

# ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРУЗИИ ПРИ ВЫРАБОТКЕ КРУПЯНЫХ ПАЛОЧЕК

Челнокова Е.Я., Лисевич С.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Процесс термопластической экструзии широко используется в пищевой промышленности. Отличительной особенностью этого процесса является его универсальность, как по перерабатываемому сырью, так и по конечным продуктам. С помощью экструзии получают целый спектр продуктов питания таких, как готовые завтраки, крекеры, чипсы, аналоги рыбо- и мясопродуктов, макароны и т.д./1/

Пищевые продукты, получаемые методом экструзии, характеризуются высокими вкусовыми качествами и усвояемостью, требуют незначительной кулинарной обработки, либо полностью готовы к употреблению.

С целью расширения ассортимента продуктов, улучшения их качества, сбалансированности по питательной ценности, проведены эксперименты по экструдированию различных круп, районированных в Оренбургской области, и их смесей, взятых в различных соотношениях. /2/

Исследования проводили на универсальном малогабаритном одношнековом пресс-экструдере (таблица 1).

Таблица 1 – Техническая характеристика универсального малогабаритного пресс-экструдера

Наименование параметра	Единица измерения	Величина параметров
1	2	3
Производительность	кг/ч	45
Диаметр шнека экструдера	мм	55
Отношение длины рабочей части шнека к диаметру	-	10:1
Частота вращения шнека	об/мин ( $c^{-1}$ )	93,21 (9,81)
Частота вращения вала месильного корыта	об/мин ( $c^{-1}$ )	93,21 (9,81)
Частота вращения вала режущего устройства	об/мин ( $c^{-1}$ )	116,6 (9,81)
Расход воды на охлаждение рабочих органов	л/ч	до 30
Максимальная суммарная потребляемая мощность	кВт	7,5
Масса	кг	1000
Габариты размеры		
- длина	мм	1705
- ширина		730
- высота		1505

Для нахождения оптимальных режимов горячей экструзии использовали метод полного факторного планирования экспериментов ПФЭ-2<sup>3</sup>/3/. В качестве наиболее существенных факторов, влияющих на процесс экструзии, взяты:

массовая доля влаги сырья, частота вращения и длина шнека, а также процентное соотношение различных круп в смеси.

Для получения крупяных палочек использовали матрицу с одной фильерой диаметром 3 мм и длиной канала 5 мм.

Критерии оптимальности: производительность пресса; пористость и коэффициент вспучивания.

Оптимальные значения факторов при выработке крупяных палочек приведены в таблице 2, 3. Экструдаты имели приятный вкус и запах, свойственные данным изделиям.

Таблица 2 – Оптимальные значения факторов при выработке палочек из различных круп

Наименование крупы	Массовая доля влаги, %	Длина шнека, мм	Частота вращения шнека, С <sup>-1</sup>	Производительность, кг/ч	Коэффициент вспучивания	Пористость, %
1	2	3	4	5	6	7
Пшено 2-го сорта	16,0	350	15,7	19,0	3,2	91,0
Кукурузная	16,0	350	26,2	22,0	3,7	91,0
Гречневая	17,0	350	15,7	24,5	2,9	78,6
Перловая	18,0	350	26,2	16,5	2,6	78,0
Рис дробленый	20,0	350	10,4	15,0	3,2	86,0

Таблица 3 – Оптимальные значения факторов при выработке палочек из смесей различных круп

Наименование крупы	Массовая доля влаги, %	Длина шнека, мм	Частота вращения шнека, С <sup>-1</sup>	Производительность, кг/ч	Коэффициент вспучивания	Пористость, %
1	2	3	4	5	6	7
Кукурузная крупа: пшено	60:40	18,0	26,2	10,0	3,4	92,0
Кукурузная крупа: пшено	30:70	20,0	26,2	10,0	3,3	92,5
Кукурузная крупа: хлебная крошка	50:50	17,0	26,2	20,0	3,4	89,0
Кукурузная крупа: гречневая крупа	90:10	19,0	15,7	18,0	3,1	86,7
Кукурузная крупа: перловая крупа	80:20	17,0	15,7	27,0	3,3	76,0

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
Рисовая сечка: пшено	30:70	22,0	26,2	35,0	3,0	95,0
Пшеничная мука в/с: гречневая крупа	91:9	17,5	26,2	5,0	4,3	77,0
Пшеничная мука в/с: гороховая крупа	91:9	17,5	26,2	6,3	4,4	76,0
Перловая крупа: хлебная крошка	10:90	20,0	26,2	22,0	3,1	79,0

Исследовано влияние оптимальных режимов горячей экструзии на качественные показатели круп и их смесей при получении палочек.

Результаты исследований, приведенные в таблицах 4-5, показывают, что экструзионная обработка вызывает существенные изменения в углеводном комплексе: снижается содержание крахмала и увеличивается количество декстринов и сахаров. Наблюдается также снижение содержания сырой клетчатки. Зольность в процессе экструдирования не меняется.

Изменения в углеводном комплексе объясняются деструкцией полисахаридов до более простых углеводов и сахаров, что способствует более эффективному усвоению экструдированных продуктов.

Содержание общего белка в процессе экструдирования не изменяется. Таким образом, сохранение белковых веществ, наряду с превращением полисахаридов в более легкоусвояемые олигосахариды, делает экструдированное сырье ценным пищевым продуктом.

Таблица 4 – Влияние экструдирования на химический состав круп при получении палочек

Крупа	Состояние	Массовая доля, % на сухое вещество					
		белка	крахмала	декстринов	восстанав- ливающих сахаров	сырой клетчатки	зола
1	2	3	4	5	6	7	8
Рис дробленный	Исходный образец	6,8	84,5	0,9	0,7	0,4	0,5
	Экструдат	6,4	44,9	41,6	0,9	0,1	0,5
Пшено 2 сорта	Исходный образец	10,8	73,1	0,2	0,8	1,2	1,1
	Экструдат	10,3	50,7	19,1	1,2	0,3	1,1

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8
Перловая крупа № 3	Исходный образец	8,8	73,1	0,8	0,7	1,1	1,6
	Экструдат	8,3	50,7	19,1	1,1	0,4	1,4
Кукурузная крупа № 5	Исходный образец	7,9	65,0	0,8	0,6	1,2	1,1
	Экструдат	7,5	63,4	23,8	0,8	0,5	1,1
Манная крупа	Исходный образец	10,7	68,0	0,2	0,3	0,2	0,6
	Экструдат	10,9	42,9	44,0	0,7	0,05	0,07
Горох колотый шелушенный	Исходный образец	19,8	47,4	0,3	0,9	1,1	2,6
	Экструдат	19,2	33,5	46,0	1,1	0,5	2,4

Таблица 5 – Влияние экструдирования на химический состав смесей из различных круп при получении палочек

Крупа	Состояние	Массовая доля, % на сухое вещество					
		белка	крахмала	декстринов	восстанавливающих сахаров	сырой клетчатки	зола
1	2	3	4	5	6	7	8
Рис дробленый и овсяная крупа (80:20)	Исходный образец	77,8	6,9	0,9	0,7	0,8	0,9
	Экструдат	60,3	6,4	15,8	0,9	0,2	0,6
Рис дробленый и кукурузная крупа № 5 (50:50)	Исходный образец	85,8	6,5	1,1	0,5	1,2	0,8
	Экструдат	54,8	6,3	23,9	1,0	0,5	0,8
Рис дробленый и горох шелушенный (50:50)	Исходный образец	81,3	11,2	1,12	0,8	1,2	1,8
	Экструдат	52,1	10,8	31,2	1,3	0,4	1,5
Кукурузная крупа № 5 и пшено 2 сорта (60:40)	Исходный образец	78,6	8,1	-	0,6	1,6	1,1
	Экструдат	46,8	8,0	30,0	1,4	0,8	1,0
Пшено 2 сорта и овсяная крупа (75:25)	Исходный образец	87,4	10,3	1,1	0,7	1,8	1,6
	Экструдат	60,2	9,8	31,2	1,58	0,6	1,4

На основании проведенных исследований разработаны оптимальные режимы горячей экструзии различных видов круп и их смесей на универсальном одношнековом пресс-экструдере, которые могут быть рекомендованы предприятиям малой производительности, ориентированным на широкий ассортимент выпускаемой продукции.

*Список литературы:*

1 *Термопластическая экструзия: научные основы, технология, оборудование // Под редакцией чл. кор. Расхи А.Н. Богатырева и В.П. Юрьевна. – М.: Ступень. 1994. – 197с.*

2 *Дегтяренко Г.Н., Коротков В.Г., Челнокова Е.Я. и др. Производство крупяных палочек. – Ж. «Хлебопродукты», № 1, 1992.*

3 *Грачев Ю.П. Математические методы планирования экспериментов. – М.: Пищевая промышленность, 1979.*

