

Физико-биотехнический подход к процессу создания однородной смеси

*Л.В. Межуева, д.т.н., профессор, Т.И. Пискарёва, к.т.н.,
А.В. Быков, к.т.н., ФГБОУ ВО Оренбургский ГУ*

В настоящее время наукой и практикой доказано, что эффективность кормопроизводства определяется качественными и экономическими показателями. Снижение энергоёмкости процесса смесеприготовления и повышение качества кормов позволяет уменьшить экономические затраты. Экономически выгодно осуществлять кормопроизводство в непосредственной близости от животных, тем самым исключаются транспортные, складские и другие издержки.

Материал и методы исследования. Создание сбалансированных и питательных кормосмесей – сложный технологический процесс. При его реализации необходимо подбирать кормокомпоненты по совместимости, усвояемости и востребованности на соответствующем возрастном этапе вскармливания. Приготовление комбикормов по хорошо отработанной рецептуре, которая включает все необходимые элементы для нормального функционирования и развития животных, даёт возможность улучшить их качество. Одной из важных сторон улучшения качества кормов является технология их приготовления, включающая ряд производственных операций. При приготовлении сухих и влажных смесей существенным является требование получения однородной массы с равномерным распределением компонентов по всему объёму корма. Применение имеющегося оборудования не всегда обеспечивает качественное смешивание компонентов, используется неэкономично и малоэффективно с большими

затратами энергии. Возникают трудности, как конструктивного оформления, математического описания протекающих процессов, так и прогнозирования полученных результатов [1].

В связи с этим возникает необходимость создания наиболее эффективных и совершенных конструкций смесителей, способных выполнять качественно и производительно приготовление смесей.

В настоящее время, когда промышленное производство смесей снижается, всё чаще используется оборудование для малых фермерских хозяйств, способных быстро перестраиваться, реагируя на спрос и не требуя при этом больших денежных вложений.

Результаты исследования. Рассматривая процесс создания однородной кормосмеси на основе системного подхода, была предложена сложная, многоуровневая структура, содержащая подсистемы, которые в свою очередь разделены на множество элементов (рис. 1). Такое деление не бесконечно, а ограничено целями исследования, логически завершено [2].

Использование параметрических подсистем, охватывающих рассмотренные технологические процессы, учитывая конструктивно-технологические, физико-механические и реологические параметры смешиваемых материалов, а также режимные характеристики процесса позволяет получать разнообразные решения, удовлетворяющие той или иной поставленной задаче.

Таким образом, создание однородной кормосмеси разной влажности включает в себя несколько

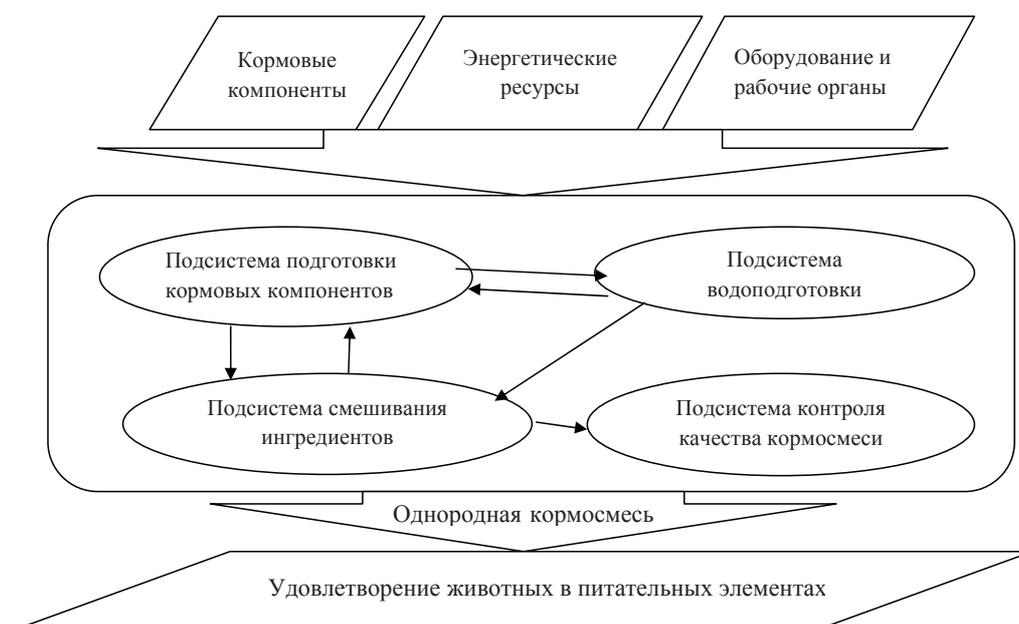


Рис. 1 – Структурная многопараметрическая схема создания однородной кормовой смеси

технологических процессов, а именно: подготовку кормовых компонентов (ПКК), водоподготовку (ВП), смешивание кормовых компонентов (СКК), контроль качества полученной кормосмеси (ККК).

Подготовка кормовых компонентов учитывает все свойства ингредиентов (рис. 2), создающих кормосмесь, и может осуществляться самыми различными способами, ограниченными технологическими возможностями и производственной необходимостью.



Рис. 2 – Подсистема подготовки кормовых компонентов

Водоподготовка заключается в температурной и кавитационной обработке воды, которая содержит большое количество органических соединений [2]. Данная подсистема расчленена нами на режимные и конструктивные элементы (рис. 3).

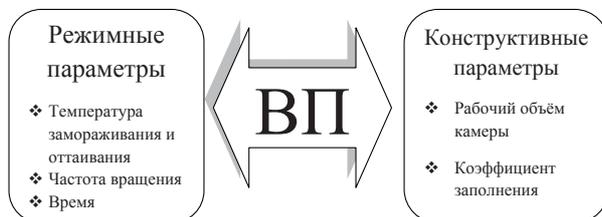


Рис. 3 – Подсистема водоподготовки

Структурная многопараметрическая система создания однородной кормосмеси основывается на внутренних связях между исследуемыми объектами, где выход предыдущего элемента является входом последующего. Такие параметры, как производительность, энергоёмкость и влажность кормового сырья, определяют условия работы смесительного

оборудования, а также являются выходом кормо- и водоподготовки. Поэтому, чтобы обеспечить качественное смешивание кормосмеси в фермерских хозяйствах, необходимо для определённой влажности корма создать на базе смесителя внутренние рабочие поверхности, интенсифицирующие процесс смесеприготовления.

Подсистема смешивания кормовых компонентов представлена режимными и конструктивными параметрами, включающими время смешивания, коэффициент загрузки камеры, частоту вращения, а также параметрами надёжности технической системы, включающими плотность распределения, интенсивность отказов, вероятность безотказной работы [3] (рис. 4).

Завершающим этапом в создании однородной кормосмеси является контроль качества кормосмеси (рис. 5), осуществляемый по отклонению контрольного компонента в пробах смеси от теоретического значения.

Основными составляющими данной подсистемы выделены степень однородности полученной смеси M и качество готового продукта, выраженное через концентрацию C [3].

Эффективное перемешивание зависит от интенсивности, которая определяется расходом энергии или мощностью рабочего органа. Энергия расходуется на сложное движение частиц, возникающее в процессе смешивания [1]. Таким образом, результатом исследований является разработка модельного ряда смесителей для выбранного диапазона влажности смеси и определение оптимальной параметрической области, где все параметры, характеризующие процесс, принимают оптимальные значения, в результате чего на выходные параметры накладываются определённые ограничения, связанные с технологическими возможностями [4].

Зная параметры процесса, можно определить прогнозируемое качество смеси, выраженное степенью однородности M . Для определения же оптимального набора параметров используется функция Харрингтона, которая устанавливает взаимосвязь между количественными значениями концентрации C и степенью однородности M , что в свою очередь выражается следующим уравнением регрессии:



Рис. 4 – Подсистема смешивания кормовых компонентов

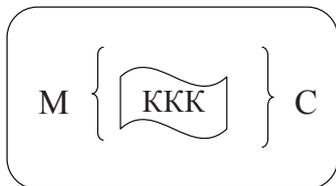


Рис. 5 – Подсистема контроля

$$\begin{aligned}
 M = & 28233,37V_{p.k.} - 7,186765(E-02)\varphi - \\
 & -3,357468(E-02)\rho_n - 1,736908W - 5,265113Ж - \\
 & -5,588221(E-05)G + 69,81744K + \\
 & + 7,479701v + 0,1926816t - 1226092V^2 + \\
 & + 2,094389(E-04)\varphi^2 + 4,741984(E-12)G^2\rho_n + \\
 & + 145,6274V_{p.k.}KW - 4,579373(E-08)t^3 - 39,24084.
 \end{aligned}$$

При принятом уровне значимости $\alpha=0,01$, критерий Фишера $F=1,94$, уравнение значимо.

По полученным результатам сделали вывод, что модель адекватно описывает процесс смешивания в смесителях [3].

Оценка технико-экономической эффективности проводится по каждой подсистеме приготовления кормосмеси, поэтому процедура технико-экономического исследования процесса смесеприготовления осуществляется от целого к частному.

Эффективность научно-технических основ разработанного процесса можно представить, с одной стороны, связью эксперимента с зоотехническими возможностями, т.е. рассмотреть, как

влияет увеличение однородности смеси на прирост животноводческой продукции, с другой стороны, возможностью снижения энергоёмкости процесса за счёт использования новых технических разработок [5].

Вывод. На основании расчёта технико-экономических показателей подтверждена целесообразность использования новых технических решений, так как наблюдается рост производительности, качества готового продукта при одновременном снижении энергоёмкости процесса и продолжительности цикла смешивания.

Литература

1. Пискарёва Т.И. Научные основы процесса смешивания // Достижения учёных 21 века: сб. статей V Междунар. науч.-практич. конф. Тамбов, 2010. С. 78–79.
2. Межуева Л.В. Механико-технологическое обоснование процесса смесеприготовления / Л.В. Межуева, А.П. Иванова, Н.В. Гетманова, Т.И. Пискарева // Научно-технический прогресс в животноводстве – стратегия машинно-технологического обеспечения производства продукции на период до 2020 г.: сб. научных трудов XII Междунар. науч.-практич. конф. ГНУ ВНИИМЖ Подольск, 2009. С. 74–80.
3. Пискарёва Т.И. Влияние физико-механических и конструктивно-технологических параметров на процесс смешивания в шнеково-лопастных смесителях: учеб. пособие. Оренбург: ОГУ, 2013. 86 с.
4. Вариативная модель процесса приготовления смесей / Л.В. Межуева, А.П. Иванова, В.В. Гунько, Н.В. Гетманова, Т.И. Пискарёва // Техника в сельском хозяйстве. 2009. № 5. С. 15–17.
5. Межуева Л.В. Влияние технологического подхода на качество процесса смесеприготовления / Л.В. Межуева, А.П. Иванова, А.В. Быков, Н.В. Гетманова, Т.И. Пискарёва, Л.А. Быкова // Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации: сб. статей Междунар. науч. конф. Оренбург, 2010. С. 281–286.