

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭКСТРУДИРОВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ С ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ЗЕЛЕННОЙ МАССОЙ

С.В. Брагинец, О.Н. Бахчевников, А.С. Алфёров, А.В. Смоленский
ФГБНУ СКНИИМЭСХ, г. Зерноград, Россия

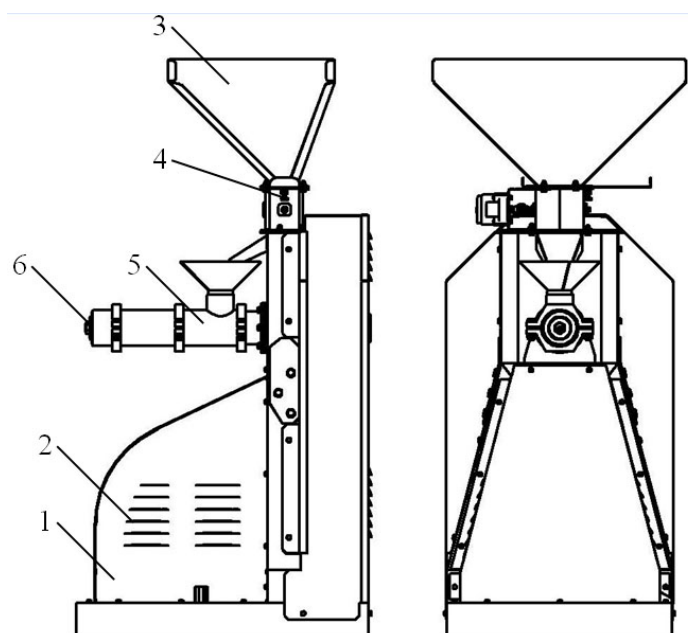
Как показывает практика, в рационах кормления животных и птицы недостает каротина, поэтому в последнее время разрабатываются технологии приготовления комбикормовых смесей с применением методов экструзионной обработки концентратов с включением в состав смеси зеленой измельченной массы бобовых трав.

Её сущность состоит в том, что все ингредиенты смеси подвергаются кратковременному, но очень интенсивному механическому и баротермическому воздействию. За счет высокой температуры (110-130°C), давления (2-4 МПа) и сдвиговых усилий в винтовых рабочих органах экструдера меняется структурно-механический и химический состав исходного сырья. Полученный корм сохраняет все витамины и биологически активные вещества, а бактерии, инфекционные палочки и плесневелые грибы уничтожаются, крахмал частично переходит в декстрины.

В результате ранее проведенных поисковых исследований был разработан технологический модуль для экструдирования концентратов с измельченной зеленой массой бобовых трав, включающий одношнековый пресс-экструдер с дозатором, который должен обеспечить бесперебойную работу пресс-экструдера.

Методика экстремального эксперимента позволяет обобщить материалы исследований в виде математической модели и дать им статистическую оценку, а также определить рациональные условия протекания процесса экструдирования кормов.

Для оценки эффективности процесса экструдирования ингредиентов комбикормов выбрано два критерия оптимизации: содержание каротина в экструдате и энергоемкость процесса экструдирования. Были выбраны основные технологические факторы экспандера: частота вращения шнека, мин⁻¹, влажность смеси ингредиентов, %, процентное содержание травяной резки, %, величина подачи смеси, кг/ч. Остальные факторы находятся в прямой зависимости, либо не оказывают существенного влияния на рассматриваемый процесс экструдирования.



1 – основание (рама); 2 – основной привод; 3 – бункер;
4 – питающий шнек-дозатор; 5 – сборный корпус; 6 – матрица
Рис. 1 Схема устройства пресс-экструдера ЭК-75

Исходя из полученных данных исследуемых величин, все эти критерии должны быть оптимизированы таким образом, чтобы получить как можно большее количество экструдированного корма за единицу времени стандартной влажности (не более 13%) с наименьшими потерями каротина и расходами электроэнергии. Включение этого вида сырья в диапазоне 10-20% с начальной влажностью 65-70% обеспечивает средневзвешенное содержание массовой доли влаги в рассыпном комбикорме в пределах 16-27%, то есть соответствует рекомендованному для экструдирования [1]. Обычно этого уровня влаги достигают увлажнением продукта паром достаточно дорогостоящей процедурой. Включение же ингредиентов с высоким содержанием влаги позволит избежать дополнительных затрат. Известно, что влага играет роль парообразования при получении экструдата пористой структуры, а при "холодном" и "теплом" экструдировании ее количество определяет температуру процесса, оказывает доминирующее влияние на производительность и энергоемкость процесса [2].

Влияние влаги на эффективность процесса экструдирования изучали на смеси пшеницы и измельченной люцерны синегибридной с массовой долей влаги 65-70% и длиной частиц 6 мм в диапазоне 10-20%. Наибольшая производительность достигается у образца с содержанием травяной резки 20% и составляет 65-70 кг/ч, наименьшая 50 кг/ч при содержании 10% резки, то есть уменьшение составляет 23-30% (рисунок 2). Результаты предварительных экспериментальных исследований на удельные энергозатраты показали, что минимальная энергоемкость 41 кВт ч/т достигается при подаче 50 кг/ч.

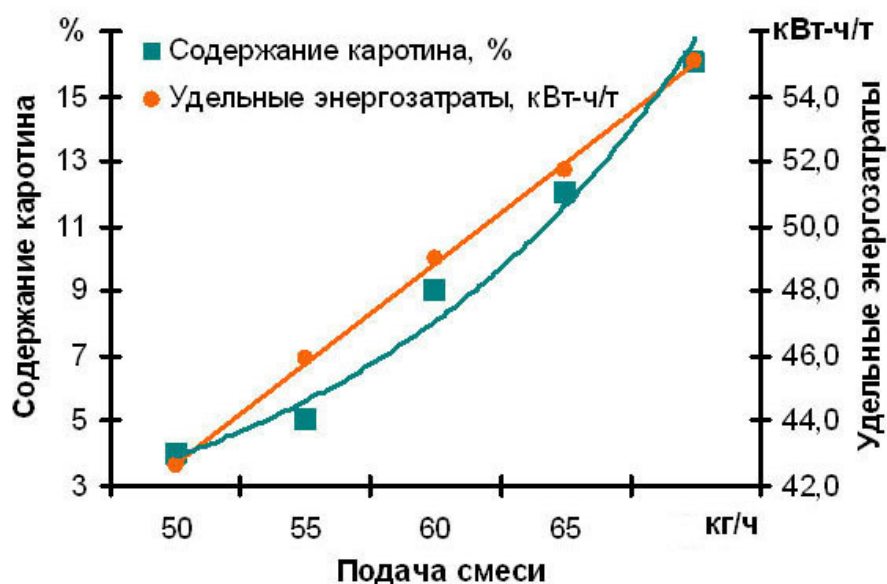


Рис. 2 Влияние подачи смеси на содержание каротина и энергоёмкость процесса экструдирования

Рост производительности в диапазоне 10-15% резки можно объяснить уменьшением коэффициента трения в связи с ростом массового содержания влаги. Экструдирование - это очень сложный технологический процесс, который в себе сочетает протекания многих процессов (измельчение, смешивание, гомогенизация и др. При этом случае происходит одновременно равномерное перераспределение влаги между адсорбентами и переход в вязко-текучее состояние. Описанные процессы, доминируя над остальными, в ходе экструдирования приводят к увеличению производительности при содержании кормовых трав в комбикорме более 15%, при этом качество экструдата снижается.

От содержания массовой доли влаги зависят не только условия протекания технологического процесса, но и физические свойства и качество экструдата. Повышение влаги материала приводит к снижению температуры экструдирования, что положительно влияет на содержание термолабильных соединений, особенно таких как каротин, групп витаминов и др. Это объясняется тем, что повышение температуры продукта при "холодном" и "теплом" экструдировании происходит за счет послойного смешивания и внутреннего преобразования механической энергии трения в тепловую, что подтверждают данные экспериментальных исследований (рисунок 3). Действительно, с ростом уровня влаги, которое соответствует колебанию с 12 до 20% содержания травяной резки, наблюдается уменьшение потерь каротина с 7,8% до 6,8%.

Особенность экструдирования, как отмечено ранее, заключается, в том числе, в эффективном частичном обезвоживании (до 50% массовой доли влаги от начальной). При резком перепаде давления на выходе продукта из экструдера внутренняя энергия высвобождается за счет мгновенного испарения влаги. Экструдирование опытных образцов комбикорма,

которые в отличие от традиционной технологии, приобретают повышенную влажность не путем пропаривания или увлажнения, а за счет сырого ингредиента, имеет определенную специфику. Понятно, что испаряться будет: влага, поглощенная сыпучими ингредиентами в процессе хранения; влага, высвобожденная в результате разрушения клеток растений и адсорбированная сыпучими ингредиентами; остаточная влага растений находится в связанном состоянии. Следует помнить, что доля химически связанной в общем балансе влаги травы составляет 5-10%.

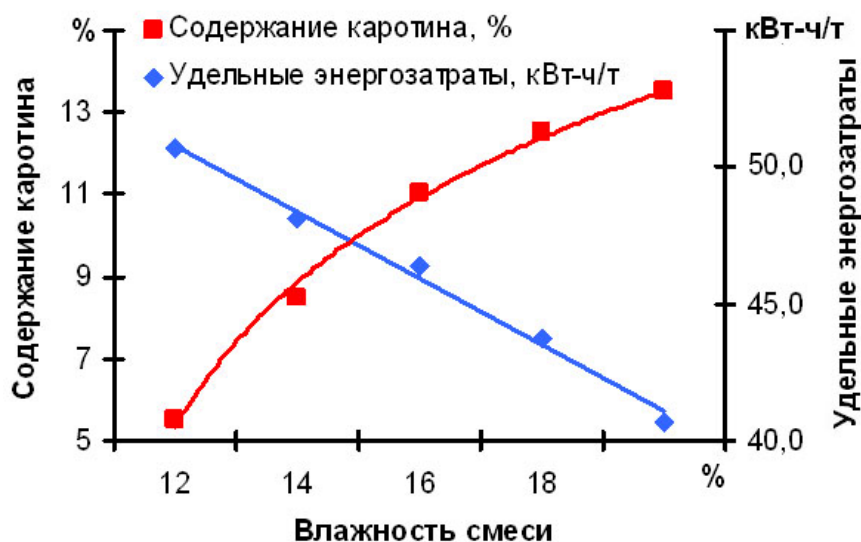


Рис. 3 Влияние влажности смеси на содержание каротина и энергоёмкость процесса экструдирования

Таким образом, оптимальными пределами включения кормовых трав с начальной влажностью 65-70% в составе комбикормов является диапазон 15-20% (рисунок 4) по отношению к эффективности процесса экструдирования, подтверждающий максимальный уровень производительности 65-70 кг/ч, минимальные удельные энергозатраты 41-42 кВт ч/т при стандартной влажности 10-13,5% и незначительных потерях каротина 6,8-7,8%.

Также по данным экспериментальным исследований при увеличении частоты вращения шнекового вала энергоёмкость увеличивается и составляет 61,7 кВт ч/т при 160 мин⁻¹ (рисунок 5).

Проведенные поисковые исследования позволили выявить рациональные параметры и режимы экструдера, при котором потери каротина минимальны.

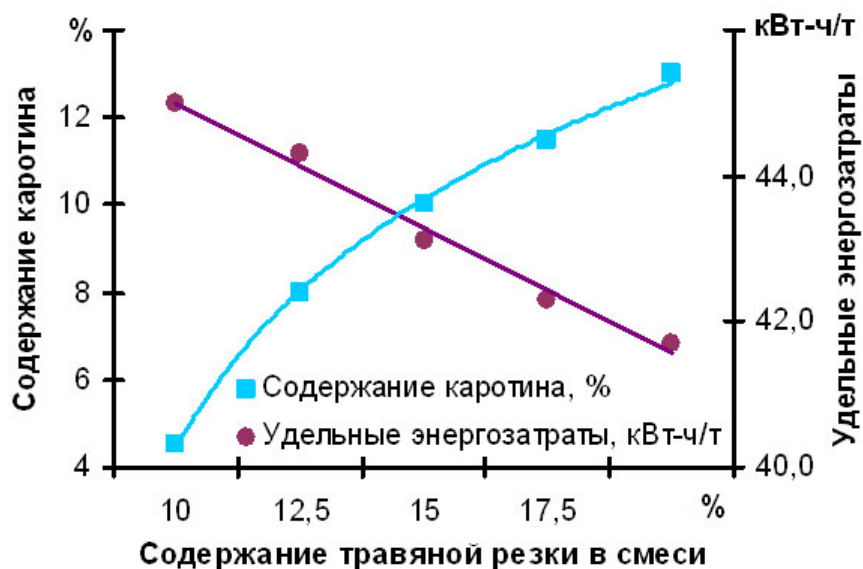


Рис. 4 Влияние содержания травяной резки на содержание каротина и энергоемкость процесса экструдирования

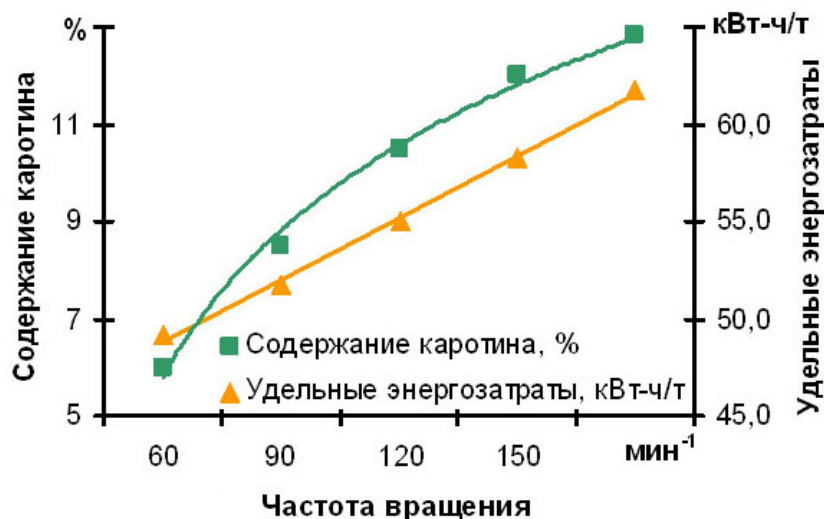


Рис. 5 Влияние частоты вращения шнекового вала на содержание каротина и энергоемкость процесса экструдирования

Библиографический список

1. Коротков, В.Г., Полтцук, В.Ю., Мусиенко, Д.А. Влияние влажности и высоты фильеры на процессе экструдирования комбикормов / В.Г. Коротков, В.Ю. Полтцук, Д.А. Мусиенко // Вестник ОГУ, 2000, № 2. - С. 117- 118.
2. Егоров, Б.В. Влияние водно-тепловой обработки (ВТО) на эффективность измельчения зерновых компонентов и их смесей / Б.В. Егоров, А.А. Кочетова, Г.Н. Станкевич, А.В. Миздриков // Зерновые продукты и комбикорма, 2002, №4.- С. 42-46.