

Тарасов Анатолий Геннадьевич

магистрант

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный
аграрный университет»

г. Уфа, Республика Башкортостан

РЕЖИМНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СВЧ-УСТАНОВКИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

Аннотация: в статье рассматриваются перспективы использования поля сверхвысокой частоты для процесса улучшения качества фуражного зерна, описывается выбор режимных параметров и планирование эксперимента предлагаемой технологии.

Ключевые слова: фуражное зерно, СВЧ-поле, качество зерна, комбикорм, технология производства, улучшение качества, режимные параметры, планирование эксперимента.

СВЧ-технологии всё чаще находят применение в зерноперерабатывающей и комбикормовой промышленности. При обработке в электромагнитном поле можно обеспечить снижение микробиологической обсемененности зерна, скорректировать показатели качества, что будет положительно влиять на продукт в целом.

Ранее нами было выявлено, свойства СВЧ-поля свидетельствуют о целесообразности его использования для обработки фуражного зерна. Также в результате исследований сделано предположение, что необходимо проводить СВЧ-обработку фуражного зерна до появления первых признаков денатурации клейковинного комплекса, с целью улучшения усвояемости зерна, входящего в состав комбикорма.

Поэтому была поставлена задача определения режимных параметров обработки в поле СВЧ для проверки поставленной гипотезы, а также планирования эксперимента с целью установления уравнения регрессии на количественные и качественные показатели фуражного зерна.

Теоретические предпосылки, которые были произведены при исследовании СВЧ-обработки параметрами обработки в СВЧ-поле, позволяют произвести выбор режимных параметров, которые непосредственно будут влиять на изменение показателей качества фуражного зерна.

В качестве режимных параметров установлены:

- экспозиция нагрева τ , с;
- удельная мощность СВЧ-энергии N , кВт/дм³.

При выборе режимных параметров при проведении обработки в поле СВЧ зерна необходимо построение математических моделей, устанавливающих взаимосвязь между параметрами процесса [2, с. 35]. При планировании эксперимента по повышению показателей качества фуражного зерна был произведен анализ нескольких методов математической обработки результатов эксперимента.

Метод Коно-2 получил широкое распространение, преимуществом является получение статических математических моделей происходящего процесса, при использовании факторного планирования, регрессионного анализа и движения по градиенту.

Применяемая матрица планирования Коно-2, близкая к D-оптимальным, обладает свойствами равномерности и ротатабельности, имеет малое число опытов. Кроме того, данный метод широко используется при процессах электротехнологий, т.к. он дает хорошие результаты [1, с. 136].

Планирование эксперимента производилось при условии, что параметры работы СВЧ-установки варьировались на трех уровнях: минимальном (-1), среднем (0) и максимальном (+1).

Зависимость выходных параметров y_i от параметров работы СВЧ-установки выражается математической зависимостью второго порядка:

$$Y_i = b_0 + b_1\tau + b_2N + b_{11}\tau^2 + b_{22}N^2 + b_{12}\tau N, \quad (1)$$

где $b_0, b_1, b_2, b_{11}, b_{22}, b_{12}$ – коэффициенты регрессии;

τ, N -параметры работы установки.

При помощи уравнения регрессии возможно определить режимные параметры для повышения показателей качества фуражного зерна [3, с. 237]. Производилось исследование режимных параметров на следующие показатели:

- температура продукта – Y_1 , °C;
- влажность – Y_2 , %;
- массовая доля сырой клейковины – Y_3 , %;
- качество сырой клейковины – Y_4 , усл. ед. по показателю прибора ИДК.

Режимные параметры, при которых производилась обработка, находились в следующих диапазонах:

- экспозиция нагрева $\tau=30\dots70$ с;
- удельная мощность СВЧ-энергии $N=0,47\dots1,4$ кВт/дм³.

В результате обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии, связывающие температуру нагрева (Y_1), влажность (Y_2), количество (Y_3) и качество клейковины (Y_4) фуражного зерна с экспозицией нагрева (τ), удельной мощностью СВЧ-энергии (N):

$$Y_1 = 54,67 + 6,78\tau + 7,61N, \quad (2)$$

$$Y_2 = 11,69 - 0,78\tau - 1,04N - 0,63\tau N, \quad (3)$$

$$Y_3 = 14,01 - 1,07\tau - 1,46N - 0,68\tau^2 - 0,47N^2 - 1,57\tau N, \quad (4)$$

$$Y_4 = 112,11 - 17,89\tau - 6,22N - 16,33\tau^2 - 10,67N^2 - 17,67\tau N, \quad (5)$$

Обоснование параметров работы СВЧ-установки зерна проводилось путем анализа результатов обработки теоретических и экспериментальных данных и на основании количественных и качественных показателей зерна, в пределах которых наблюдалось наибольшее улучшение физико-химических показателей. Оптимальными вариантами СВЧ-обработки фуражного зерна, улучшающими показатели качества (τ – экспозиция нагрева, N – удельная мощность СВЧ-энергии) являются следующие:

1 вариант: $\tau=45\dots50$ с; $N=1,4$ кВт/дм³;

2 вариант: $\tau=65\dots70$ с; $N=0,94$ кВт/дм³;

3 вариант: $\tau=30\dots35$ с; $N=1,4$ кВт/дм³;

4 вариант: $\tau=65\dots70$ с; $N=0,47$ кВт/дм³.

При этих режимных параметрах зерно нагревается до температуры 54...63 °С, белки клейковины подвергаются первичной денатурации, влажность зерна снижается на 16...30%, что обусловлено тепловым воздействием параметров поля сверхвысокой частоты на структуру зерна, т. к. происходит его усушка

Целесообразность применения того или иного варианта зависит от исходного качества зерна. Так, варианты 1, 2 могут быть применимы при начальной влажности зерна от 16%, а варианты 3 и 4 – для зерна влажностью от 14 до 15%.

Таким образом, можно сделать вывод, что технология обработки фуражного зерна в поле СВЧ имеет перспективы внедрения на предприятия по производству комбикормов и позволяет улучшить пищевую ценность производимого продукта.

Список литературы

1. Грачев Ю.П. Математические методы планирования эксперимента [Текст]: Учебное пособие / Ю.П. Грачев, Ю.М. Плаксин. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 296 с.

2. Семёнова О.Л. Прикладные задачи теории планирования эксперимента в электротехнологиях [Текст] / О.Л. Семёнова, В.С. Вохмин // Материалы международной научно-практической конференции в рамках XXV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2015». Ч. III. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2015 – С. 33–37.

3. Семёнова О.Л. Теоретическое обоснование применения СВЧ-обработки для улучшения показателей качества пшеничной муки на установках периодического действия с СВЧ-энергоподводом [Текст] / О.Л. Семёнова // Алдамжаровские чтения – 2012: Материалы международной научно-практической конференции. – Костанай: КСТУ им. З. Алдамжар, 2012. – С. 236–241.