

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КРУПЯНЫХ ПАЛОЧЕК, ОБОГАЩЕННЫХ ПИЩЕВЫМИ ВОЛОКНАМИ

Челнокова Е.Я., канд. техн. наук, доцент,

Ваншин В.В., канд. с-х. наук, доцент,

Лисевич С.А.

Оренбургский государственный университет

На кафедре технологии пищевых производств проводятся исследования по определению оптимальных режимов горячей экструзии различных видов сырья с введением пищевых волокон в виде пшеничных отрубей.

Пшеничные отруби являются ценным продуктом питания. Они укрепляют иммунитет организма человека, ускоряют выведение из него холестерина, тяжелых металлов, радионуклидов, улучшают работу желудочно-кишечного тракта. Отруби способны также понижать гликемический индекс других продуктов питания, что важно при сахарном диабете, избыточном весе.

Основными операциями при производстве вспученных экструдатов (палочек) являются подготовка сырья и его экструдирование.

В качестве сырья взяты рисовая сечка и пшеничные отруби. Сырье измельчали на молотковой дробилке с использованием сит с отверстиями диаметром 3 мм. Измельченный продукт затем просеивали через сито с отверстиями диаметром 2 мм, сход вновь измельчали и просеивали, т.е. использовали двухстадийный способ измельчения.

Подготовленные смеси из измельченной рисовой сечки и отрубей увлажняли, отволаживали не менее 30 минут и экструдировали. Количество воды, необходимое для увлажнения смеси определяли по формуле

$$W = G \left(\frac{100 - W_1}{100 - W_2} - 1 \right),$$

где W - количество воды, см³;

G – масса образца, г;

W_1 – начальная массовая доля влаги смеси, %;

W_2 - конечная массовая доля влаги смеси, %.

Экструдировали смеси на универсальном одношнековом пресс-экструдере, предназначенном для гибких технологических линий малой производительности. В пресс-экструдере использовали матрицу с фильерой диаметром 3 мм. Для выявления оптимальных значений факторов, влияющих на процесс экструдирования, использовали полный факторный эксперимент ПФЭ-2² /1, 2/.

На основе априорной информации и проведенных однофакторных экспериментов, для поиска оптимальных режимов экструдирования выбраны следующие факторы: X_1 – массовая доля влаги смеси, %; X_2 – процент ввода

отрубей, %. Критериями оптимальности служили: Y_1 – производительность пресса, кг/ч; Y_2 - пористость экструдата, %. Уровни и интервалы варьирования факторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Уровни и интервалы варьирования факторов при получении палочек из рисовой сечки с добавлением пшеничных отрубей

Код	Факторы	Единица измерения	Уровни факторов			Интервалы варьирования факторов
			-1	0	+1	
X_1	Массовая доля влаги смеси	%	14	16	18	2
X_2	Процент ввода отрубей	%	10	15	20	5

Опыты проводили в двух повторностях. В результате статистической обработки данных, заключающейся в определении равноточности опытов, ошибки эксперимента, получены уравнения регрессии, адекватно описывающие данный процесс:

$$Y_1 = 16,142 - 1,857X_1 + 2,407X_2 + 2,407X_1X_2$$

$$Y_2 = 75,525 - 1,925X_1 - 2,125X_2 + 1,025X_1X_2$$

Оптимальные значения факторов найдены графоаналитическим способом. Были построены двумерные сечения поверхностей отклика для пары факторов и визуально выбрана зона оптимизации. Задавая различные значения Y_1 , Y_2 и X_1 находили координаты X_2 точек, в которых выход процесса равен заданному (рис.1).

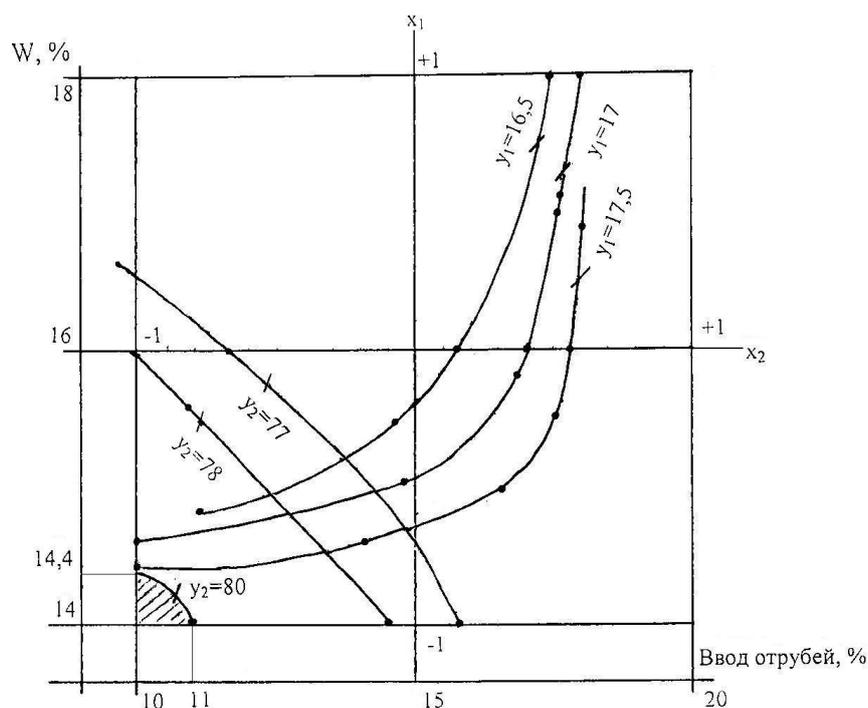


Рисунок 1 – Определение оптимальных режимов экструдирования рисовой сечки с добавлением пшеничных отрубей

Затем находили компромиссный оптимум на пересечении кривых равного выхода (таблица 2).

Таблица 2 – Оптимальные значения факторов при получении палочек из рисовой сечки с добавлением пшеничных отрубей

Массовая доля влаги смеси, %	Процент ввода отрубей, %	Параметры оптимизации	
		производительность, кг/ч	пористость, %
14-14,4	10-11	более 17,5	более 80

Проверка оптимальных значений факторов подтвердила полученные результаты, при этом коэффициент вспучивания экструдатов соответствовал 3,2. Органолептические показатели палочек представлены в таблице 3. Они соответствовали группе пищевых продуктов «Завтраки сухие. Палочки крупяные».

Таблица 3 – Органолептические показатели палочек, полученных из рисовой сечки с добавлением пшеничных отрубей

Показатели	Характеристика экструдата
Внешний вид	Поверхность шероховатая, с хорошей пористостью
Цвет	Светло-серый
Вкус и запах	Свойственный данному виду продукта
Консистенция	Хрустящая, негрубая, пористая

Физико-химические показатели палочек определяли по общепринятым методикам. Результаты влияния горячей экструзии на качественные показатели исходного сырья приведены в таблице 4

Таблица 4 – Влияние процесса экструдирования на качественные показатели исходного сырья

Сырье	Состояние	Содержание, % на СВ				Способность крахмала связывать воду, г/г
		крахмала	декстринов	редуцирующих сахаров	сырой клетчатки	
Смесь рисовой сечки с пшеничными отрубями	Исходное	67,1	0,475	0,27	1,27	5,4
	Экструдат	62,7	26,3	0,34	0,63	6,1

Анализ данных показывает, что в процессе экструдирования происходит снижение в экструдатах крахмала, клетчатки с одновременным увеличением декстринов, редуцирующих сахаров, повышается также способность крахмала связывать воду.

Изменения в углеводном комплексе объясняются деструкцией полисахаридов до более простых углеводов и сахаров, что способствует лучшему усвоению продукта. Продукт становится более доступным для действия ферментов в желудочно-кишечном тракте.

Таким образом, для предприятий, с целью расширения ассортимента выпускаемой продукции, можно рекомендовать разработанные режимы горячей экструзии рисовой сечки с пшеничными отрубями.

Список литературы

1. Математические методы планирования экспериментов: Учебное пособие для вузов по спец. 270300 "Технология хлеба, кондитер. и макарон. изделий", 270700 "Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-космет. продуктов" / Ю.П. Грачев, Ю.М. Плаксин. - М.: ДеЛи принт, 2005. - 294 с.

2. Математическая обработка результатов исследования [Электронный ресурс]: учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья / П. В. Медведев, В. А. Федотов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: ОГУ, 2017. - 99 с.