

Демидов Сергей Федорович

канд. техн. наук, доцент

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный
исследовательский университет информационных
технологий, механики и оптики»

г. Санкт-Петербург

Пелевина Лидия Федоровна

директор

Техникум пищевой промышленности
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
экономический университет»

г. Санкт-Петербург

Беляева Светлана Сергеевна

преподаватель

Техникум пищевой промышленности
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
экономический университет»

г. Санкт-Петербург

Васильева Евгения Юрьевна

преподаватель

Техникум пищевой промышленности
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
экономический университет»

г. Санкт-Петербург

ОБРАБОТКА КОРМОВ ДЛЯ ПОРОСЯТ ИНФРАКРАСНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Аннотация: авторами данной статьи отмечается, что тепловая обработка корма для поросят при помощи ИК-излучения улучшает питательные свойства корма для смягчения процесса перехода с молочного вскармливания на растительную пищу.

***Ключевые слова:** тепловая обработка, корм, ИК-излучение, денатурация, белок, крахмал.*

В желудочном соке поросят мало фермента пепсина и соляной кислоты, поэтому их желудок не выполняет барьерной функции в отношении микроорганизмов. В возрасте 3–4 недель объем желудочно-кишечного тракта небольшой, а потребность в питательных веществах очень высокая, поэтому рацион необходимо составлять из высокопитательных кормов с хорошей усвояемостью и небольшим количеством клетчатки.

Данная статья посвящена процессу термообработки зерновой смеси из ячменя, ржи и пшеницы до температуры 80–82 °С, размещенной на металлическом листе, инфракрасным излучением выделенной длиной волны 1,5–3,0 мкм верхнего слоя и кондуктивным нагреве металлического листа и нижнего слоя в зависимости от конструктивных и динамических параметров.

Такая обработка повышает пищевую ценность зерновой смеси, улучшает вкусовые и ароматические свойства, уничтожает вредные микроорганизмы и увеличивает сроки хранения корма, происходит денатурация белка и деструкция крахмала. В аминокислотном составе слюны поросят в возрасте 3–4 недель хорошо усваивается денатурированный белок.

Исследования процесса проводились на экспериментальном стенде, изображенном на рисунке 1 и на зерновой смеси с влажностью 7–8%, состоящей из овса (50% от общего количества корма), пшеницы (25% от общего количества корма), ржи (25% от общего количества).



Рис. 1. Экспериментальный аппарат для исследования процесса термообработки зерновой смеси

В качестве источника излучения длиной волны 1.5–3.0 мкм использовались линейные кварцевые излучатели диаметром 0,012 м с керамической функциональной оболочкой [1]. Габаритные размеры аппарата: длина 500 мм, ширина 360 мм, высота 680 мм, длина инфракрасного излучателя 500 мм, количество инфракрасных излучателей 16 штук. Продукт располагали на поддоне с подложкой из металлического листа. Инфракрасные излучатели располагали сверху и снизу относительно слоя зерновой смеси. Зерновой слой равномерно распределяли на поддоне в сушильной камере, при заданных параметрах подвергался ИК-обработке с двух сторон. Измерение температуры нижней и верхней поверхностей зерновой смеси производилось при помощи инфракрасного термометра Raytek-MiniTemp MT6. Изменяя сопротивление нихромой спирали ИК-излучателя, получали заданную величину теплового потока. Плотность теплового потока рассчитывалась.

Температуру центра слоя кормовой смеси определяли с помощью термопар, помещая их в слой корма.

Основными факторами, в наибольшей степени влияющими на время процесса двустороннего инфракрасного нагрева при инфракрасном нагреве верхнего слоя и кондуктивном нагреве нижнего слоя на качественный состав зерновой смеси, являются:

- расстояние инфракрасного излучателя до слоя продукта от 40 до 60 мм;
- величина теплового потока инфракрасного излучения от 12 до 16 кВт/м²;
- высота слоя смеси, размещенной на металлическом листе от 20 до 30 мм;
- температура металлического листа от 80 до 100⁰ С.

Для проведения экспериментальных исследований были выбраны значения уровней каждого фактора, с учетом диапазонов технологических параметров. Все четыре кодированные переменные Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 принимают значения в диапазоне от -1 до $+1$. Таким образом, для достоверного учета влияния каждого из факторов необходим четырехуровневый план, в котором реализованы все возможные комбинации факторов на всех уровнях.

Составили таблицу, в которой значения всех факторов находятся во всех возможных сочетаниях и провели измерения в этих точках (таблица 1).

Таблица 1

	Факторы в натуральном масштабе				Факторы в безразмерном масштабе				Значения отклика, Y, с
	X ₁ , мм	X ₂ , кВт/м ²	X ₃ , мм	X ₄ , °С	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	
1	20	16	40	100	-1	1	-1	1	243
2	20	16	40	80	-1	1	-1	-1	304
3	20	12	40	100	-1	-1	-1	1	322
4	20	12	40	80	-1	-1	-1	-1	355
5	20	16	60	100	-1	1	1	1	344
6	20	16	60	80	-1	1	1	-1	382
7	20	12	60	100	-1	-1	1	1	420
8	20	12	60	80	-1	-1	1	-1	463
9	30	16	40	100	1	1	-1	1	265
10	30	16	40	80	1	1	-1	-1	321
11	30	12	40	100	1	-1	-1	1	357
12	30	12	40	80	1	-1	-1	-1	392
13	30	16	60	100	1	1	1	1	374

14	30	16	60	80	1	1	1	-1	414
15	30	12	60	100	1	-1	1	1	445
16	30	12	60	80	1	-1	1	-1	495

Повторность эксперимента – трехкратная. Адекватность полученных уравнений проверена по критерию Фишера.

Математическая обработка экспериментальных данных позволила получить эмпирическую зависимость времени процесса нагрева зерновой смеси при достижении температуры 80–82° С инфракрасным нагревом длиной волны 1,5–3,0 мкм в зависимости от параметров проведения процесса при действии выбранных факторов в натуральном виде:

$$Y = 165,1 + 11,92 \cdot X_1 + 8,9 \cdot X_2 + 7,65 \cdot X_3 + 0,74 \cdot X_4 - 0,63 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,116 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,078 \cdot X_1 \cdot X_4 - 0,275 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,23 \cdot X_2 \cdot X_4 \quad (1)$$

где, X_1 – высота продукта, размещенного на металлическом листе, от 20 до 30 мм;

X_2 – величина падающего потока инфракрасного излучения на 1 м², от 12 до 16 кВт/м²;

X_3 – расстояние от инфракрасного излучателя до слоя продукта, от 40 до 60 мм;

X_4 – температура металлического листа, от 80 до 100 °С.

Анализ уравнения (1) регрессии позволил получить информацию о степени влияния факторов на рассматриваемый процесс, определить наилучшие параметры проведения процесса термообработки корма для поросят и разработать исходные требования и техническое задание на разработку аппарата для фермерских хозяйств.

Список литературы

1. Демидов С.Ф., Демидов А.С., Беляева С.С. Источники инфракрасного излучения с электроподводом для термообработки пищевых продуктов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2011. – №1.