

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2013.01.009

# 熟制玉米的蒸煮袋包装设计

江雨妹<sup>1</sup>, 王宝霞<sup>2</sup>

(1. 湖南工业大学 包装与材料工程学院, 湖南 株洲 412007; 2. 安徽农业大学 轻纺工程与艺术学院, 安徽 合肥 230036)

**摘要:** 将高温蒸煮技术与熟制玉米的包装相结合, 围绕蒸煮袋的结构、选材及材料厚度的确定等内容对熟制玉米进行蒸煮包装设计。根据被包装玉米的尺寸及性能要求, 设计该蒸煮包装袋为四面封口的直立袋结构, 包装尺寸为  $24.5\text{ cm} \times 12.5\text{ cm}$ , 材料结构为 PET15/PA15/PVDC7/ CPP50; 并根据熟制玉米的最大允许透水量、设计所用材料的透湿系数和厚度对材料进行保质期验算。通过对所设计蒸煮袋的热封试验, 确定了其最佳热封参数: 热封压力为 50~100 kPa, 热封温度为 135~145 °C, 热封时间为 2~3 s。

**关键词:** 蒸煮袋; 阻隔性能; 熟制玉米; 保质期

**中图分类号:** TB489

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1674-7100(2013)01-0039-04

## Retort Pouch Packaging Design for Cooked Corn

Jiang Yumei<sup>1</sup>, Wang Baoxia<sup>2</sup>

(1. School of Packaging and Material Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China;  
2. School of Light Textile and Art Engineering, Anhui Agriculture University, Hefei 230036, China)

**Abstract:** Combining temperature cooking techniques with the packaging of cooked corn, the design of retort pouch for cooked corn is made based on the round structure of the cooking bag, material selection, material thickness, and theoretical shelf-life calculation. According to the packing size of the corn and performance requirements, the four-side sealing pillow type bag structure is designed for the cooking bags with the packaging size of  $24.5 \times 12.5\text{ cm}$  in the material of PET15/PA15/PVDC7/ CPP50. The shelf life is analyzed and calculated according to the maximal allowable weight for water of cooked corn and the material's permeability coefficient and thickness. By heat sealing test, the structure of the optimal heat seal parameters are determined as the pressure of 50~100 kPa, temperature of 135~145 °C and time duration of 2~3 s.

**Key words:** retort pouch; barrier property; cooked corn; shelf life

## 0 引言

高温蒸煮袋又称软罐包装袋, 是由塑料薄膜、金属箔或它们的复合材料制成的具有气密性和遮光性的袋子。袋子熔融热封后, 经加压加热杀菌, 以盛装加工过的食品。高温蒸煮袋包装因其储存期长、开封容易、后处理方便而倍受顾客喜爱。

中国是世界第二大玉米生产国, 也是第二大玉

米消费国, 主要为食品和饲料消耗, 这与玉米本身所具有的丰富营养价值息息相关。但就目前市场上常见的玉米包装来说, 生玉米大都采用零售或简单的塑料袋包装, 对玉米本身无保护作用; 而对于熟制玉米, 市场上几乎都是将其置于恒温锅中保温销售, 这不仅浪费资源, 损害熟玉米本身的风味及营养价值, 而且阻碍了玉米包装的系统化, 影响我国玉米制品的出口。因此, 本文拟将高温蒸煮技术与熟制玉

收稿日期: 21012-09-20

作者简介: 江雨妹(1990-), 女, 安徽合肥人, 湖南工业大学硕士生, 主要研究方向为电化学表面处理,

E-mail: jiangyumei0913@163.com

米的包装相结合,为熟制玉米设计高温蒸煮包装袋。通过理论分析确定所需蒸煮袋的结构及尺寸面积,计算复合材料的各层厚度并验算保质期;并对该蒸煮袋材料进行热封试验,以确定其最佳的热封参数。最后,对所设计的袋子进行耐高温蒸煮试验,以检测材料的性能,验证设计的可行性。

## 1 蒸煮袋包装设计

### 1.1 包装袋性能与材料的设定

#### 1.1.1 包装性能指标

玉米与其他熟制果蔬品一样,在物流过程中容易发生风味散失、霉变腐败等变化。因此,阻止空气中的氧气和防止微生物等的进入而影响其质量对于熟玉米的包装至关重要。已有资料显示,熟玉米中的水分质量分数为40%~50%,对应的相对湿度为50%~80%<sup>[1-2]</sup>。

参照其他果蔬制品的包装要求,应将熟玉米存储于平均温度为25℃、相对湿度为40%的环境中。同时,为了达到包装的系统化要求,假设所包装熟玉米的长度为20cm,底部直径为6cm,质量为300g,所含水分质量分数为50%,每100g玉米允许的最大含氧体积为20.25cm<sup>3</sup>,货架寿命为1a<sup>[1-2]</sup>。

#### 1.1.2 材料选择

在已有常用包装材料中:聚对苯二甲酸乙二醇酯(poly(ethylene terephthalate), PET)韧性最大,且具有优异的抗拉伸性能和抗冲击强度,优良的防止异味透过性能,良好的气密性和防潮性,耐热耐寒,在较宽的温度范围内能保持其优良的物理机械性能;聚酰胺(polyamide, PA)的结晶性能强,熔点较高,机械性能优良,韧性较好,抗拉伸和抗冲击强度较高;流延聚丙烯薄膜(cast polypropylene, CPP)的延展性较好,表现出强韧性,封口强度极高,耐压性和抗跌落性好,透明度高,平整度好,可在100~120℃下长期使用,常被用做高温蒸煮袋的内层材料;聚偏二氯乙烯(poly(vinylidene chloride), PVDC)是一种高阻隔性的透明材料,具有优良的防潮性、气密性、保香性和机械性能,良好的韧性和抗冲击强度,且价格便宜<sup>[2]</sup>。

对于质量为300g的熟制玉米而言,为了加快产品加热过程中的传热速度,同时促进产品销售,因此选取蒸煮袋包装材料为以上材料的复合结构,根据各材料的特性,选用PET和PA为基材、PVDC为阻隔层、CPP为热封层,即材料设计为如下透明复合结构: PET/PA/PVDC/CPP。

### 1.2 包装形式及尺寸的设定

根据熟制玉米的形状及包装要求,其蒸煮包装设计应该采用在线制袋装袋中的四面封口直立袋。在线制袋装袋是指在制袋-充填-封口机上,连续完成制袋、充填和封口等工艺过程。其特点是在制袋充填封口机上可以连续完成制袋装袋的全部工序,因而大大节省了包装材料、劳力和能源,而且生产效率较高,能够降低生产成本<sup>[3]</sup>。

目前,国家标准中并没有明确的关于软包装塑料袋尺寸的数值指标规定,但包装的尺寸面积除了与内装产品的尺寸大小相关外,还必须预留出一定的尺寸,以满足产品包装的封口要求,且包装外观要满足视觉美感。因此,对于长20cm、直径为6cm的玉米,结合复合塑料材料的热封需求,将热封宽度统一设定为1cm,左、右及顶端均留出1.5cm的包装间隙。所设计的玉米包装直立袋由2片完全相同的塑料片材1、2和底部片材3相互黏接而成,其中各部分的尺寸大小应为:

$$L_1=L_2=L_3=3.14 \times 3+2 \times 1.5+2 \times 1=14.42 \approx 14.5;$$

$$B_1=B_2=20+6 \div 2+1.5+2 \times 1=26.5;$$

$$B_3=6+2 \times 1=8。$$

式中:  $L_1, L_2, L_3$  分别为独立包装袋的3片片材的长度;  $B_1, B_2$  分别为片材1、2的宽度;  $B_3$  为底部片材的宽度。

根据各部分的尺寸,可知成型后熟制玉米包装袋的尺寸面积为24.5cm × 12.5cm。

### 1.3 材料厚度的确定

对于基层和热封层而言,目前PET和PA的市场常见厚度有10~20μm, 20~30μm, 30~40μm等,而常用于蒸煮袋中的为10~16μm<sup>[4]</sup>,因此,本研究中设置其厚度为15μm。

热封层CPP为了能满足其热封性能及耐油脂性能的要求,结合市场上常见的厚度尺寸,一般选择50~70μm的材料,在此将其设置为50μm。

阻隔层PVDC的厚度可根据复合材料的透氧率、产品允许的最大吸氧量、所设计材料的厚度及包装产品的存储期之间的关系式来计算<sup>[3-5]</sup>:

$$q_c=p_c \cdot (p_1-p_2) \cdot A \cdot t/d, \quad (1)$$

式中:  $q_c$  为气体透过量;  $p_c$  为气体透过系数;  $p_1-p_2$  为包装两侧气体分压差;  $A$  为包装材料的表面积;  $t$  为产品货架寿命;  $d$  为包装材料的厚度。

对于复合材料而言,其气体透过系数与各单层薄膜之间满足如下关系式:

$$d/p_c=d_1/p_{c1}+d_2/p_{c2}+d_3/p_{c3}+\cdots+d_n/p_{cn}, \quad (2)$$

式中:  $d_1, d_2, d_3, \cdots, d_n$  分别为复合材料中各单层膜的

厚度;  $p_{c1}, p_{c2}, p_{c3}, \dots, p_{cn}$  分别为复合材料中各单层膜的渗透系数。

在本设计中, 包装袋面积为  $24.5 \text{ cm} \times 12.5 \text{ cm}$ , 质量为  $300 \text{ g}$ , 假设保质期为  $1 \text{ a}$ , 基材 PET 和 PA 的厚度为  $15 \mu\text{m}$ , 热封层 CPP 的厚度为  $50 \mu\text{m}$ 。表 1 所示为温度为  $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , 厚度为  $25 \mu\text{m}$  时, 各薄膜的渗透系数<sup>[3-5]</sup>。将表中数据代入式 (1) 和式 (2) 可得  $d_{\text{pvdc}}=13.7 \mu\text{m}$ , 不妨设其为  $14 \mu\text{m}$ 。因此, 可初步设定本设计所用的耐高温蒸煮材料结构为 PET12/PA12/PVDC14/ CPP50。

表 1 塑料薄膜的气体渗透系数

塑料薄膜	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
PET	5.88	23.52	76.40
PA	7.35	29.40	117.60
PVDC	0.88	4.10	22.05
PP	-	1 736.10	7 060.14

#### 1.4 保质期验算

由前述内容可知, 所设计的蒸煮袋结构能满足产品的阻氧需求, 因此还需通过熟制玉米的最大允许透水量、所设计材料的透湿系数及其厚度来验算该蒸煮袋是否能满足产品的阻水需求, 并验算其保质期, 以验证设计的可行性。其中, 外层材料 PA 的透湿率较大, 基本上没有阻湿性能, 因此可忽略。表 2 列出了温度为  $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、厚度为  $30 \mu\text{m}$ 、相对湿度为  $90\%$  时, 不同塑料薄膜的透湿率  $Q$  与透湿系数  $P$ <sup>[3-5]</sup>。

表 2 透湿率与透湿系数

材 料	PET	CPP	PVDC
$Q/(\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1})$	4.8	2.3	0.5
$P/(\text{mL} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{kPa}^{-1})$	50	24	5

复合材料的透湿系数满足如下公式:

$$p=1/p_1+1/p_2+\dots+1/p_n。$$

由上式可计算出  $300 \text{ g}$  熟制玉米的最大允许透水量为  $20 \text{ g}$ ,  $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$  时的饱和水蒸汽压强值为  $3.167 \text{ kPa}$ , 含水量为  $40\% \sim 50\%$ , 相应的相对湿度为  $50\% \sim 85\%$ 。一般存储在相对湿度为  $40\%$  的环境中, 代入式 (3) 所示保质期计算公式<sup>[3-5]</sup>:

$$q_v=P_v(p_1-p_2) \cdot A \cdot t/d。 \quad (3)$$

通过计算, 可得所设玉米包装的理论保质期为  $8.5 \text{ a}$ , 远大于产品的运输及销售需求。因此, 可确定所设计的玉米蒸煮包装袋能满足产品的阻水、保质需求。最终确定设计袋的尺寸面积为  $24.5 \text{ cm} \times 12.5 \text{ cm}$ , 结构为 PET15/PA15/PVDC14/ CPP50。

## 2 复合蒸煮袋的性能检测

### 2.1 热封参数的确定

采用 HST-H2 热封仪、拉伸试验仪对本研究选用的 PET/PA/PVDC/ CPP 4 层耐高温蒸煮材料进行拉伸试验。实验参数选取如下: 热封温度为  $115, 125, 135, 145 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , 热封压力为  $20, 50, 75, 100 \text{ kPa}$ , 热封时间为  $1, 2, 3 \text{ s}$ <sup>[6]</sup>。

试验时, 先将购得的热封材料在合适的热封温度下热封, 热封合格后分别在塑料薄膜包装袋侧面、背面、顶部或底部与热合部位垂直方向上任取试样, 作为相应部位的热合试样。试样宽度为  $(15 \pm 0.1) \text{ mm}$ , 展开长度为  $(100 \pm 1) \text{ mm}$ 。然后将试样置于拉伸试验仪上测试其热封强度, 所得结果如图 1 所示。

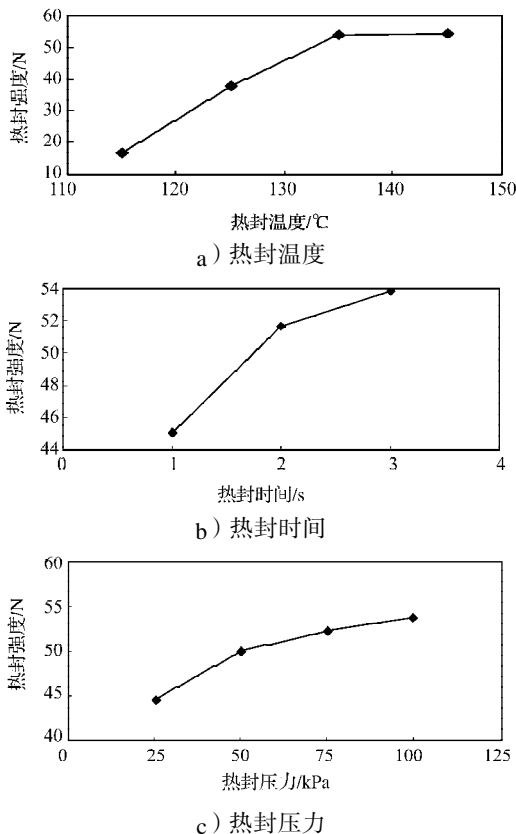


图 1 材料热封强度与热封时间、温度、压力的关系

Fig. 1 Influence of heat seal time, pressure and temperature on heat seal intensity

从图 1 可看出: 随着热封时间、热封温度及热封压力的增加, 在一定范围内, 蒸煮袋的热封强度也随之增加。但当增加到一定的程度后, 即使热封时间、温度及压力再增加, 热封强度的增加趋势也比较小。而对于 4 层复合结构, 要求热封强度的最大负荷应不小于  $50 \text{ N}$ <sup>[6]</sup>, 综合考虑实验设备、实验成本等因素, 确定 PET/PA/PVDC/ CPP 复合蒸煮袋的最适热封参数为  $50 \sim 100 \text{ kPa}$ ,  $135 \sim 145 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $2 \sim 3 \text{ s}$ 。

## 2.2 热封强度的测试

采用拉伸试验仪,对前述最适热封参数设置下热封的PET/PA/PVDC/PP4层耐高温蒸煮袋进行热封强度测试。在经过100℃高温蒸煮的塑料薄膜包装袋封合完整的侧面、背面、顶部或底部与热合部位垂直方向上任取试样,作为相应部位的热合试样。按照前述试验方法将其置于拉伸试验机上,进行热封强度的检测,所得结果如表3所示。

表3 蒸煮袋热封强度检测结果

Table 3 Test results of heat seal intensity of cooking bags

位置	N					
	蒸煮前试样			蒸煮过程中试样		
	1	2	3	1	2	3
侧面	52.3	56.8	54.5	44.2	47.4	48.5
背面	51.6	49.8	53.7	41.8	42.3	43.2
顶部	48.8	54.9	50.2	39.9	45.3	42.4
底部	53.3	50.9	52.3	42.5	39.8	47.7

表3所示结果表明:蒸煮前蒸煮袋的热封强度平均为52.4 N,蒸煮过程中热封强度的平均值为43.8 N。即在蒸煮过程中,蒸煮袋热封强度的变化值不大,且未出现产品渗漏、封合部位开封等现象。因此,该包装材料在最佳的热封参数下的热封强度满足蒸煮过程中对产品的热封要求。

## 2.3 透湿率实验

利用TSY-W3电解法水蒸气透过率试验仪对所设计的PET/PA/PVDC/PP4层耐高温蒸煮袋,于80, 90, 100℃条件下进行透湿率试验。

试验时,将材料通过专用取样机取样后,放置于水蒸气透过率试验仪上,调节气体的吹洗时间为0.5 h、实验时间为2 h,多次测量取平均值,得到蒸煮前材料的透水率约为 $0.011 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

将封合完好的蒸煮袋置于不同温度的水浴锅中加热不同的时间后,取出包装袋,测定其透湿率。研究加热处理过程中蒸煮袋透湿率的变化情况,所得结果如图2所示。

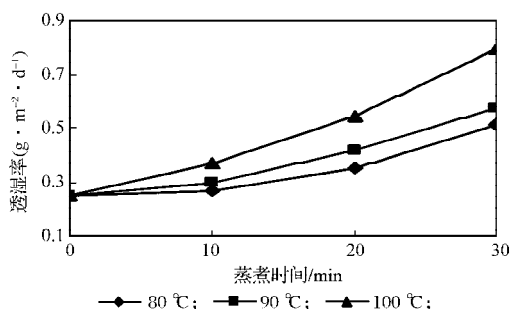


图2 蒸煮袋蒸煮前后透湿率的变化

Fig. 2 Changes in cooking bag moisture permeability

图2所示结果表明:加热处理下的蒸煮袋透湿率随着蒸煮时间的增加而显著上升;在相同的蒸煮时间里,不同蒸煮温度下的透湿率变化相差较大,且随着蒸煮温度的逐渐升高,其上升趋势也逐渐增大,但总体透湿率的变化较小,能满足产品在蒸煮过程中对透湿率的要求。

## 3 结语

本文将高温蒸煮技术与玉米包装相结合,围绕材料的选择、包装尺寸面积及材料厚度的计算等方面为熟制玉米设计了蒸煮袋包装。通过理论计算,将熟玉米包装设计为四面封口直立袋,包装袋尺寸为 $24.5 \text{ cm} \times 12.5 \text{ cm}$ ,材料结构为PET15/PA15/PVDC14/PP50。通过计算,可得所设计的玉米包装袋的理论保质期为8.5 a。

为了验证设计的可行性,根据蒸煮袋材料的性能要求,对材料进行了验证试验,确定该蒸煮材料最适宜的热封参数应设置为50~100 kPa, 135~145℃, 2~3 s。在该热封参数下,得到的包装袋满足材料高温蒸煮及透湿性需求。

## 参考文献:

- [1] 何新快,邓凌峰,李小东,等.熟制板栗蒸煮袋包装的设计[J].包装工程,2005,26(1): 13-15.  
He Xinkuai, Deng Lingfeng, Li Xiaodong, et al. Packaging Design of Retort Pouch for Cooked Chestnut[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(1): 13-15.
- [2] 章建浩.食品包装学[M].北京:中国农业出版社,2010: 66-68.  
Zhang Jianhao. Food Packaging[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2010: 66-68.
- [3] 潘松年.包装工艺学[M].北京:印刷工业出版社,2010: 106, 207, 259.  
Pan Songnian. Package Technology[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2010: 106, 207, 259.
- [4] 王文娟.防湿包装保存期的计算与预测[J].中国包装,1990,10(2): 63-66.  
Wang Wenjuan. Calculation and Forecast of Moisture-Proof Package Life[J]. China Packaging, 1990, 10(2): 63-66.
- [5] 罗庆强.耐水煮、蒸煮包装常见问题及解决[J].广东包装,2008,4(2): 36-37.  
Luo Qingqiang. The Problem and Resolution of the Retort Pouch Packaging[J]. Guangdong Packaging, 2008, 4(2): 36-37.

(责任编辑:廖友媛)