

# 法兰克福肠保鲜性和保水性研究

张黎利,刘国庆\*,宗凯,钱晓勇,陈昌甲

(合肥工业大学 生物与食品工程学院,安徽 合肥 230009)

**摘要:**应用栅栏技术研究法兰克福肠的保鲜性,实验确定3种不同的食品添加剂(葡萄糖酸- $\delta$ -内酯、壳聚糖、抗坏血酸)的最佳添加量为0.15%的葡萄糖酸- $\delta$ -内酯,0.5%的壳聚糖,1.0%的抗坏血酸,可以提高法兰克福肠的最主要的栅栏-即降低了法兰克福肠的水分活度,并用栅栏因子F与水分活度互动,从而得出最佳的烘烤时间为35 min。此外,研究不同磷酸盐对比对法兰克福肠保水性的影响,实验确定复合磷酸盐的最佳配比为0.2%的三聚磷酸钠+0.2%的焦磷酸钠+0.1%的六偏磷酸钠,即三者的配比为2:2:1得出0.4%的复合磷酸盐+9%的变性淀粉可使法兰克福肠的保水性大大改善。

**关键词:**法兰克福肠;栅栏技术;保鲜性;保水性

## The Study of Preservation and Water Holding Capacity in Frankfurters

ZHANG Li-li, LIU Guo-qing\*, ZONG Kai, QIAN Xiao-yong, CHEN Chang-jia

(College of Biotechnology Food Engineering Hefei University of Technology, Hefei 230009, Anhui, China)

**Abstract:** Study the preservation of Frankfurters with hurdle technology and the experiment studied the influences of three different food additives on the preservation of Frankfurters. The results showed that 0.15 % of Glucopyrone +0.5 % Chitosan+1.0 % Ascorbic Acid can improve the main hurdle of Frankfurters which is  $A_w$  of Frankfurters. And then set the hurdle F interact with the main hurdle  $A_w$  and get the result that the best firing time is 35 min. In additional, the affects of three different phosphates sodium caseinates was studied in the second experiment, the result showed: the best ratio of mixed phosphates was 2:2:1 (tetrasodium pyrophosphate SPP: sodium tripolyphosphates STP: sodium hexametaphosphate SHMP respectively) and the best amount is 0.2 % tetrasodium pyrophosphate SPP+0.2 % sodium tripolyphosphates STP+0.1 % sodium hexametaphosphate SHMP. The result also showed: 0.4 % mixed phosphates sodium caseinate +9 % denaturalization amyllum can improve frankfurters distinctly.

**Key words:** Frankfurters; hurdle technology; preservation; water holding capacity

法兰克福肠又名“热狗”,属于肉糜型制品。由于其特殊的风味、高营养、高保水性、高得率等特点而越来越受到消费者的喜爱。

西式肉制品之所以营养丰富、鲜美可口,除了加热工艺中的低温蒸煮外,关键在于其具有较高的保水性和保鲜性。国内外学者做了许多研究和探讨。有的学者根据肌肉收缩 ATP 消失而使肉的保水性下降的原

理,通过注射 ATP 来提高肉的保水性;有的学者根据无机离子作用来提高保水性;有的根据屠宰后使肉的 pH 值上升来提高肉的保水性<sup>[1-3]</sup>。肉的保水性直接关系到肉制品的出品率、嫩度和风味,所以提高肉的保水性能,在肉制品的生产中具有十分重要的意义<sup>[4]</sup>。

保藏保鲜是肉制品加工中的重要环节,是提高肉制品安全性的核心技术之一<sup>[5]</sup>。栅栏理论已逐步应用到食品防腐保鲜、食品加工控制、食品开发设计等各个领域,在传统产品改进和新产品开发中发挥着越来越大的作用<sup>[6-7]</sup>。利用栅栏原理研究法兰克福肠的保鲜性,分析比较葡萄糖酸- $\delta$ -内酯、壳聚糖、抗坏血酸对法兰克福肠的保鲜性的影响<sup>[8]</sup>,并研究复合磷酸盐和变性淀

基金项目:安徽省重大科技攻关项目(08010301079)

作者简介:张黎利(1985—),女(汉),硕士研究生,研究方向:农产品加工与贮藏。

\*通信作者:刘国庆,副教授,硕士生导师,研究方向:农产品加工与贮藏。

粉对法兰克福肠的保水性的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

瘦肉(牛肉或猪肉),肥肉、肠衣、食盐、大蒜、味精、胡椒、抗坏血酸、蔗糖、鼠尾草、豆蔻粉、多香果等;以上均购于合肥工业大学九华山路菜市场。

亚硝酸钠、磷酸盐、焦磷酸钠(SPP)、三聚磷酸钠(STP)、六偏磷酸钠(SHMP);以上均为分析纯;变性淀粉、大豆分离蛋白、葡萄糖酸- $\delta$ -内酯、壳聚糖;以上均为生化试剂。

鸿达 SD-60 制冰机:广州鸿达食品机械有限公司;瑞恒 ZB-125L 斩拌机:诸城市瑞恒食品机械厂;华都 JR-100D 绞肉机:诸城市华都机械科技有限公司;SZ-200 灌肠机:杭州赛利食品机械有限公司;FC2204 电子分析天平:上海天平仪器厂;AQUALAB 水分活度测定仪:美国 DECAGON 公司。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 法兰克福肠制作工艺流程<sup>[9]</sup>

原料肉→切割→(预腌)→(绞肉)→斩拌→灌肠→蒸煮→冷却

#### 1.2.2 法兰克福肠材料配方

法兰克福肠材料配方见表 1。

表 1 法兰克福肠配方  
Table 1 The formula of Frankfurt sausage

原料	质量/kg	腌制剂及辅料	质量/kg
瘦肉	0.52	食盐	0.02
肥肉	0.23	磷酸盐	0.03
大豆分离蛋白	0.03	抗坏血酸	0.000 2
淀粉	0.06	亚硝酸盐	0.000 15
水	0.12	糖	0.08
冰块	0.1	味精	0.003
		胡椒粉	0.001
		豆蔻粉	0.003

一般配方要求 100%瘦肉:100%肥肉:水=50:30:15,而瘦肉中蛋白质含量约为 22%,如果原料中设计蛋白质为 11%,当添加 3 kg 分离蛋白后,100%瘦肉:100%肥肉:水=37.22:30:25.28。由此看出,瘦肉的用量从 50 降到了 37.22,水的用量从 15 上升到 25.28,即添加大豆分离蛋白后,减少了瘦肉的用量,增加了水的用量,从而降低了产品的成本而不影响产品质量。

#### 1.2.3 法兰克福肠保鲜性的研究

首先用这 3 种食品添加剂进行单因素实验,选择较佳的水平范围,然后选择用  $L_9(3^3)$  正交表完成法兰克福肠保鲜性的研究(见表 2、表 3),按正交表的因

素水平组合制成 9 根添加不同量的法兰克福肠,经过加工后对其进行感官评价,找出最优的因素组合,研究最优组合下主要的栅栏因子  $A_w$ ,然后设置栅栏因子 F 与  $A_w$  互作,找出最佳的烘烤时间。

表 2 法兰克福肠单因素实验

Table 2 The single factor experiment of Frankfurt sausage			
水平	葡萄糖酸- $\delta$ -内酯/%	壳聚糖/%	抗坏血酸/%
1	0.05	0.1	0.1
2	0.1	0.5	0.5
3	0.2	1.5	1.5
4	0.4	3.0	3.0
5	0.8	6.0	6.0

表 3 法兰克福肠不同因素的添加量

Table 3 The addition content of different factor in Frankfurt sausage

水平	因素		
	葡萄糖酸- $\delta$ -内酯/%	壳聚糖/%	抗坏血酸/%
1	0.1	0.5	0.5
2	0.15	1.0	1.0
3	0.20	1.5	1.5

原料选择:选取精瘦肉 0.52 kg,去其胫骨,冷藏在冰箱中以待使用。

前期处理:加入木瓜蛋白酶,嫩化火腿肉,优化口味。对较薄的片丝状肉,使用剂以 0.105%~0.11%较适宜,而蒸煮肉块以 0.12%~0.15%较好。嫩化效果和 处理时间长短也有关,通常以 10 min~20 min 为宜。嫩化时,将 1 g 木瓜蛋白酶用温水溶解,配制 0.105%的水溶液,注入肉块中,腌制 20 min。

低温腌制:将 0.52 kg 瘦肉切割成 1.5 cm<sup>3</sup> 的肉块,肥肉为 1 cm<sup>3</sup> 的。添加表 1 的腌制剂。搅拌均匀,放入 4℃ 的冰箱内低温腌制 24 h。

斩拌乳化:将腌制好的原料肉经乳化空径为 10 mm 绞肉机绞碎放入斩拌机中斩拌,并平均分成 9 份;将调料味料和表 2 中的食品添加剂加入每份原料肉中,再加入 1/3 的碎冰,其余的冰在斩拌过程中缓慢加入,使肉保持 4℃~5℃左右。然后加入腌制好的肥肉,充分搅拌斩拌时肉吸水膨胀,形成富有弹性的肉糜,因此斩拌需加冰或加冰水,加入量为原肉的 30%。

灌肠:将斩拌好的原料肉在 12℃ 以下灌制。每种处理方法灌制 3 节分别标号放入冰箱的冷藏室内保存。

烘烤:将灌制好的法兰克福肠解冻后于烤箱中烘烤,温度控制在 85℃~90℃之间,时间为 30 min~50 min。

#### 1.2.4 法兰克福肠保水性的研究

##### 1.2.4.1 磷酸盐对法兰克福肠保水性的影响

在基本配方和工艺参数不变的情况下,以焦磷酸

钠、三聚磷酸钠和六偏磷酸钠添加量为因素,确定因素水平表如表 4,选用  $L_9(3^4)$  正交表设计正交试验,以成品率和结合感官总分考察指标,确定复合磷酸盐中 3 种成分的最佳配比和最适用量。

表 4 因素水平表  
Table 4 The table of the factors and levels

水平	因素		
	A STP%	B SPP/%	C SHMP/%
1	0.10	0.10	0.05
2	0.15	0.15	0.10
3	0.20	0.20	0.15

1.2.4.2 复合磷酸盐和变性淀粉对法兰克福肠保水性的影响<sup>[10]</sup>

在 1.2.4.1 确定的复合磷酸盐的最佳配比和最适用量的基础上,组合添加变性淀粉,以成品率和感官质量为目标,确定最适用量。

成品率的测定方法:

$$\text{成品率} = \frac{\text{制品净重}}{\text{填充质量} \times \text{原辅料} / (\text{原辅料} + \text{添加水量})} \times 100\%$$

制品净重:烘烤冷却后,从肠衣中取出的全部样品质量(注意不能损失),用滤纸吸干样品表面析出的水分和油脂,精确称量样品净重。

## 2 结果与分析

### 2.1 法兰克福肠保鲜性的研究结果分析

#### 2.1.1 感官评价

以法兰克福肠的感官评价为指标,对法兰克福肠的各因素水平进行分析,评定小组对法兰克福肠的成品采用-3~3 的 7 分制评分:3 极好,2 相当好,1 好,0 一般,-1 较差,-2 差,-3 极差,感官总分采用 10 分制打分,分析结果如表 5。

表 5 法兰克福肠单因素实验感官评价  
Table 5 The sensory evaluation of single experiment test in Frankfurt sausage

水平	葡萄糖酸- $\delta$ -内酯分数	壳聚糖分数	抗坏血酸分数
1	5	6	3
2	8	9	8
3	9	8	9
4	6	5	7
5	7	6	6

对决定感官质量的 3 种食品添加剂葡萄糖酸- $\delta$ -内酯、壳聚糖和抗坏血酸的添加量进行了单因素实验和正交实验,结果分析见表 6。

表 6 表明,各因素对法兰克福肠感官指标影响最

表 6 法兰克福肠的正交实验结果分析

Table 6 The results analysis of orthogonal experiment

实验号	A	B	C	色泽	香味	口感	感官总分
1	1	1	1	-2	-2	-2	1
2	1	2	2	1	1	2	5
3	1	3	3	2	1	1	6
4	2	1	2	3	2	3	9
5	2	2	3	3	1	2	7
6	2	3	1	-2	1	1	4
7	3	1	3	1	1	1	6
8	3	2	1	-1	1	0	3
9	3	3	2	0	1	1	5
$K_1$	12	16	8				
$K_2$	20	15	19				
$K_3$	14	15	19			T=46	
$K_a$	4.0	5.3	2.7				
$K_b$	6.7	5.0	6.3				
$K_c$	4.6	5.0	6.3			T=15.3	
$R_1$	8	1	11				
$R_2$	2.7	0.3	3.6				
因素主次	C>A>B						

大的是抗坏血酸,其次是葡萄糖酸- $\delta$ -内酯,壳聚糖对法兰克福肠的感官质量影响最小,即因素重要性为抗坏血酸>葡萄糖酸- $\delta$ -内酯>壳聚糖。结果分析得出,最佳的组合为  $A_2B_1C_2$  可使法兰克福肠的感官质量达到最佳。

#### 2.1.2 保证法兰克福肠可贮性的栅栏因子分析

传统的西式蒸煮香肠的贮存条件下 Aw 在 0.96~0.93,通过加入以上食品添加剂已使 Aw 栅栏大大加固,要达到长期可贮还必需与其他的栅栏因子互动。对于 pH 6.5 的非酸类食品通过酸化提高 pH 栅栏的防腐保鲜没有太大意义,而且酸化会大大降低法兰克福肠的口感,影响其消费市场。本研究主要通过设置蒸煮时间,也就是设置 F 栅栏因子进一步提高微生物的稳定性。按照添加 0.15% 的葡萄糖酸- $\delta$ -内酯,0.5% 的壳聚糖,1.0% 的抗坏血酸后对法兰克福肠主要特性指标进行测定,结果 Aw 0.940, pH 6.5,水分含量为 46.4%。

#### 2.1.3 保证法兰克福肠可贮性的较佳蒸煮时间的确定

通过提高 F 值延长法兰克福肠的保质期关键是控制 F 值的强度。包装后产品的烘烤温度过高,时间过长都会影响法兰克福肠的口味,法兰克福肠在 90℃ 的温度下不同烘烤时间的影响,如表 7。

由表 7 可以看出法兰克福肠的最佳烘烤时间在 30 min~40 min 之间最好,感官总分最高;表 8 表明不同烘烤时间对微生物的稳定性有着不同的影响。测定不同烘烤时间下对残留微生物的影响。

烘烤时间在 30 min 以上对贮存期微生物稳定性

表7 不同烘烤时间对法兰克福肠感官质量的影响

Table 7 The influence to organoleptic quality of Frankfurt sausage with different baking time

组别	烘烤时间/min	感官评价			
		色泽	香味	口感	感官总分
1	20	3	1	0	4
2	30	3	2	2	7
3	40	2	3	3	7
4	50	1	1	1	5

表8 不同烘烤时间对法兰克福肠贮存期微生物稳定性的影响

Table 8 The influence to the total microorganisms of Frankfurt sausage with different baking time

组别	烘烤时间/min	贮存期总菌落的变化/(cfu/g)						
		杀菌前	杀菌后	5 d	10 d	15 d	20 d	25 d
1	20	1.9×10 <sup>2</sup>	1.6×10 <sup>2</sup>	2.4×10 <sup>2</sup>	4.2×10 <sup>2</sup>	6.5×10 <sup>2</sup>	3.5×10 <sup>3</sup>	5.4×10 <sup>3</sup>
2	30	1.9×10 <sup>2</sup>	1.3×10 <sup>2</sup>	1.6×10 <sup>2</sup>	2.5×10 <sup>2</sup>	3.6×10 <sup>2</sup>	4.6×10 <sup>2</sup>	2.4×10 <sup>3</sup>
3	40	1.9×10 <sup>2</sup>	1.4×10 <sup>2</sup>	1.5×10 <sup>2</sup>	2.3×10 <sup>2</sup>	3.2×10 <sup>2</sup>	3.8×10 <sup>2</sup>	1.9×10 <sup>3</sup>
4	50	1.9×10 <sup>2</sup>	1.1×10 <sup>2</sup>	1.4×10 <sup>2</sup>	2.1×10 <sup>2</sup>	3.3×10 <sup>2</sup>	3.6×10 <sup>2</sup>	2.0×10 <sup>3</sup>

影响不大,综合考虑烘烤时间对感官质量的影响,可将烘烤时间定在 35 min 最佳。

2.2 法兰克福肠保水性的研究结果分析

2.2.1 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)正交实验结果分析

L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)正交实验结果分析见表 9。

表9 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)正交实验结果

Table 9 The results analysis of L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)orthogonal experiment

实验号	A STP	B SPP	C SHMP	成品率	感官总分
1	1	1	1	109.7	5
2	1	2	2	118.7	6
3	1	3	3	112.5	7
4	2	1	2	119.1	9
5	2	2	3	108.3	4
6	2	3	1	123.2	8
7	3	1	3	110.2	6
8	3	2	1	122.3	8
9	3	3	2	125.2	9
K <sub>1</sub>	340.9	339.0	355.2		
K <sub>2</sub>	350.6	349.3	363.0	T=1 048.6	
K <sub>3</sub>	357.7	360.9	331.0		
K <sub>a</sub>	18	20	21		
K <sub>b</sub>	21	18	24	T=62	
K <sub>c</sub>	23	24	17		
R <sub>1</sub>	17.2	21.9	32.0		
R <sub>2</sub>	5.0	6.0	7.0		
因素主次			C>A>B		

对法兰克福肠的感官评价方法同,色泽、口感、香味采用-3~3七分制,感官总分采用十分制,得出试验 9 号的成品率高且感官评价也高,由此得出复合磷酸盐的最佳配方为 0.2%三聚磷酸钠+0.2%焦磷酸钠+0.1%六偏磷酸钠,即三者的配比为 2:2:1。

2.2.2 不同浓度复合磷酸盐对法兰克福肠保水性的影响

不同浓度复合磷酸盐对法兰克福肠保水性的影响见表 10。

表10 不同复合磷酸盐添加量对法兰克福肠的感官质量的影响

Table 10 The influence to organoleptic quality of Frankfurt sausage with different composite phosphate addition

试验号	变性淀粉添加量/%	色泽	香味	口感	感官总分
1	0.1	1	2	2	5
2	0.2	2	2	2	6
3	0.3	2	2	3	8
4	0.4	3	2	3	9
5	0.5	2	2	2	6

按加水量 30%,复合磷酸盐用最佳配比,从表 10 可以看出复合磷酸盐添加量为 0.4%时,无论色泽,香味,口感方面得分都高于其它添加量。复合磷酸盐添加量对法兰克福肠成品率影响见图 1。

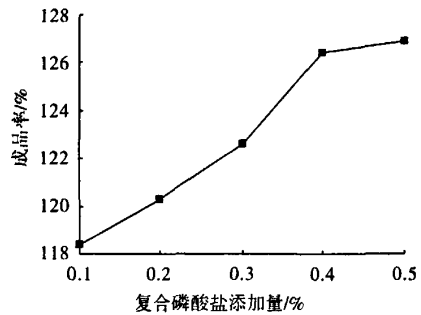


图1 复合磷酸盐添加量对法兰克福肠成品率的影响

Fig.1 The influence to the yield of Frankfurt sausage with composite phosphate addition

从图 1 中可以看出复合磷酸盐的添加量越大,法兰克福肠的成品率越高,即对法兰克福肠的保水性正面作用越大,但当用量大于 0.4%时,成品率的上升趋势变缓,考虑到磷酸盐添加过多会影响法兰克福肠的口味,而从所以应取复合磷酸盐的用量为 0.4%。

2.2.3 变性淀粉对法兰克福肠保水性的影响

加 30%的水,0.4%的复合磷酸盐,同时组合添加不同比例的变性淀粉,观察其对法兰克福肠保水性的影响,同时进行感官质量评分,结果见表 11 和图 2。

表11 不同变性淀粉添加量对法兰克福肠的感官质量的影响

Table 11 The influence to organoleptic quality of Frankfurt sausage with different retrograded starch addition

试验号	变性淀粉添加量/%	色泽	香味	口感	感官总分
1	3	3	2	2	8
2	6	3	2	3	9
3	9	2	3	3	9
4	12	1	2	2	6

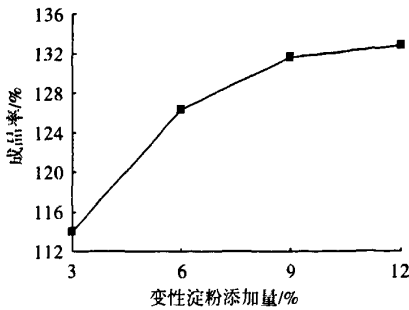


图2 变性淀粉用量与成品率的关系

Fig 2 The influence to the yield of frankfurt sausage with retrograded starch

从图2可以看出,随着变性淀粉的添加量的增大,法兰克福肠的成品率也在上升,即制品的保水性随着变性淀粉添加量的增大而变大,但超过9%时其成品率增加变缓,结合表11的感官质量评分,可以看出当变性淀粉的添加量超过9%时法兰克福肠的感观质量大大下降,所以选择9%的变性淀粉添加量为最适变性淀粉添加量。

### 3 结论

利用栅栏技术研究法兰克福肠的保鲜性,研究表明,葡萄糖酸- $\delta$ -内酯,壳聚糖和抗坏血酸可对法兰克福肠的 $A_w$ 这一主要栅栏因子产生作用,并且添加0.15%的葡萄糖酸- $\delta$ -内酯,0.5%的壳聚糖,1.0%的抗坏血酸可使法兰克福肠的感官质量达到最佳,此时设计F栅栏因子与 $A_w$ 栅栏因子互作,使法兰克福肠的微生物稳定性达到最佳。试验表明,90℃下烘烤35 min可使法兰克福肠在贮存期保持较好的微生物稳定性。

磷酸盐对法兰克福肠的保水性有很大作用,本次

试验采用正交实验研究3种不同磷酸盐对法兰克福肠保水性的影响,研究得出复合磷酸盐的最佳配方为0.2%的三聚磷酸钠+0.2%的焦磷酸钠+0.1%的六偏磷酸钠,即3者的配比为2:2:1。研究表明不同的复合磷酸盐添加量对法兰克福肠的成品率和感官质量有很大影响,研究得出0.4%的复合磷酸盐+9%的变性淀粉可使法兰克福肠的保水性有较大改善。

### 参考文献:

- [1] 吕兵,张静.肉制品保水性研究[J].食品科学,2000(4):23-26
- [2] 梁海燕.几种添加剂对肉制品保水性的影响[J].山西食品工业,2003(3):15-16
- [3] Giuseppe bee, Abbey L Anderson, Steven M Lonergan, et al. Rate and extent of pH decline affect proteolysis of cytoskeletal proteins and water holding capacity in pork[J]. Meat Science 2007, 76(2):359-365
- [4] 李同春.肉制品加工中保持和提高保水性的重要意义[J].肉类工业,1995(11):23-25
- [5] 梁永正.食品防腐保鲜技术应用[J].中国畜产与食品,1996(4):27-29
- [6] 刘冠勇.肉与肉制品加工中的栅栏技术[J].肉类研究,2000(1):37-40
- [7] 李红军.栅栏技术在香肠制品中的应用[J].山东食品科技,2000(3):9-13
- [8] 张春江,王海燕,罗欣.熏煮香肠保鲜剂配比的优选研究[J].肉类研究,2004(2):25-27
- [9] 李开雄,李应彪.西式火腿肠生产工艺的探讨[J].石河子大学学报:自然科学版,2000(3):59-62
- [10] 刘淑珍.肉制品用淀粉的生产、性能与应用[J].肉类工业,2004(1):4-5

收稿日期:2010-06-12