

Внесение органических удобрений в почву увеличивает содержание гумуса, вследствие чего улучшаются ее физико-химические свойства.

Прирост органического углерода в почве на 0,1 % снижает ее плотность на 0,01 %, вследствие чего снижается удельное сопротивление рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин.

Заключение. Важнейшим условием своевременного и качественного внесения минеральных и органических удобрений является наличие и состав машинно-тракторного парка, подготовка его к работе, уровень подготовки механизаторов, организация труда, трудовая дисциплина. Это обеспечивает своевременность и качество выполненных работ и в конечном счете получение высокого урожая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы: с изм. и доп. от 3 апреля 2017 г. // Национальный правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – 2017. – 5/43542.

2. Степук, Л. Я. Технологии и машины для внесения минеральных удобрений: монография / Л. Я. Степук, Н. И. Дудко, В. Р. Петровец. – Горки: БГСХА, 2010. – 260 с.

3. Дудко, Н. И. Ресурсосберегающие технологии и машины для внесения минеральных удобрений и посева зерновых культур / Н. И. Дудко, В. Р. Петровец. – Горки: БГСХА, 2011. – 296 с.

4. Степук, Л. Я. Машины для применения средств химизации в земледелии: учеб. пособие / Л. Я. Степук, В. Н. Дашков, В. Р. Петровец. – Минск: Дикта, 2006. – 441 с.

5. Степук, Л. Я. Машины для современных и перспективных технологий / Л. Я. Степук. – Горки, 2007. – 178 с.

6. Петровец, В. Р. Подготовка к работе комбинированных агрегатов и работа на них / В. Р. Петровец, Н. В. Чайчиц. – Горки, 2002. – 12 с.

УДК 631 363:636.085

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ЗЕРНОВЫХ КОРМОВ

В. И. ПЕРЕДНЯ¹, д-р техн. наук профессор
А. А. РОМАНОВИЧ², канд. техн. наук, доцент
Е. В. ГАРГУН², студент

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
²УО БГАТУ,
Минск, Республика Беларусь

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, тостирование) 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 так называемый «взрыв» – готовый продукт увеличивается в объеме, приобретает пористую структуру.

В процессе экструдирования с сырьем 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 поддается 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 примеру, 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 % крахмала. Чисто химически можно разделить крахмал 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 2 000 до 200 000 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, чья величина составляет от 2 до 200 $\mu\text{м}$. Эти зерна крахмала очень хорошо различимы под электронным микроскопом. Они являются довольно стабильными благодаря внутренним водородным связям.

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 – это значительно 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, напоминающие растопленный пластик ареалы.

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

Каждая из растительных культур, применяемых в питании животных, имеет свою ценность и особенность. При экструдировании эти показатели увеличиваются в разы. Что дает применение того или иного вида, рассмотрим ниже.

Экструдированный ячмень. 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.

Экструдированная пшеница. Ценный энергетический ингредиент с пониженным уровнем клетчатки (до 1,5 %). Имеет в составе высокие уровни лизина и протеина. Это способствует улучшению работы пи-

щеварительного тракта. Часто комбинируется с ингредиентами с высоким уровнем клетчатки (отруби, шпрот подсолнуха и др.). В зерновую смесь рекомендовано вводить не более 45 %.

Экструдированная кукуруза. Содержит около 40 г протеина, 2,7 г лизина. Богата на наличие незаменимых аминокислот (особенно метионина). 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 позволяет быстрее перейти к сухой пище.

Экструдированный горох. Ценный высокопротеиновый продукт (15,5 г лизина), содержит большое количество аминокислот и углеводов в легко доступной 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. 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 %). Помогает снизить расходы на 20–30 % на корме животного происхождения.

Соевый жмых. 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. Помогает экономить на кормах, поскольку эффективен при замене пищи животного происхождения. Уровень введения в корм составляет 10–20 % [2].

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

Высокая усвояемость – около 95 % корма легко усваивается животными в сравнении с просто 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 должны 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.

При производстве экструдированных продуктов представляет интерес способ, при котором перед подачей в экструдер обрабатываемый продукт подогревается до заданной регулируемой температуры от ограждающей его металлоконструкции и транспортирующе-смешивающего рабочего органа, нагреваемых индукционным способом в электромагнитном поле индуктора при непрерывном движении и перемешивании (рис. 1).

Установка на валу по винтовой линии полувитков шнека, в промежутке которых закреплены завихрители, позволяет производить транспортирование и перемешивание слоев движущегося продукта и тем самым ускорять время нагрева и увеличивать производительность.

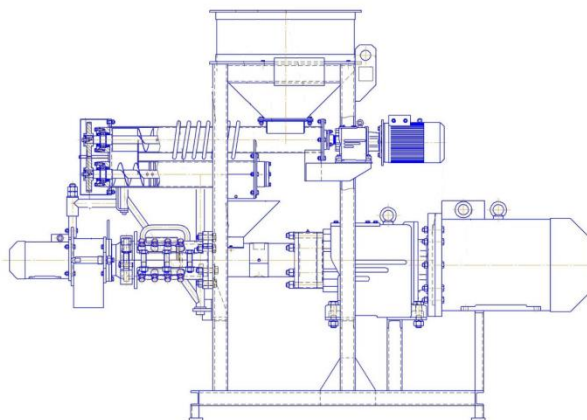


Рис. 1. Схема экструдера

Установка цилиндрических индукторов вокруг каждого транспортирующе-смешивающего рабочего органа позволяет производить бо-

лее эффективно нагрев не только кожухов, но и транспортирующе-смешивающих рабочих органов индукционным нагревом, сокращающим время нагрева, поскольку нагрев происходит за счет непосредственно выделения тепла внутри металла кожуха и рабочего органа, что позволяет получить КПД преобразования электрической энергии до 98 % (практически вся потребляемая из сети энергия идет на создание тепла), снизить эксплуатационные затраты в 1,5–2 раза и упростить обслуживание за счет автоматизации технологического процесса.

Заключение. Подогрев продукта в потоке при транспортировании его с одновременным перемешиванием позволяет ускорить процесс нагрева продукта и тем самым увеличить производительность и уменьшить энергоемкость получения продукта.

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 631.331.02.2/3

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ДВУХДИСКОВЫХ СОШНИКОВ И ИХ ЦИФРОВАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

В. Р. ПЕТРОВЕЦ, д-р техн. наук, профессор

Н. И. ДУДКО, канд. техн. наук, профессор

Д. В. ГРЕКОВ, ст. преподаватель

В. В. ВАБИЦЕВИЧ, студент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В последние годы в Республике Беларусь и Российской Федерации на полях зерновых культур применяют зерноуборочные комбайны с измельчением соломы. Эта солома затем лушильниками и оборотными плугами закрывается почвой. После этого на поверхности почвы практически не остается растительных и пожнивных остатков. Кроме этого, поверхность поля остается выровненной к посеву озимых культур посевными машинами. Однако большая часть растительных остатков находится в верхних слоях почвы. Поэтому на посевных машинах применяются анкерные и полозовидные сошники, так как они собирают перед собой пожнивные остатки и по мере их накопления создают вал почвы, перемещаемой растительными остатками. Водите-