

3.5 食用火锅虽有诸多优点,但亦确有汤汁中硝酸盐、亚硝酸盐增高之弊。本次检测火锅汤汁硝酸盐含量比国家 GB5759-85 生活用水标准高 13 倍,亚硝酸盐比开水中高 23 倍。因此,食用火锅时“时间要缩短、食品要新鲜,先涮食肉类和豆腐,后涮食蔬菜,不喝或少喝汤”,以减少硝酸盐及亚硝酸盐增多和摄入的机会;并多食用一些新鲜水果,增加维生素 C 摄入量,以抑制或减少亚硝胺的生成。

参考文献

- 1 上海第一医学院、中国医学科学院卫生研究所. 食品毒理. 北京:人民卫生出版社,1978;364~366、396~405.
- 2 刘志诚,守洋. 营养与食品卫生学(第二版). 北京:人民卫生出版社,1989,182~186、306~308.
- 3 姚志麒等. 环境卫生学(第二版). 北京:人民卫生出版社,1990;122~126.

挤出大米淀粉的过程参数对模头压力的影响

王 宁 卢承前 黄 志 薛禾生

中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所 100050

摘 要 采用中心旋转设计法对试验中的模头温度(T_d :143.8~180.6℃)、模头的长径比(L/D :3.1~8.3)、螺杆转速(N :140~240 r/min)、套筒的喂料段温度(A :111.0~156.5℃)和挤压段温度(B :128.0~162.0℃)等过程参数进行分组,用 BRABENDER DC2000 型试验挤出机对市售大米淀粉进行挤压膨化,对挤出机模头压力(P)的变化进行研究后发现: P 随 M 的增大而下降,随 L/D 的增加而上升;且与 M 和 L/D 成极显著的相关。 P 与 A 、 B 、 T_d 具有负相关趋势,与 N 的相关性极差。采用 L/D 、 M 和 B 能拟合较好的相关数学模型。这将有助于进一步说明其中的机理。

关键词 模头压力 过程参数 数学模型

Abstract Normal rice starch was extruded on the Brabender Laboratory Extruder (model # DC-2000) under varying condition for moisture content of sample (M :18%~30%), screw speed (N : 140~240 rpm), nozzle dimension (L/D :3.1~8.3), barrel temperature of feed zone (A :111.0~156.5℃) and metering zone (B :128.0~180.0℃), die temperature (T_d :143.8~180.6℃) by using the Rotatable Central Design. The relationship between pressure of die (P) and the varying condition were investigated and found: P incresed with M decreased but increased with L/D , and have good correlations between them; although there are not any good correlations P and each temperature; P decreased with every temperature increased in some degree; there is not any good correlation between P and N . A mathematical model was developed that relates the M , L/D and B .

Key words Pressure of die Process Parameter Mathematical Model

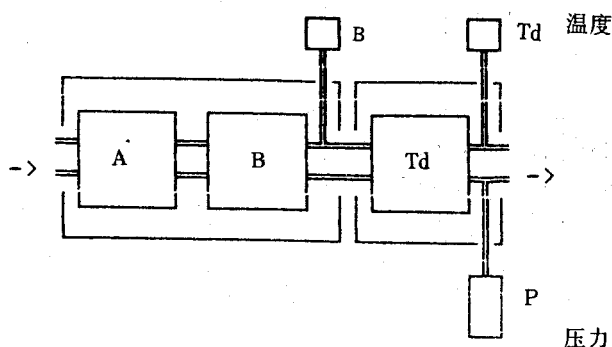
模头压力是挤压膨化工艺上的一项重要的系统参数,随着挤压技术应用的日益广泛,对其的研究也日趋深入。1968 年, Bernhart 建立了压力与物料在模头中的流量、粘度及模头形状

关系的数学模型^[1];1987 年, Chinnaswamy 和 Hanna 对套筒后压加以研究,认为它表示玉米淀粉产物膨化率和 α 度的重要指标^[2];1990 年,他们又发现模头压力随其长径比(L/D)增

大而增高并随物料湿度的增加而减少^[3]。然而,从现有的有关资料来看,对压力,尤其是模头压力的研究还很有限;特别是挤出大米淀粉的过程参数,如螺杆转速(N)、模头长度(L)、直径(D)及其长径比(L/D)、挤出机套筒喂料段温度(A)、挤压段温度(B)和模头温度(Td)及物料湿度(M)对模头压力的单独和交互作用。本研究的目的正在于此,并借此建立相关的数学模型。

1 试验设计、试验过程及样品分析

本试验所用挤出机为 BRABENDER DC 2000 型试验挤出机,其示意图如下,其控温段分为 3 段:A、B、Td,设定该 3 段温度关系为: $Td=B+0.5dT=A+dT$



BRABENDER DC2000 型试验挤出机示意图

试验设计采用 5 因素 5 水平中心旋转设计,将 5 个过程参数分别均分成 5 个水平(表 1),由于本研究是《模头规格对大米淀粉挤出物性状的影响》^[7]一文的继续,故具体的试验方法及过程详见上文。

表 1 过程参数 5 因素 5 水平设定

水平	M(%)	N(r/min)	Td(°C)	dT(°C)	L/D(mm/mm)
-2	18	140	140	10	16.6/2
-1	21	165	150	20	17.1/3
0	24	190	160	30	18.0/4
+1	27	215	170	40	18.2/5
+2	30	240	180	50	18.5/6

所须强调的是将 BRABENDER DC20 型

流变仪与本挤出机的相关接口相连接,以便测量每次试验中模头压力、模头的实测温度和滚筒后段的实测温度。这些测量是在压力和扭矩基本稳定后进行的。

2 数据处理方法

试验数据采用 SAS 软件进行统计,各数据均采用实测值,而非设定值,以便真实地反映挤出过程的情况。

由于物料在挤出机内的挤出过程中,各因素的作用复杂,往往非线性导致从某一挤出过程获得的结果常常不能用于另一过程;为了克服这个问题,我们采用 Meuser 和 Vanlengerich 的建议^[5],将挤出中的 M、N、L/D、A、B 和 Td 等参数定义为过程参数;P 等参数定义为系统参数;用过程参数来研究挤出物特性。

仅用相关性来说明问题是不够完全的。为了更好地研究挤出过程,本研究在用相关性说明问题的基础上,采用响应面法模拟相关数学模型,并将其中作用不明显的变量($P>0.05$)剔除,直到选出最佳模型,使 P 值皆小于 0.05。

3 结果

在本实验中,各过程参数及其 P 的变化范围详见表 2。

表 2 各过程参数及其 P 的变化范围

变量	最小值	最大值
P(MPa)	10.0	79.0
M(%)	18.0	30.0
S(r/min)	140.0	240.0
L/D(mm/mm)	3.1	8.3
A(°C)	111.0	156.5
B(°C)	128.0	162.0
TD(°C)	143.8	180.6

从表 3 看,P 与 M 呈极显著的负相关,与 L/D 呈极显著的正相关;由相关系数检验表查知:当自由度为 30 时,计算的相关系数大于 0.449, $P<0.01$,即表明该因素在 0.01 水准上有

统计学意义。故此结果成立。同时从表 3 上看出, P 虽与 A、B 和 Td 均无明显相关性, 但却具

有负相关的趋势(因其 P 值较小); P 与 N 相关性极差。

表 3 各因素间的相关

	M	N	L/D	A	B	TD
P	-0.5237 ^a	-0.0150	0.7422	-0.2282	-0.2640	-0.2184
	0.0021 ^b	0.9351	0.0001	0.2091	0.1443	0.2298

注: a —— 相关系数 b —— P 值

由于 R^2 表示方程中回归部分能被解释的所占比例。从表 4 的拟合方程上看, 方程的 $R^2=94.37\%$; P 值大于 0.0001, F 值 = 113.062 大于 $F_{0.01(25, 4)}=4.18$, 各项 P 值上均小于 0.002, 故本方程无论从总体还是从各项上看, 均有显著的统计学意义, 即本方程拟合得很好。

表 4 压力(P)模型

变量	自由度	各项系数	Prob> T	R^2
截距	1	836.47	0.0006	
B^2	1	0.04	0.0014	0.0267
B	1	-11.23	0.0008	0.0299
L/D	1	33.27	0.0001	0.6904
M L/D	1	-0.88	0.0001	0.3337

注: 1) 方程的 F 值: 113.06; Prob>F: 0.0001; R^2 : 0.9437; 2) 表中的 R^2 是将该因式从此方程里除去后, 使方程 R^2 减少值。

4 讨 论

从表 3 看, 压力(P)与螺杆转速(N)关系不大, 与物料湿度(M)和模头的长径比(L/D)有极显著的相关性; 这与 Chinnaswamy 和 Hanna 的研究相吻合⁽³⁾。由上述方程可见, 影响其最大的因素是 L/D, 然后依次是 M 与 L/D 的交互项、B 和 B^2 。没有发现套筒喂料段温度(A)和模头温度(Td)与 P 有显著关系。

从以上结果不难发现, M 并非是单独对 P 产生影响, 而是通过与 L/D 的交互作用来对 P 起作用。我们认为其在挤出机内对 P 起作用的机理是润滑作用和降低物料在机内粘度。Coulter 等人认为水分同脂肪一样在挤出机内具有润滑作用⁽⁴⁾, 依此理论加以推证, 由于这种作用增加了物料在机内的流动性, 使其在通过模头时更加流畅, 从而使压力减小; 同时高水分降低

了物料在挤出机内的粘度⁽⁶⁾, 从而也使其更加流畅地通过模头, 也造成压力降低。

从表 3 和表 4 可以看出, 模头规格(L/D)对压力也有很明显的的作用。一般认为随模头直径(D)的增大, 物料在通过模头时的阻力相对减小, P 减小, 而模头长度(L)的作用正相反, 即随 L 的增长, 其在通过模头时的阻力相对变大, P 增大, L/D 与 P 成正相关($P<0.001$)表明了这一点。

在 M、L/D 固定时, 上述方程可以简化成: $P=0.04B^2-11.23B+K=0.04B(B-280.8)+K$; K 为一常数。以二次方程有关理论, 当 $B<140.8^\circ\text{C}$ 时, P 随 B 的增高而减少, 但当 $B>140.8^\circ\text{C}$ 时, 情况却正相反。同时, 由于在绝大多数情况下, 套筒压缩段温度(B)小于 280°C , 故此 B 对 P 的作用总体上讲是起负作用。根据以往的研究, 高温有利于淀粉分子的 α 化和糊化, 即使其降解, 导致其在机内的粘度的下降, 从而 P 降低。到于当 $B>140.8^\circ\text{C}$ 时, P 随 B 升高而升高则恐怕要对大米淀粉在流变学范畴加以研究才能作进一步说明。然而, 从以上的结果中, 我们可以认为: B 对 P 的影响远大于 A 和 Td。

总之, 大米淀粉的挤压膨化过程中对模头压力的影响是一个非常复杂的过程, 有一些问题有待作进一步研究, 但本文所建立的数学模型将有助于揭开其中的奥秘。

参 考 文 献

1. Bernhardt E. C. 1968. Processing of Thermoplastic Material. Prinhold Publishing Corp, New York.

2. Chinnaswamy R et al. Nozzle Dimension Effects on the Expansion of Extrusion Cooked Corn Starch. J. of Food Sci. 1987, 52(6):1746~1747.
3. Chinnaswamy R et al. Relationship Between Viscosity and Expansion Properties of Various Extrusion-cooked Corn Grain Components. Food Hydrocolloids. 1990, 3(6):423~434.
4. Coulter L. A et al. Extruded Corn Grits—Quinoa Blends: II Physical Characteristics of Extruded Products. J. of Food Processing and Preservation. 1991, 15(4):243~259.
5. Meuser, F. et al. The Use of High Temperature Short Time Extrusion Cooking of Malt in Beer Production. In Thermal Processing and Quality of Foods, (Ed.) Zeuthen, P., Cheftel, P., Eriksson, C., Jul, M., Leniger, H., Linko, P., Varela, G., and Vos, G. Elsevier applied Publishers, New York. 1984, 127.
6. Park K. B. H. Elucidation of the Extrusion Puffing Process. Diss. Abst. Int. 1976, 48:1337.
7. 王宁等. 模头规格对大米淀粉挤出物性状的影响. 食品科学 1994, 8.

锥形罐啤酒发酵工艺设计要点

付攸安

湖南省轻工纺织设计院 410002

锥形罐罐法发酵新工艺,在我国得到推广应用以来,取得了很多宝贵经验。其工艺的主要特点,是在同一设备内完成传统的前发酵与后发酵过程。要合理的完成这一过程,就必须有先进的设备予以保证和实现,锥形罐就是实现该项工艺的关键。

1 锥形罐的容量

容量应与糖化能力匹配平衡,糖化麦汁为多批次进罐,如满罐时间过长,促进连二酮前体数量增高,使双乙酰和 2,3-戊二酮含量超标,严重影响啤酒质量,从实践经验得知,满罐时间在 15 h 内结束最好,一般情况以不超过 1 天为宜。因此,锥形罐单个的工作容积必须等于一天产的冷麦汁总量容积,并应为每批麦汁量的整数倍。一般年产 3 万吨以下的啤酒厂,以每天装满 2 罐为宜。由于泡沫影响发酵总容量的利用效率,所以锥形罐的工作容积即有效容积宜为全容积的 80%~85%(即容量系数)。

2 锥形罐数量的配置

可用下列公式计算:

$$n = \frac{T \times N}{A} + 3 (\text{个})$$

T——发酵时间(周)

A——每个锥形罐可装的麦汁批量数(批)

N——每周的糖化次数(次)

3——考虑到出料等周转时间,清洗时间和发酵时间可能延长所需要的罐数(个)

3 锥形罐的主要几何尺寸

罐体偏高时,由于上下温差和发酵形成的二氧化碳气泡流动对周围液体的拖曳力,使麦汁运动过于激烈,造成酵母细胞沉淀困难,啤酒口味淡薄,香味少。因此罐体高度一般应控制在 20 m 以内。罐的直径要考虑到中间与边缘冷却的均衡性不大于 7 m。罐的直径与高度的比值范围宜采用 1:2~4。锥底角如大于 85°,不能保证正常排出物料,如小于 60°,则罐太高。理想角度应为 70~75°。

4 锥形罐的冷却夹套

4.1 冷却夹套段的确定

按经验和各厂实况视罐高度可设立 1~4 段冷却夹套。一般罐身设罐②段锥底设①段,锥底冷