* (рисунок 2в). Содержит около 40 г протеина, 2,7 г лизина. Богата незаменимыми аминокислотами (особенно метионином). Отличается низким уровнем клетчатки и высоким показателем обменной энергии. Преимущественно используется в стартерных комбикормах с уровнем введения до 40 %. Это дает высокие показатели энергии роста. При кормлении молодняка способствует быстрейшему переходу к сухой пище.

*Экструдированный горох* (рисунок 2г). Ценный высокопротеиновый продукт (15,5 г лизина), содержит большое количество аминокислот и углеводов в легкодоступной форме. Хороший источник белка для молодняка на откорме. Помогает экономить на рационах, благодаря полной замене корма животного происхождения. Отличается высокими вкусовыми характеристиками и ароматом. Рекомендуются вводить до 30 % в общую кормовую смесь. С помощью повышенного ввода в рацион можно увеличить мясную продуктивность.

*Экструдированная соя* (рисунок 2д). Один из самых ценных компонентов в составе комбикормов с высоким уровнем белков. Содержит 29 г лизина и около 350 г сырого протеина. В данном продукте идеально сбалансированы незаменимые жиры и аминокислоты. Общая рекомендованная доза ввода составляет 10–30 %. Эффективна при откорме поросят, положительно влияет на репродуктивные способности свиноматок. В сочетании с подсолнечным жмыхом способствует увеличению удоев у коров, благодаря поступлению в организм защищенных жира и протеина. Они расщепляются в тонком кишечнике, отдавая питательные компоненты непосредственно на выработку молока. Отмечается улучшение производственных показателей (до 20 %). Ее применение позволяет на 20–30 % снизить расходы на корм животного происхождения.

*Соевый жмых* (рисунок 2е). После экструдирования этот продукт представляет собой большую питательную ценность. Характеризуется высоким содержанием белка и аминокислот (26 г лизина). Подходит для кормления большинства домашних животных (свиньи, КРС, птица). Используется как на начальных стадиях, так и на заключительных в качестве откорма. Идеальный корм при выращивании мясных пород животных. Способствует быстрому набору мышечной и мясной ткани, активному наращиванию массы. Наблюдается увеличение энергии роста. Его применение позволяет экономить на кормах, поскольку соевый жмых эффективен при замене пищи животного происхождения. Уровень введения в корм составляет 10–20 %.

*Смесь из гороха и сои* (рисунок 2ж). Характеризуется наличием в составе высокого уровня аминокислот и протеина. Является ценным источником доступных углеводов и жиров. Отличается хорошими вкусовыми и ароматическими параметрами. Применяется для всех групп свиноводческого комплекса. Ввод в общий состав комбикормов – до 30 %. Дает быстрые результаты прироста при кормлении молодняка.

*Смесь экструдированных гороха и кукурузы* (рисунок 2з). Является высокопротеиновой энергетической добавкой в рацион молодняка (особенно поросят). Уровень введения – до 50 %. Позволяет экономить на кормах ввиду наличия высокого уровня протеинов и легкого усвоения. Отличается хорошими вкусовыми качествами, способствует повышению съедания основной еды. Потребление смеси позволяет в короткие сроки приучить молодняка (особенно поросят) к прикорму и к последующему отказу от пищи животного происхождения [2].

### **Заключение**

Таким образом, применение кормов, полученных в результате экструдирования, имеет ряд преимуществ:

– высока усвояемость корма – около 95 % легко усваивается животными в сравнении с дробленным зерном (до 40 %). После экструдирования усвояемость бобовых культур (соя, горох, вика и др.) увеличивается до 10 раз;

– минимальные затраты ресурсов – обрабатывать зерно можно без предварительного сортирования и просушивания. В сырье должна отсутствовать земля, солома, камни и т. д. Экструдированию подвергают даже лежавшее несколько лет в зернохранилище отсыревшее зерно. Обработка отходов зернового производства (гречневая шелуха и др.) позволяет получить питательный корм для свиней, овец и коз;

– хорошее поедание животными за счет приятного хлебного вкуса и аромата.

### **Литература**

1. Официальный Интернет-портал Soft-agro [Электронный ресурс] / Soft-agro. – Киев, 2018. – Режим доступа: <https://soft-agro.com>. – Дата доступа: 02.06.2018.

2. Официальный Интернет-портал «ШМ-Агро» [Электронный ресурс] / «ШМ-Агро». – Дзержинск, 2018. – Режим доступа: <https://шчодры.бел>. – Дата доступа: 02.06.2018.

УДК 631 363:636.085

Поступила в редакцию 05.09.2018

Received 05.09.2018

**А. А. Романович**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*e-mail: nastia.01.02.1986@gmail.com*

### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕЛЬЧАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ГИДРОДИСПЕРГАТОРА**

В статье обоснован выбор рабочих органов гидродиспергатора для измельчения зерновых кормов, приведены теоретические исследования по определению параметров его измельчающих рабочих органов.

*Ключевые слова:* зерно, гидродиспергатор, измельчение, решето, кавитация, гидроудар.

**A. A. Romanovich**

*Educational Establishment «Belarusian State Agrarian Technical University»*

*Minsk, Republic of Belarus*

*e-mail: nastia.01.02.1986@gmail.com*

### **THEORETICAL STUDIES OF THE PARAMETERS OF THE MILLING WORKING BODIES OF THE HYDRODISPERSER**

The article substantiates the choice of the working organs of a hydrodisperser for grinding grain forages, and theoretical studies are carried out to determine the parameters of its grinding working organs.

*Keywords:* grain, hydrodisperser, grinding, sieve, cavitation, hydraulic shock.