

# 玉米变性淀粉与蔗糖脂肪酸酯对冷却肉的保水作用研究

柳艳霞, 孙灵霞, 赵改名\*, 李苗云, 祝超智, 李琦  
(河南农业大学食品科学技术学院, 河南 郑州 450002)

**摘要:** 将玉米变性淀粉配成不同浓度的溶液, 再分别对冷却肉浸泡不同时间, 通过对鲜肉保水性指标的测定, 得到玉米改性淀粉的适宜保水浓度及时间为: 质量浓度 0.8g/100ml、浸泡时间 60s。采用响应曲面法优化的冷却肉保水最佳配比为玉米变性淀粉质量浓度 0.43g/100ml、蔗糖脂肪酸酯质量浓度 0.80g/100ml、浸泡时间 270s。

**关键词:** 保水性; 玉米变性淀粉; 响应曲面法(RSM); 滴水损失

## Effects of Corn Starch and Sucrose Fatty Acid Ester on Water-holding Capacity of Chilled Meat

LIU Yan-xia, SUN Ling-xia, ZHAO Gai-ming\*, LI Miao-yun, ZHU Chao-zhi, LI Qi  
(College of Food Science and Technology, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** Corn starch solution with various concentrations was prepared and chilled meat was soaked in corn starch solution for different time. The water-holding capacity of fresh meat was determined to investigate the optimal concentration and soaking time. Results indicated that the optimal concentration of corn starch solution and soaking time for best water-holding capacity was 0.8 g/100ml and 60 seconds. In addition, response surface experiments revealed that optimal formula for water-holding capacity was 0.43 g/100ml corn starch and 0.80 g/100ml sucrose fatty acid ester with 270 seconds of soaking.

**Key words:** water-holding capacity; corn starch; response surface method; drip loss

中图分类号: TS202.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2009)23-0127-04

肉的保水性是冷却肉的重要品质指标, 并对肉的加工性能和肉的嫩度、风味、多汁性、口感等感官指标产生重要影响。冷却肉的保水性不良, 在加工、运输和销售过程中将产生大量的滴水损失, 并造成产品质量下降<sup>[1]</sup>, 严重影响企业经济效益, 给生产企业带来重大经济损失。目前, 发达国家肉的滴水损失平均为 2.5% 左右。我国冷却肉生产刚刚起步, 对滴水损失的研究还很少。据初步调查, 目前我国冷却肉的滴水损失为 3.0%~5.0%, 平均比发达国家高出 1.5% 以上。保水性差还会影响外观, 如果表面失水过多, 颜色一般会发白, 给人一种不新鲜的感觉<sup>[2]</sup>。我国冷却肉占肉类产品的比例正在迅速扩大, 很快将占到肉类生产总量的 30% 以上(约 2000 万 t), 由于保水性不良, 届时每年因由滴水损失造成的肉类重量直接损失要比发达国家高出 20 万吨, 约相当于 30 亿元人民币<sup>[3]</sup>。因此, 开展冷却肉保

水性形成机理研究, 探索改善冷却肉保水性的有效措施, 指导我国迅速发展的冷却肉生产, 不仅具有重要的理论和学术价值, 而且具有重要经济意义。

玉米淀粉及其衍生物都具有成膜性, 当淀粉糊在光滑的平面上干燥时, 就会形成淀粉膜<sup>[4]</sup>。改性淀粉的成膜性和所成膜的性质比未改性的淀粉好, 其膜的强度、柔韧性、透明性和光泽性都有所提高<sup>[5]</sup>。淀粉膜研究在 20 世纪初就已经开始, 国外早在 1930 年就把淀粉膜应用于果蔬的保鲜。现在, 变性淀粉已经广泛应用于食品工业, 如软糖、胶姆糖、淀粉果子冻等, 能在较长时间热内保持产品质量的稳定性<sup>[6]</sup>。在肉制品中, 变性淀粉使肉制品的组织结构、切片、口感、多汁等与产品质量密切相关的性能得到明显改善, 并同时提高产品的出品率<sup>[7]</sup>。

本实验基于玉米变性淀粉和蔗糖脂肪酸酯的成膜

收稿日期: 2009-08-28

基金项目: 河南省教育厅高校杰出人才创新工程课题(2006KYCX003)

作者简介: 柳艳霞(1978—), 女, 讲师, 硕士, 主要从事肉品加工与质量控制研究。E-mail: lyx21centry@126.com

\* 通讯作者: 赵改名(1965—), 男, 副教授, 博士, 主要从事肉品质量控制与加工技术研究。E-mail: gmzhao@126.com

性,拟采用浸泡法使鲜肉的表面形成一层淀粉膜,利用其对水的阻隔,达到保水目的。通过单因素试验找出最佳范围后采用 Box-Behnken 响应曲面试验设计,研究玉米变性淀粉和蔗糖脂肪酸酯处理对冷却肉保水性的影响,目的是探讨利用保水剂降低冷却肉保水性的可能性,为开发新型冷却肉保水剂提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

肉样采自河南某肉联厂生产的猪背最长肌,每次从生产线取热分割猪背最长肌 2.5kg 左右,采后置于 2~4℃ 条件进行实验;玉米变性淀粉 上海兰德公司;蔗糖脂肪酸酯 柳州大拿食品添加剂有限公司。

### 1.2 仪器与设备

pH 计、TESTO 温度测定仪 北京哈纳科仪器有限公司;全自动色差计 北京康光仪器有限公司;RSY-1 型肉类水分测定仪 湖南大学智能仪器研究所;数显超级恒温水浴锅 金坛市杰瑞尔电器有限公司;FA2004A 电子天平 上海精天电子仪器有限公司;电热恒温鼓风干燥箱 上海新苗医疗器械制造有限公司;直冷式冷藏冷冻箱 Siemens 公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 pH 值测定

由酸度计测定,测定方法参照 GB 9695.5-88 方法进行<sup>[8]</sup>。采样后 60h 测定一次。

#### 1.3.2 水分含量测定

在宰后 60h 使用肉类水分快速测定仪进行测定<sup>[9]</sup>。

#### 1.3.3 贮存损失测定

取肉样 30~50g 初始称质量,然后于 60h 称质量,并计算贮存损失百分率。

$$\text{贮存损失(\%)} = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100 \quad (1)$$

式中:  $m$  为 60h 时的样品质量(g);  $m_0$  为样品的初始质量(g)。

#### 1.3.4 滴水损失测定

参照蔡淑伟<sup>[2]</sup>的测定方法并进行了适当修改,于宰后 24、48h 进行称质量测定,并计算滴水损失百分率。

$$\text{滴水损失率(\%)} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100 \quad (2)$$

式中:  $m_2$  为 48h 时的样品质量(g);  $m_1$  为 24h 时的样品质量(g)。

#### 1.3.5 色度测定

采用色差计于采样后 60h 时测定。

#### 1.3.6 肉样制备

将猪的背最长肌筋膜、肥膘剔除,作处理和对照实验,按照实验设计浸泡相应时间后用保鲜膜覆盖,置于 2~4℃ 条件冷藏。

#### 1.3.7 单因素试验设计

分别取玉米变性淀粉 0、2、4、6、8、10g,放入 200ml 烧杯中加入适量蒸馏水使其成为悬浊液,置于 72℃ 水浴锅内进行糊化,糊化过程中不断搅拌,待糊化完全后取出冷却,后转移至 1000ml 容量瓶,定容。

#### 1.3.8 响应曲面试验设计

以玉米变性淀粉浓度(A)、浸泡时间(B)、蔗糖脂肪酸酯浓度(C)为试验因素,玉米变性淀粉添加量的范围为 0.30~0.80g/100ml、浸泡时间范围为 120~270s、蔗糖脂肪酸酯添加范围为 0.2%~0.8%,借助 Design-Expert 6.0 软件(美国 Stat-Ease 公司)响应曲面设计程序,用 Box-Behnken 方法进行响应曲面试验设计,试验因素和水平见表 1。

表 1 Box-Behnken 响应曲面试验设计因素和水平

Table 1 Factors and levels for Box-Behnken response surface design

水平	A 玉米变性淀粉 质量浓度(g/100ml)	B 浸泡 时间(s)	C 蔗糖脂肪酸酯 质量浓度(g/100ml)
1	0.30	120	0.20
2	0.55	195	0.50
3	0.80	270	0.80

#### 1.3.9 数据处理

数据采用 SPSS10.0 和 Design-Expert 6.0 统计软件进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 玉米变性淀粉浓度对冷却肉保水性的影响

由表 2 可见,0.2g/100ml 处理组和 0.4g/100ml 处理组冷却肉的 pH 值显著高于空白组以及 0.6、0.8 和 1.0g/100ml 处理组( $P < 0.05$ ),0.2g/100ml 处理组和 0.4g/100ml 组之间 pH 值差异不显著。浸泡处理后降低滴水损失的效果不显著( $P > 0.05$ ),0.8g/100ml 的贮存损失显著小于其他浓度的贮存损失。空白组和 0.8% 组的水分含量显著高于其他组,0.2、0.6、1.0g/100ml 间水分含量差异不显著,但是水分含量低于前两者。在进行保水时,可选择 0.8g/100ml 的玉米变性淀粉浸泡浓度。

表2 玉米变性淀粉质量浓度对冷却肉保水性的影响

Table 2 Effect of corn starch concentration on water-holding capacity of chilled meat

项目	质量浓度(g/100ml)					
	空白	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
pH	5.65 ± 0.02 <sup>ab</sup>	5.62 ± 0.02 <sup>b</sup>	5.62 ± 0.02 <sup>b</sup>	5.64 ± 0.02 <sup>ab</sup>	5.68 ± 0.02 <sup>a</sup>	5.66 ± 0.02 <sup>ab</sup>
滴水损失(%)	6.65 ± 0.46	7.35 ± 0.46	7.51 ± 0.46	7.27 ± 0.46	6.85 ± 0.46	7.01 ± 0.46
L* 值	37.34 ± 0.86 <sup>ab</sup>	40.02 ± 0.86 <sup>a</sup>	38.08 ± 0.86 <sup>a</sup>	38.96 ± 0.86 <sup>a</sup>	35.31 ± 0.86 <sup>b</sup>	37.67 ± 0.86 <sup>ab</sup>
贮存损失(%)	5.62 ± 0.26 <sup>ab</sup>	6.13 ± 0.26 <sup>ab</sup>	6.24 ± 0.26 <sup>ab</sup>	6.39 ± 0.26 <sup>a</sup>	5.42 ± 0.26 <sup>b</sup>	5.72 ± 0.26 <sup>ab</sup>
水分含量(%)	88.71 ± 0.15 <sup>a</sup>	88.41 ± 0.15 <sup>ab</sup>	87.97 ± 0.15 <sup>b</sup>	88.41 ± 0.15 <sup>ab</sup>	88.56 ± 0.15 <sup>a</sup>	88.34 ± 0.15 <sup>ab</sup>

注：同行肩标小写字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ )。下同。

## 2.2 浸泡时间对冷却肉保水性的影响

表3 浸泡时间对冷却肉保水性的影响

Table 3 Effect of soaking time on water-holding capacity chilled meat

项目	浸泡时间(s)		
	30	60	120
pH	5.71 ± 0.01	5.64 ± 0.01	5.58 ± 0.01
滴水损失(%)	8.49 ± 0.33 <sup>a</sup>	5.74 ± 0.33 <sup>c</sup>	7.09 ± 0.33 <sup>b</sup>
L* 值	41.45 ± 0.61 <sup>a</sup>	37.68 ± 0.61 <sup>b</sup>	34.56 ± 0.61 <sup>c</sup>
贮存损失(%)	5.95 ± 0.19 <sup>b</sup>	5.02 ± 0.19 <sup>c</sup>	6.79 ± 0.19 <sup>a</sup>
水分含量(%)	87.84 ± 0.11 <sup>b</sup>	88.64 ± 0.11 <sup>a</sup>	88.71 ± 0.11 <sup>a</sup>

由表3可以看出,浸泡时间对肉的pH值并没有显著影响( $P > 0.05$ );不同浸泡时间的冷却肉的滴水损失和贮存损失之间差异显著( $P < 0.05$ ),浸泡60s可以显著降低肉的汁液流失,随着浸泡时间的延长,水分含量显著提高( $P < 0.05$ )。

用玉米改性淀粉作鲜肉的保水剂可降低肉在储藏过程中滴水损失,提高肉的水分含量和pH值,同时对肉的颜色影响不大。其玉米淀粉的最佳浸泡质量浓度为0.8g/100ml,最佳浸泡时间为60s。

## 2.3 玉米变性淀粉和蔗糖脂肪酸酯质量浓度对水分含量的影响

玉米变性淀粉和蔗糖脂肪酸酯的质量分数对肌肉水分含量影响的方差结果表明,建立的水分含量回归模型有意义( $P < 0.01$ ),一次项玉米变性淀粉质量分数和浸泡时间对水分含量影响显著( $P < 0.01$ ),玉米变性淀粉质量分数以二次指数形式显著影响水分含量( $P < 0.05$ )。采用逐步回归法得出各因素对肌肉水分含量的回归方程见方程(1)。

水分含量 =  $69.79 + 7.879 \times \text{玉米变性淀粉质量浓度} + 0.005 \times \text{浸泡时间} - 8.162 \times \text{玉米变性淀粉质量浓度}^2$  (1)

图1是蔗糖脂肪酸酯质量浓度为0.5g/100ml时玉米变性淀粉质量浓度和浸泡时间对水分含量影响曲面图,由图1可以看出,当浸泡时间在120~270s时,随着浸泡时间的增加,水分含量逐渐增加,当浸泡时间在270s时达到最大;当玉米变性淀粉质量浓度在0.30~0.80g/100ml

时,随着质量浓度的增加,肌肉水分含量是先升高后降低的,当玉米变性淀粉质量浓度为0.55g/100ml时肌肉水分含量最高。

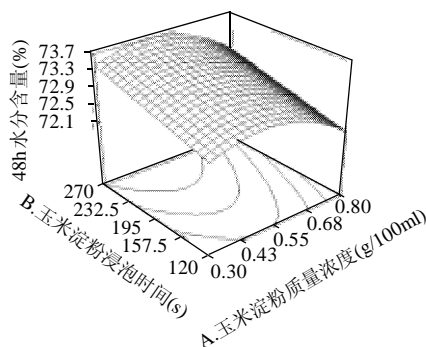


图1 玉米变性淀粉质量浓度和浸泡时间对水分含量影响

Fig.1 Effect of corn starch and soaking time on water content of chilled meat

## 2.4 玉米变性淀粉质量浓度和浸泡时间对滴水损失影响

玉米变性淀粉质量浓度和浸泡时间对滴水损失影响不显著,并且两者之间不存在交互作用,当浸泡时间在120~270s范围内时,随着浸泡时间的增加,玉米变性淀粉质量浓度在0.30~0.80g/100ml范围内变化时,滴水损失并没有显著影响。当保水剂对肌肉的水分含量影响显著而对滴水没有显著影响时,说明保水剂对肌肉的保水作用很有效。

## 2.5 保水剂对肌肉贮存损失的影响

表4 贮存损失回归模型方差分析结果

Table 4 ANOVA analysis of regression model for water loss of chilled meat during storage

变异来源	平方和	自由度	均方	F值	P值
模型	143.66120	5	28.73224	13.52777	< 0.01
玉米变性淀粉质量浓度	13.45547	1	13.45547	6.33513	< 0.05
浸泡时间	10.49723	1	10.49723	4.94232	< 0.05
蔗糖脂肪酸酯质量浓度	15.76079	1	15.76079	7.42052	< 0.01
玉米变性淀粉质量浓度 × 蔗糖脂肪酸酯质量浓度	12.25303	1	12.25303	5.76900	< 0.05
蔗糖脂肪酸酯质量浓度 <sup>2</sup>	91.69470	1	91.69470	43.17188	< 0.01
残差	95.57753	45	2.12395		
误差	18.27418	12	1.52285		
总和	239.23873	50			

注:信噪比=11.139;校正拟合系数=0.4914。

由表4可以看出,建立的贮存损失回归模型有意义( $P < 0.01$ ),一次项玉米变性淀粉质量浓度、浸泡时间、蔗糖脂肪酸酯质量浓度对贮存损失有显著影响( $P < 0.05$ ),二次项玉米变性淀粉质量浓度 $\times$ 蔗糖脂肪酸酯质量浓度、蔗糖脂肪酸酯质量浓度以二次指数形式对贮存损失有显著影响( $P < 0.05$ )。采用逐步回归法得出各因素对肌肉贮存损失的回归方程,回归方程见方程(2)。

贮存损失 $=7.53 - 9.73163 \times$ 玉米变性淀粉质量浓度 $- 0.00881 \times$ 玉米变性淀粉浸泡时间 $+19.73734 \times$ 蔗糖脂肪酸酯质量浓度 $+13.47317 \times$ 玉米变性淀粉质量浓度 $\times$ 蔗糖脂肪酸酯质量浓度 $- 29.84882 \times$ 蔗糖脂肪酸酯质量浓度<sup>2</sup> (2)

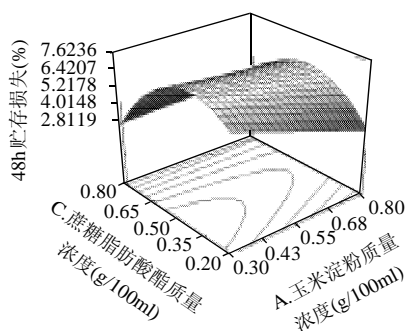


图2 玉米变性淀粉和蔗糖脂肪酸酯对贮存损失影响

Fig.2 Effect of corn starch and sucrose fatty acid ester on water loss of chilled meat during storage

图2是浸泡时间为195s时玉米变性淀粉质量浓度和蔗糖脂肪酸酯质量浓度对贮存损失影响的曲面图,由图2可以看出,随着玉米变性淀粉质量浓度的升高,冷却肉的贮存损失显著下降;随着蔗糖脂肪酸酯质量浓度的升高,冷却肉的贮存损失呈现先上升后下降的趋势。

## 2.6 保水剂配比优化

由表5可以看出,第2组的优化配比较好,并且在优化结果中期望值最大为0.876,优化配比为:玉米变性淀粉质量浓度:浸泡时间:蔗糖脂肪酸酯质量浓度=

0.43:270:0.80,此时水分含量为73.66%,贮存损失为2.29%。

表5 玉米变性淀粉和蔗糖脂肪酸酯对肉保水性的优化

Table 5 Formula optimization of corn starch and sucrose fatty acid ester for water-holding capacity of chilled meat

试验号	玉米变性淀粉质量浓度(g/100ml)	浸泡时间(s)	蔗糖脂肪酸酯质量浓度(g/100ml)	水分含量(%)	贮存损失(%)	期望值
1	0.45	270	0.8	73.67	2.30	0.876
2	0.43	270	0.8	73.66	2.29	0.876
3	0.47	270	0.8	73.68	2.32	0.876

## 3 结论

结果表明,玉米变性淀粉的最佳浸泡质量浓度为0.8g/100ml、最佳浸泡时间为60s;玉米变性淀粉和高浓度的蔗糖脂肪酸酯均能降低肌肉贮存损失,且浸泡时间越长,效果越好;玉米变性淀粉和蔗糖脂肪酸酯配合使用对冷却肉具有明显保水作用,最佳配比为玉米变性淀粉质量浓度:浸泡时间:蔗糖脂肪酸酯质量浓度=0.43:270:0.80。

## 参考文献:

- [1] 夏文水. 肉制品加工原理与技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 50-58.
- [2] 蔡淑伟. 冷却猪肉保水性的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2004.
- [3] HAMMELMEN J E, BOWKER B C, GRANT A L, et al. Early post-mortem electrical stimulation simulates PSE pork development[J]. Meat Sci, 2003, 63: 69-77.
- [4] 刘亚伟. 玉米变性淀粉生产及转化技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 170-175.
- [5] 岳晓霞, 毛迪锐, 赵全, 等. 玉米淀粉与玉米变性淀粉性质比较研究[J]. 食品科学, 2005, 26(5): 116-118.
- [6] 张力田. 变性淀粉[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2000.
- [7] 栾金水. 肉质结构和变性淀粉[J]. 肉类研究, 2004(3): 35-38.
- [8] 肉与肉制品pH值测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 1988: 16-18.
- [9] 滕召胜, 张洪川, 金社胜, 等. 肉类保水性对水分快速测定的影响与改善方法[J]. 湖南大学学报: 自然科学版, 2005, 32(1): 15-19.