

龙虾片挤压食品研究

高福成

胡如国

(无锡轻工业学院食品科学与工程系)

(中德联合研究院)

摘要 本文对龙虾片的蒸煮挤压工艺进行了探索性的研究,发现在挤压机筒温度 $T_b = 90^\circ\text{C}$, 挤压螺杆旋转速度 $V_s = 78\text{r/min}$, 绝对干料进料速度 $V_F = 150\text{g/min}^{-1}$ 以及物料水分含量 $M_c = 50\%$ 的工艺条下,可以生产出品质优良的龙虾片。本文还就龙虾片的油炸膨化机理进行了讨论。

关键词 挤压蒸煮; 龙虾片

0 前言

龙虾片是我国一种典型的传统食品,它不仅为我国人民所喜爱,而且在日本、东南亚一带也深受欢迎。每年我国都出口大量的龙虾片,为国家赚取大量的外汇。然而在传统的龙虾片生产中,手工作业占了很大的比例,从而使得产品质量、生产产量都受到不同程度的限制。同时产品的能耗也很高。针对这种在我国传统食品中普遍存在的状况,本研究尝试采用近年来在国际上流行的蒸煮挤压技术,对龙虾片生产的新工艺进行探索性研究。

1 材料与方 法

1.1 原料

传统的龙虾片是以木薯淀粉和水为主要原料,配以玉米淀粉、白砂糖、食盐、虾浆、味精等辅料,经手工制作而成。原料的基本配方见表1。在保持原料配方不变的情况下,其木薯淀粉和玉米淀粉的分析结果如表2所示。

表 1 原料的基本配方

原料名称	木薯淀粉	玉米淀粉	白砂糖	食盐	水	味精	虾仁
含量(kg)	1.0	0.1—0.2	0.1—0.12	0.05	0.6—0.8	0.004	0.02—0.03

表 2 木薯淀粉和玉米淀粉的分析结果

名称	水分(%)	蛋白质(%)	脂肪(%)	灰分(%)
木薯淀粉	13.6	0.347	0.072	0.106
玉米淀粉	12.6	0.175	0.051	0.082

本文1990年12月4日收到。

2 实验设备

在本文研究中采用法国CLEXTRAL公司制造的Creusot-Loire BC45型同向旋转双螺杆挤压机。挤压螺杆的各段螺旋组合方式如表3。

表3 挤压螺杆的螺旋配合方式

元件螺旋长度(mm)	200	100	50	100	100	50	模孔
螺距(mm)	50	35	25	15	15	-15	—

3 实验方法及试验设计

在本研究中采用“黑箱模型”^[1]对龙虾片蒸煮挤压生产最佳工艺条件进行研究。实验中所控制的机器4个操作参数分别是蒸煮挤压机筒温度 T_b ，挤压螺杆旋转速度 V_s ，进入挤压机筒的绝对干料进料速率 V_F 以及机筒内被蒸煮挤压物料的水分含量 M_C 。根据传统龙虾片的质量标准，在本研究中确定油炸时龙虾片的膨化程度、油炸后龙虾片的脆性为工艺优化目标参数。在保证脆性与优质传统龙虾片一致的前题条件下，求取油炸膨化度最大的工艺参数为最佳值。

在研究中采用响应曲面技术(RSM)中的组合正交回归实验设计(L_4^3)，以便可以利用计算机对试验结果进行处理，建立起黑箱数学模型，并对模型进行处理求得最佳工艺条件。

根据传统龙虾片生产的工艺条件以及大量的最优化区域搜索预备试验，确定4个控制参数的试验水平及范围如表4。根据RSM法安排出的16次试验见表5。对表5中4个控制参数 T_b 、 V_s 、 V_F 及 M_C 分别作如下式(1)~(4)的变换。

表4 操作参数的试验水平及范围

项 目	$T_b(^{\circ}\text{C})$	$V_s(\text{r/min})$	$V_F(\text{gmiin}^+)$	$M_C(\%)$
编码记号	X_1	X_2	X_3	X_4
基准水平(0)	75	60	223	40
变化间距	30	40	145	20
上水平(+1)	90	80	295	50
下水平(-1)	60	40	150	30
上星号臂(+1)	96	88	319	54
下星号臂(-1)	54	32	219	26

$$X_1 = \frac{(T_b - 75) \times 2}{90 - 60} \quad (1)$$

$$X_2 = \frac{(V_s - 60) \times 2}{80 - 40} \quad (2)$$

$$X_3 = \frac{(V_F - 223) \times 2}{295 - 150} \quad (3)$$

$$X_4 = \frac{(M_C - 40) \times 2}{50 - 30} \quad (4)$$

表 5 试验数据

试验号	因 素			
	T_b (°C)	V_s (r/min)	V_F (g/min ⁻¹)	M_C (%)
1	90	80	295	50
2	90	80	295	30
3	90	80	150	50
4	90	80	150	30
5	90	40	295	50
6	90	40	295	30
7	90	40	150	50
8	90	40	150	30
9	60	80	295	50
10	60	80	295	30
11	60	80	150	50
12	60	80	150	30
13	60	40	295	50
14	60	40	295	30
15	60	40	150	50
16	60	40	150	30

则可将表 5 转换成便于用计算机进行实验结果处理的表 6。假如按表 5 进行的 16 次试验结果回归出的一次回归模型的显著性不合要求, 则可以利用组合实验设计, 补做表 4 中星号臂上的 8 次试验, 由总共 24 次试验可以用计算机回归求出二次回归模型。而二次回归模型的结果总是显著的^[2]。

表 6 计算机用实验数据

序号	变 量										
	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5 x_1x_2	x_6 x_1x_3	x_7 x_1x_4	x_8 x_2x_3	x_9 x_2x_4	x_{10} x_3x_4
1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1
2	1	1	1	1	-1	1	1	-1		-1	-1
3	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-	1	-1
4	1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-	-1	1
5	1	1	-1	1	1	-1	1	1	-	-1	1
6	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-	1	-1

续表 6

序号	变 量										
	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5 x_1x_2	x_6 x_1x_3	x_7 x_1x_4	x_8 x_2x_3	x_9 x_2x_4	x_{10} x_3x_4
7	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1		-1	-1
8	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		1	1
9	1	-1	1	1	1	-1	-1	1		1	1
10	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1		-1	-1
11	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-	1	-1
12	1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-	-1	1
13	1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-	-1	1
14	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-	1	-1
15	1	-1	-1	-1	1	1	1	1		-1	-1
16	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1		1	1

4 膨化程度及脆性测定方法

龙虾片从挤压机中被挤出后,立即被剪成3—4cm长的小段,置于50℃的烘箱中烘干(水分含量在9.23%左右)即为成品龙虾片。

除了要求干片外观透明外,龙虾片在180—200℃的温度下油炸膨化程度是反映龙虾片质量的一个重要指标。在本文中采用油炸膨化物的比容 ρ 来间接地表征龙虾片的油炸膨化度。油炸物的体积采用油菜籽体积取代法^[3]来测定。油炸后龙虾片的脆性是反映龙虾片食用口感的另一个重要指标。在本文中以新炸的龙虾片(水分低于7%)的最大抗剪强度来表征产品的脆性。最大抗剪强度由流度仪测定。

5 结果与讨论

5.1 龙虾片油炸膨化程度黑箱模型

按表5安排进行的各组试验所得的油炸龙虾片的比容 ρ 数据见表7。表7的数据结合到表6用计算机处理可得如下回归模型式5:

表7 油炸龙虾片的比容

试验序号	1	2	3	4	5	6	7	8
比容 ρ (ml/g ⁻¹)	3.62	2.54	7.99	3.69	2.82	2.48	8.12	4.15
试验序号	9	10	11	12	13	14	15	16
比容 ρ (ml/g ⁻¹)	0.72	1.27	1.18	2.63	0.70	1.48	1.38	3.30

$$\begin{aligned} \rho = & 3.01 + 1.42x_1 - 0.05x_2 - 1.05x_3 + 0.31x_4 \\ & + 0.083x_1x_2 - 0.51x_1x_3 + 0.90x_1x_4 \\ & + 0.13x_2x_3 + 0.11x_2x_4 - 0.301x_3x_4 \end{aligned} \quad (5)$$

对方程 5 进行统计分析, 发现方程在 $\alpha = 0.05$ 水平上显著。因此用它来描述膨化度和各挤压参数相应变量的关系是可行的。

5.2 油炸龙虾片脆性的黑箱模型

将各组试验的龙虾片油炸物在流变仪上进行脆性测定。采用的压力探头呈圆形, 其直径 $D = 5.00\text{mm}$ 。每组样品至少做 10 个点, 去掉一个最高峰和一个最低峰后取平均值 P 。根据表 5 进行的各次试验结果见表 8。

表 8 龙虾片的脆性测定

试验序号	1	2	3	4	5	6	7	8
最大抗剪力 $P(\text{kg})$	1.173	2.091	0.508	1.255	0.812	1.575	0.713	1.176
试验序号	9	10	11	12	13	14	15	16
最大抗剪力 $P(\text{kg})$	0.306	1.386	0.413	1.215	0.367	0.935	0.495	1.675

结合表 6、对表 8 数据用计算机进行处理可得回归模型(式 6):

$$\begin{aligned} P = & 1.005 + 0.156x_1 + 0.039x_2 + 0.075x_3 - 0.408x_4 \\ & + 0.055x_1x_2 + 0.174x_1x_3 + 0.0463x_1x_4 \\ & + 0.121x_2x_3 - 0.0363x_2x_4 - 7.5 \times 10^{-3}x_3x_4 \end{aligned} \quad (6)$$

对式(6)进行统计分析, 发现方程在 $\alpha = 0.01$ 水平上显著。因此用方程 6 来描述油炸龙虾片的脆性与各挤压参数相应变量之间的关系是可行的。

5.3 最佳工艺的求得

传统优质龙虾片的脆性(最大抗剪强度) $P_0 = 0.5031\text{kg}$ 。在利用计算机搜索最佳龙虾片挤压加工工艺时, 以式 6 的 $P = P_0$ 为约束条件, 对式(5)进行最大 ρ 值区域的搜索, 可以得到如下之最佳取值式(7)~(10):

$$x_1 = 1.0000 \quad (7)$$

$$x_2 = 0.8700 \quad (8)$$

$$x_3 = -1.0000 \quad (9)$$

$$x_4 = 0.9984 \quad (10)$$

将式(1)~(4)代入(7)~(10)可得最佳龙虾片挤压加工条件:

$$T = 90^\circ\text{C}$$

$$V_S = 78\text{r/min}$$

$$V_F = 150\text{g/min}^{-1}$$

$$M_C = 50.0\%$$

根据该最佳工艺条件生产出的龙虾片的膨化度和脆性分别为 7.50ml/g^{-1} 和 0.5124kg 。其油炸膨化度值已超出传统龙虾片产品 (4.60ml/g^{-1})，脆性和传统龙虾片产品相近。经品尝试验证明用蒸煮挤压法生产出的龙虾片质量已超过用传统方法生产出的龙虾片。因此用蒸煮挤压法来取代传统的龙虾片生产方法是可行的。

本文仅从宏观上利用黑箱模型研究了龙虾片的最佳生产工艺。而龙虾片的膨化度和脆性无疑地与淀粉在加工过程中的糊化状况以及在挤出物中微孔的形成有很大的关系。进一步地研究加工条件对淀粉的糊化以及微孔的形成和保持，将会对揭示龙虾片质量的内在因素有极大的意义。

参 考 文 献

- 1 Juhani Olrru, Alpo Hagqvist. Presented at the Extrusion Cooking Symposium, 7th World Cereal and Bread Congress, Prague, 1982
- 2 上海师范大学数学系概率统计教研组编. 回归分析及其实验设计. 1982
- 3 Measurement of Expansion. Snack Food Technology, 140

A Study on Cooking Extrusion of Shrimp Cracker

Gao Fucheng

Hu Ruguo

(Dept. of Food Sci. and Eng)(Chinese-German Joint Research Institute)

Abstract The cooking extrusion conditions of shrimp crackers are discussed in this paper. It is found that the shrimp crackers of high quality can be produced at barrel temperature $T_b=90^\circ\text{C}$, screw rotation speed $V_s=78$ r/min, dry powder feed rate $V_f=150$ g/min, and the material moisture content $M_c=50\%$. In this paper, the mechanism of frying-puffing for shrimp crackers is also dealt with.

Keywords Cooking Extrusion; Shrimp cracker