

УДК 664.8

Обоснование технологических подходов к получению качественных гранулятов на основе бинарных композиций

Доценко С.М.¹, Школьников П.Н.², Ковалева Л.А.¹, Школьников М.А.²

¹Амурский государственный университет

²Дальневосточный государственный аграрный университет

Аннотация

Обоснованы аналитические и методологические подходы к созданию технологико-технической системы получения белково-концентратной кормовой добавки с использованием соевой муки и измельченной зеленой массы борщевика Сосновского.

Получены аналитические и эмпирические зависимости по обоснованию параметров предложенной системы.

Дана сравнительная характеристика добавок по питательной и биологической ценности.

Ключевые слова: КОРМОВАЯ БАЗА, КОРМОВАЯ ДОБАВКА, КАРБОМИД, ПРОЧНОСТЬ, ВЛАЖНОСТЬ, ЗАВИСИМОСТИ, СХЕМЫ, ХАРАКТЕРИСТИКА

Введение

Известно, что для эффективного ведения животноводства необходимо создание прочной кормовой базы [1].

Одним из основных направлений при решении данной проблемы является создание технологико-технической системы (ТТС) производства кормовых добавок различного состава и свойств в виде гранулята. Наличие добавок в гранулированной форме позволяет заготавливать их в определенный сезон года для последующего хранения и использования [2, 3]. В настоящее время отсутствует рациональная ТТС получения кормовых добавок с использованием соевой муки, в связи с чем решение данной проблемы является актуальным.

Целью исследования является обоснование и разработка подходов к получению качественной гранулированной добавки.

Задачи исследования:

- Разработать аналитические подходы и зависимости, характеризующие процесс получения кормовых добавок белково-концентратного типа;
- разработать структурные схемы процесса получения качественной гранулированной кормовой добавки с обоснованием параметров процесса;
- дать сравнительную характеристику кормовых добавок по их питательной и биологической ценности.

На основании проведенного анализа существующих ТТС установлено, что дефицит белка в кормовых рационах пытаются устранить так называемым «белковым» компонентом в виде карбамида, т.е. азотсодержащего вещества.

Так известна технология приготовления кормовой добавки, включающая использование в качестве «белкового» компонента – карбамид, а в качестве связующего – мелассу [2].

Недостатком данной технологии является использование относительно токсичного «белкового» компонента – карбамида, при одновременном отсутствии в его составе связующего – мелассы и витаминного комплекса С+Е+β-каротин.

Известна также технология приготовления амидо-концентратной добавки, включающая подачу азотсодержащего компонента в виде карбамида углеводного, в виде зерновой составляющей, а также – связующего компонента в виде бентонита натрия (белой глины) [3].

Недостатками данной технологии также является использование токсичного компонента в виде карбамида и дорогостоящего связующего в виде бентонита натрия. Кроме этого в составе данных компонентов отсутствует витаминный комплекс С+Е+β-каротин, что снижает питательную ценность готового продукта и его антиоксидантную активность. Известен также и тот факт, что качество формуемых с помощью пресса гранул комбинированного состава оценивается показателем прочности Пр, % [2].

При этом показатель прочности гранул комбинированного состава зависит от многих факторов процесса прессования, в качестве основных из которых можно выделить:

- неравномерность распределения влаги по объему гранулы комбинированного состава v_r ;
- размер исходных частиц компонентов d_2 ;
- исходная влажность смешиваемых компонентов W , для двухкомпонентного состава W_1 и W_2 .

Для данной совокупности факторов зависимость прочности гранул в ее общем виде можно записать как:

$$Pr = f(v_r; d_2; W_y) \rightarrow 100\%, \quad (1)$$

где W_y – усредненная влажность в смеси компонентов, имеющих влажность $W_{ск}$ и W_2 .

Для показателя усредненной влажности имеем следующую аналитическую зависимость:

$$W = \left[\frac{W_{ск}}{100} + \frac{\frac{100}{W_2} + 1}{K_3} \right] 100\%, \quad (2)$$

где $W_{ск}$ – влажность соевого компонента, %;

K_3 – количество зеленой массы влажностью W_2 , кг.

Количество зеленой массы равно:

$$K_3 = \frac{100 \cdot K_w \cdot K}{W_2(100 + W_{ск})}, \quad (3)$$

где K_w – количество соевого компонента в виде муки с влажностью $K_{ск}$;

K – массовая доля зеленой массы, %.

С другой стороны, расход зеленой массы определяется как:

$$K_3 = \frac{100 \cdot K_w}{W_2(100 + W_{ск})} \frac{(W_y - W_{ск})}{\left[\left(\frac{100}{W_2} \right) - 1 \right] - W_y}, \quad (4)$$

Данные аналитические подходы положены в основу разработки процесса получения кормовой добавки белково-концентратного типа.

Согласно технологическому процессу (рис. 1) соевый компонент в виде муки влажностью $W_{ск}$ и измельченная зеленая масса влажностью W_2 подаются в определенном соотношении в смеситель-усреднитель влаги.

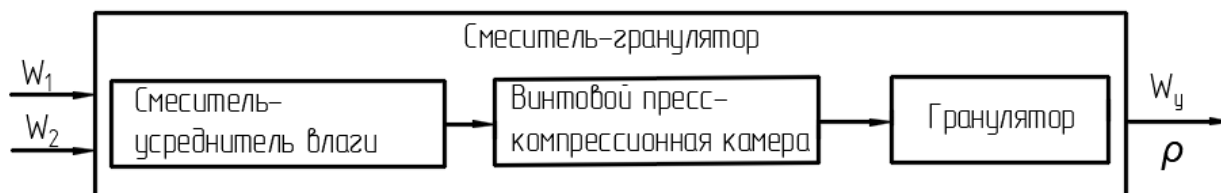


Рис. 1. Структурная схема смесителя-гранулятора

На первой стадии происходит перемешивание массы с мукой, а образованная смесь, в которой зеленая масса является связующим компонентом, имеет усредненное значение влажности W_y , винтом подается в компрессионную камеру. В камере она уплотняется с удалением воздуха из пустот уплотненной массы.

Затем эта однородная масса с плотностью ρ продавливается через отверстия матрицы-решетки гранулятора. Сформированные гранулы с усредненной влажностью W_y и плотностью ρ поступают в сушильную камеру (рис. 2).

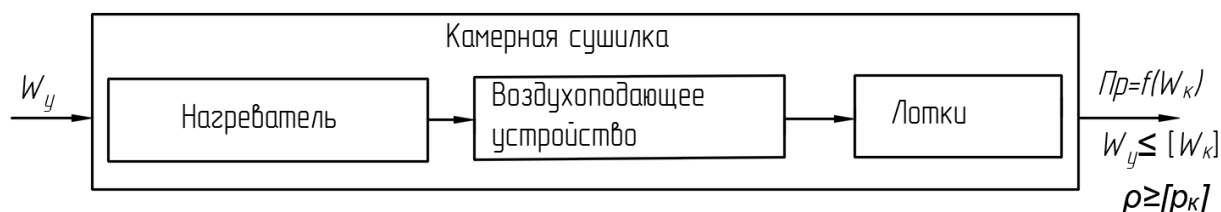


Рис. 2. Структурная схема камерной сушилки

Производительность камерной сушилки по сухому продукту:

$$Q_C = \frac{0,43 d_{гр} a b k n [p_k] \left[\frac{100 - W_y}{100} \right] \cdot C_1}{\lg \left(\frac{W_y}{[W_k]} \right)}, \quad (5)$$

где $d_{гр}$ – диаметр гранул;

d, b – соответственно длина и ширина сушильного лотка;

k – коэффициент, учитывающий плотность распределения гранул на лотке = 0,8;

n – количество лотков в камере;

$[p_k]$ – допускаемая по требованиям плотность гранул.

В уравнении (5) C_1 определяется как

$$C_1 = C_2 \frac{\lg \left(\frac{W_y}{|W_{K1}|} \right)}{\lg \left(\frac{P_y}{|P_{K1}|} \right)}, \quad (6)$$

где C_2 – эмпирический коэффициент.

При этом интенсивность сушки гранул составит

$$v = W_y C_1 e^{-C_1 t_c}, \quad (7)$$

где t_c – время сушки.

Разработанные технологические подходы были положены в основу процесса получения кормовой добавки на основе соевой муки и измельченной зеленой массы борщевика Сосновского.

На рис. 3 представлена технологическая схема процесса, а на рис. 4 – аппаратная схема линии производства кормовой добавки.

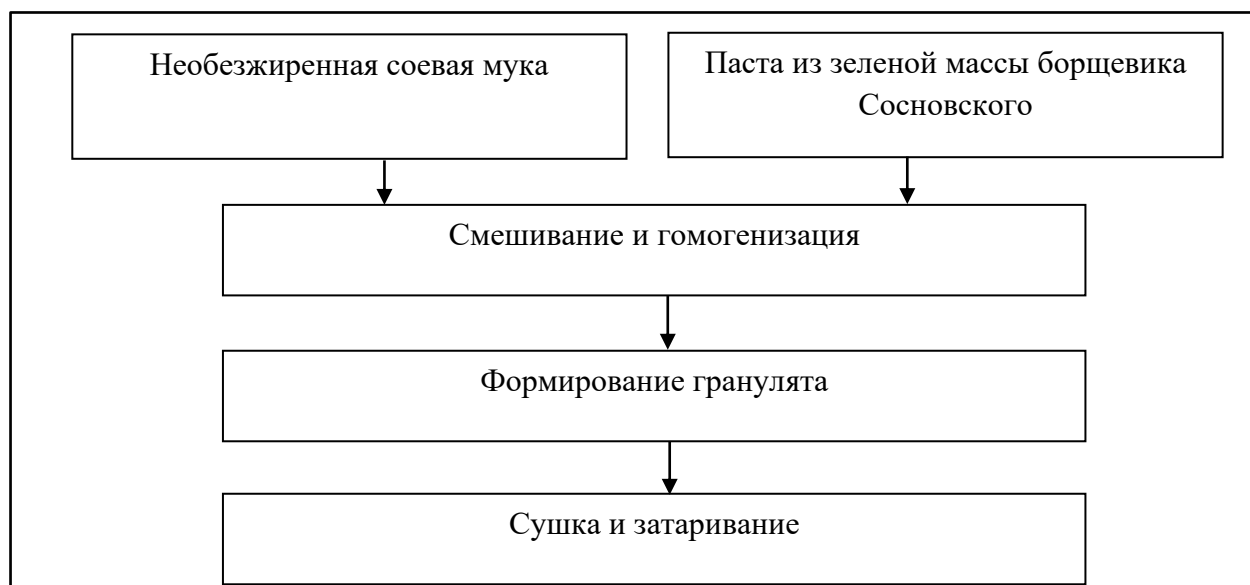


Рис. 3. Технологическая схема получения кормовой добавки

Согласно разработанной технологии из измельченной зеленой массы кормовой культуры «Борщевик Сосновского», убранной в фазе, предшествующей бутонизации, готовят пасту с помощью измельчителя-пастоизготовителя. Полученную пасту и необезжиренную соевую муку при соотношении 1:1 дозированно подают в смеситель-усреднитель 2, откуда смесь поступает на гомогенизацию, осуществляемую винтом - 3 прессующего устройства. Гомогенизированная смесь формируется в гранулы при давлении $P=0,62$ МПа посредством матрицы 4 и попадает в лоток 5. Заполненный лоток 5 устанавливается в су-

шильный шкаф, где в среде активного вентилирования формованный продукт подвергается температурной сушке. Высушенный продукт фасуется, накапливается и реализуется потребителям.

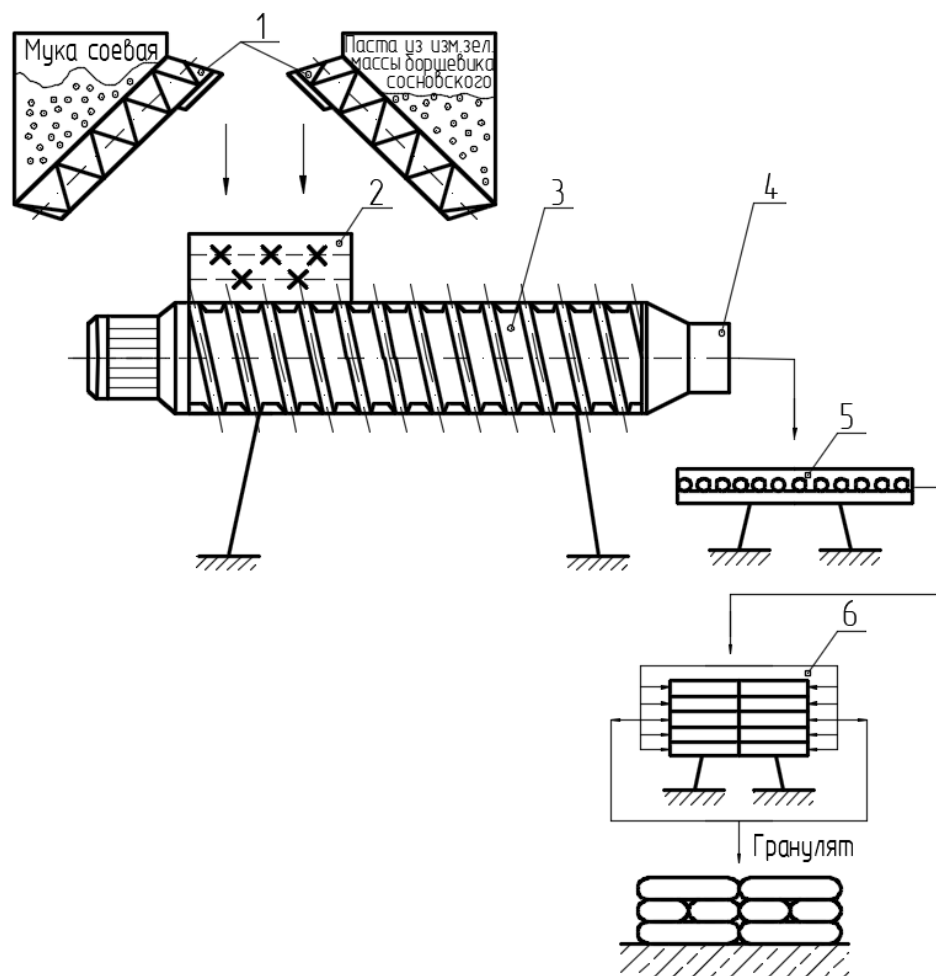


Рис. 4. Аппаратурная схема линии производства кормовой добавки

Примечания: 1 – бункеры-дозаторы, 2 – смеситель-усреднитель, 3 – винтовой пресс, 4 – матрица гранулятора, 5 – лоток, 6 – сушильный шкаф.

Согласно разработанной технологии производства кормовой добавки в виде гранулята заключительной операцией является сушка гранул.

При этом установлено что на показатель крошимости гранул K_p , % (их прочности) существенное влияние оказывает следующая совокупность факторов:

- W_n , % – начальная влажность гранул,
- t^0 , С – температура сушки гранул,

- t_c , мин – продолжительность сушки.

Таким образом в процессе исследований необходимо установить зависимость, общий вид которой $\rightarrow \min$.

Обработка результатов опытов позволила построить математическую модель процесса получения сушеных гранул в раскодированной форме:

$$K_p = 398,560 - 3,621W - 2,217(t^0)^2 - 0,060T^2 \rightarrow \min \quad (8)$$

Результаты регрессионного анализа данной зависимости показали, что полученная математическая модель адекватна, так как критерий Фишера $F_R = 11,015$ больше табличного $F_T = 5,96$, при коэффициенте корреляции R равном 0,92.

Для определения оптимальных значений факторов, при которых критерий оптимизации $K_p \rightarrow \min$, были заданы области экстремальных значений факторов. Для анализа влияния факторов и их взаимодействий построены поверхности отклика $K_p \rightarrow \min$.

По результатам проведенных исследований установлено, что оптимальными значениями факторов являются:

- начальная влажность гранул $W_n = 40,0\%$,
- температура сушки гранул $t^0 = 80^0\text{ C}$,
- продолжительность сушки $t_c = 62,0$ мин.

При этих значениях крошимость гранул K_p составляет 4,0-5,0%, а $Pr = 95-96\% > [Pr]$.

Режим активного вентилирования обеспечивает быстрый сьем влаги с продукта, с доведением содержания сухих веществ в продукте до 92% с обеспечением требуемой прочности гранул $[Pr]$, %.

При этом соотношение муки и пасты в пределах 1:1, дает повышенную питательность продукту, по сравнению с аналогом, по белку в 3,1 раза с наличием витамина С в 65,0 мг/100 г, витамина Е в 7,52 мг/100 г и β -каротина в 2,3 мг/100 г (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительная ценность добавок

Продукт	Содержание			
	Основных веществ, %	Витаминов, мг/100 г		
		Белка	С	Е
Амидоконцентратная добавка (АКД) “аналог”	7,0	-	-	-
Белково-концентратная добавка (предлагаемая БКД)	21,7	65,0	7,52	2,3

Заключение

На основе разработанных аналитических подходов получены зависимости, характеризующие процесс получения качественных по показателю прочности гранул на основе соевого компонента и компонента из измельченной зеленой массы, имеющей большую влажность, а потому выполняющую роль связующего.

Обоснованные параметры технических средств позволили разработать технологическую и аппаратную схемы линии по производству соево-растительной кормовой добавки [4].

Определено, что полученная добавка обладает высокой питательной и биологической ценностью с точностью не ниже требуемой.

Список использованных источников

1. Комбикорма, кормовые добавки и ЗЦМ для животных: Состав и применение: Справочник / Под ред. В.А. Крохиной. - М. : Агропромиздат, 1990. – 304 с.
2. Миончинский П.Н., Кожарова Л.С. Производство комбикормов: [Для сред. спец. учеб. заведений системы хлебопродуктов]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Агропромиздат, 1991. – 288 с.
3. Кирсанов В.В., Симарёв Ю.А., Филонов Р.Ф. Механизация и автоматизация животноводства: учебник. - М. : Академия, 2004. - 399 с.
4. Патент РФ № 2729216. Способ приготовления белково-концентратной добавки / С.М. Доценко, П.Н. Школьников, Л.Г. Крючкова. По заявке № 2019131287. Опубл. 05.08.2020. Бюл. № 22.

Цитирование:

Доценко С.М., Школьников П.Н., Ковалева Л.А., Школьников М.А. Обоснование технологических подходов к получению качественных гранулятов на основе бинарных композиций [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – № 2. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/2/st_237.pdf.