

# ПЕРЕРАБОТКА: ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 636.03:631.36 (075.8)

С.Н. Зыкович,  
М.Г. Желтунов

## ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВЫХ ГРАНУЛ ИЗ СМЕСИ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР И ГРУБОГО КОРМА

Одной из актуальных проблем кормопроизводства является снижение себестоимости кормопротеиновой единицы. В этой связи перед сельхозпроизводителями стоят задачи внедрения высокоурожайных кормовых культур с богатым содержанием питательных веществ, а также подбора эффективных технологий переработки, хранения, транспортировки и скармливания растительных кормов.

Приготовленный для сельскохозяйственных животных корм должен соответствовать зоотехническим требованиям, изложенным в стандартах или технических условиях. Для приведения различных кормовых материалов в состояние, соответствующее указанным требованиям, применяют различные способы их переработки.

Переработка зеленой массы кормовых культур заключается в снижении влажности исходного сырья до требуемых параметров, для чего используются высокотемпературные процессы сушки. С целью избежания потерь питательных веществ при сушке зеленой массы необходимо строго соблюдать оптимальный температурный режим этого процесса. Так, опытами установлено, что потери переваримого протеина, отсутствующие при сушке травы при 50°C, увеличиваются до 10-30% при 60°C и достигают 80% при температуре выше 70°C [1]. Результатом сушки зеленой массы растений и измельчения является травяная мука.

Нужно отметить, что обычный способ приготовления травяной муки (в рассыпном виде) имеет ряд недостатков. Она сильно распыляется, ее трудно перевозить, а для хранения требуются большие емкости. В настоящее время с успехом применяют гранулирование травяной муки. Производство стандартных кормов в виде гранул и брикетов позволяет не только механизировать весь процесс приготовления корма от скашивания до хранения, но и почти полностью автоматизировать приготовление и раздачу корма. Преимущество этого способа состоит в том, что он обеспечивает лучшие условия для транспортировки и скармливания, позволяет более эффективно использовать емкости для перевозки и хранения кормов, значительно сокращает их потери. Но производство гранул имеет и ряд недостатков: энергоемкость процессов находится в интервале 50-70 кВт-ч/т [2], а высокая температура снижает количество питательных веществ в корме.

Поэтому остаются актуальными исследования в области сушки и гранулирования кормов из зеленой массы растений. В свое время разработке кинетики процесса сушки капиллярно-пористых коллоидных материалов и методике теплового расчета сушилок были посвящены работы академиков В.П. Горячкина, А.В. Лыкова, Н.М. Михайлова, А.С. Гинзбурга, профессоров Д.К. Рамзина, В.Ю. Валушиса и др.

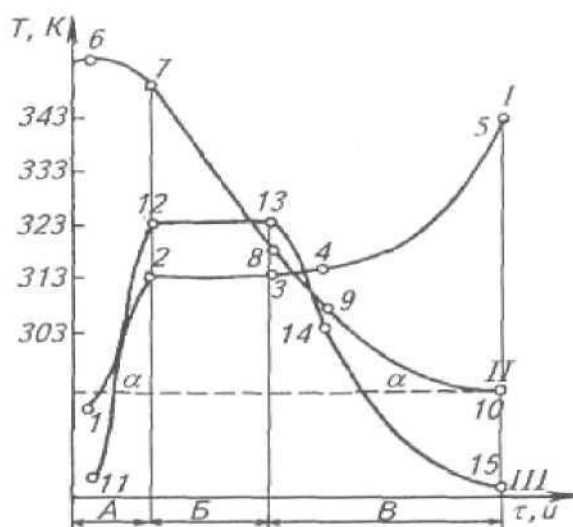


Рис. 1. Кривые сушки травяной резки (по Кольваху)

Кинетика сушки характеризует протекание процесса во времени и изменение скорости сушки в зависимости от параметров теплоносителя. На рисунке 1 показаны кривые сушки травяной резки по Кольваху. Кривые сушки — это совмещенное графическое изображение основных характеристик сушки материала: температуры, влажности и скорости. Температурная кривая I выражает зависимость между температурой нагрева высушиваемого материала и длительностью сушки. Кривая влажности II выражает зависимость между влагосодержанием и длительностью процесса сушки. Кривая скорости III сушки выражает зависимость между скоростью и влажностью высушиваемого материала. Анализируя кривые в их совокупности, можно выделить три стадии сушки: период прогрева материала А, период постоянной скорости сушки Б, период падающей скорости сушки В.

Период прогрева материала характеризуется тем, что температура растительного сырья быстро повышается до 35...40°C (линия 1-2), влажность снижается на 3-5% (линия 6-7), а скорость сушки возрастает с нуля до некоторого предельного значения (линия 1 1-12). Период постоянной скорости сушки характеризуется тем, что влагосодержание материала уменьшается по линейному закону (линия 7-8), скорость сушки (отрезок 12-13) и температура поверхности материала (линия 2-3) постоянные. В этот период вся подводимая теплота расходуется на испарение свободной влаги, в результате чего температура материала не повышается, а влажность снижается до 40-45%.

При некотором критическом влагосодержании характер протекания процесса сушки меняется. Наблюдается резкое повышение температуры материала (линия 3-4-5), замедление испарения влаги (линия 8-

9-10), резкое снижение скорости сушки (линия 13-14-15). Кривая текущего влагосодержания материала асимптотически приближается к прямой а-а равновесного влагосодержания. Когда влажность материала достигает некоего равновесного значения, соответствующего условиям заданного режима, сушка прекращается, так как влагопоглотительная способность агента сушки оказывается исчерпанной. Общие этапы описанного процесса сушки характерны для многих капиллярно-пористых коллоидных материалов, но на самом деле более сложны, что обусловлено наличием различных форм связи влаги с материалом и его неоднородностью.

### Методика исследований

Проанализировав процесс сушки кормов и изучив схемы оборудования для подготовки и гранулирования травяной муки и комбикормов [1, 2, 3], мы решили исследовать совмещенный процесс производства кормовых гранул из зеленой массы растений и побочной продукции зернового производства (полова, солома, отруби и т.п.).

Предлагаемая схема (рис. 2) позволяет совместить три процесса: снижение влажности зеленой массы, подачу связующего раствора и гранулирование. Четвертым процессом производства является досушка гранул с температурой сушки, не превышающей 50°C, которую можно осуществлять и на открытом воздухе.

Использование данной схемы исключает два периода сушки материала А и Б (рис. 1), так как уже при смешивании зеленой массы и влагопоглотителя влажность кормовой смеси снижается до 40-45%. Присутствующий в смеси сок растений является для процесса гранулирования связующим раствором. Получаемая влажность смеси позволяет использовать для формирования гранул шнековые пресса с невысокой энергоемкостью и большей производительностью по сравнению с грануляторами сухого прессования. Во время формирования гранул происходит выделение тепла, которое планируется использовать при досушке полученного корма. Поскольку максимальная скорость сушки соответствует температуре материала в 50°C (рис. 1, отрезок 12-13) и при этой же температуре сохраняются все питательные вещества исходных материалов, то температура досушки не будет превышать 50°C. Влажность получаемых кормовых гранул находится в пределах 30-35%, что облегчает решение задачи сушки материалов до заданной влажности. Общая энергоемкость процессов производства гранул по предлагаемой схеме не будет превышать 20 кВт·ч/т.



Рис. 2. Принципиальная схема производства кормовых гранул

### Результаты исследований

Опытная партия кормовых гранул изготовлена из зеленой массы щавеля сорта «Румекс К-1» и половы пшеничной в соотношении 60 и 40% соответственно. Изготовление кормовых гранул осуществлено на универсальном оборудовании ООО «Алтай-вибромаш» и кафедры «Механизация переработки сельскохозяйственной продукции» ФГОУ ВПО АГАУ. По результатам биохимического анализа (лаборатория АНИИСХ) в них содержится 0,46 кормовых единицы и питательные вещества, восстанавливающие иммунную систему организма (хелатные формы железа, цинка, меди, селена, кобальта, марганца и др.). При включении в состав гранул овсяной соломы содержание кормовых единиц повышается до 0,8.

Себестоимость образцов кормовых гранул (в ценах 2005 года) составляет около 1 руб/кг, а энергоёмкость - на уровне 10-15 кВт·ч/т. Анализ кормового рынка показывает, что средняя цена 1 кормовой единицы комбикормов находится в пределах 4 руб.

Экономическая эффективность предлагаемых кормовых гранул обусловлена тем, что для их производства используются высокоурожайные культуры с большим содержанием питательных веществ и побочная продукция зернового производства (полова, солома, отруби), а также тем, что плотность кормовых гранул позволяет уменьшать затраты на хранение и транспортировку. В итоге получается универсальный корм

для разных видов животных. Снижение энергоёмкости обусловлено технологией производства гранул из влажной смеси с возможностью досушки на открытом воздухе.

### Выводы

Использование предлагаемой схемы производства кормовых гранул позволяет:

- 1) снизить себестоимость, энерго- и металлоёмкость производства кормов;
- 2) сократить количество технологических процессов;
- 3) сохранить все питательные вещества кормовых культур;
- 4) уменьшить напряженность в период заготовки кормов;
- 5) повысить до 50% использование грубых кормов.

### Библиографический список

1. Снягин И.И. Справочник агронома Сибири / И.И. Снягин, А.И. Тютюнников. М.: Колос, 1978. 528 с.
2. Механизация и технология производства продукции животноводства / В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич. М.: Колос, 2000. 528 с.
3. Жислин Я.М. Оборудование для производства комбикормов, обогатительных смесей и премиксов / Я.М. Жислин. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Колос, 1981. 319 с.