

# 猪血亚硝基血红蛋白在肉品中的应用研究

郑立红<sup>1,2</sup>, 陈尚武<sup>2</sup>, 任发政<sup>2,\*</sup>

(1. 河北科技师范学院食品工程系, 河北 昌黎 066600

2. 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083)

**摘 要:** 为了进一步确定 HbNO 在肉品中的可应用性, 将适量亚硝基血红蛋白作为着色剂制成火腿肠, 感官状态完全接近亚硝酸钠发色效果, 优于红曲色素的着色效果。由于具有很强的耐热性, 亚硝基血红蛋白作为肉制品着色剂添加到高温火腿肠中是可行的。

**关键词:** 亚硝基血红蛋白; 火腿肠; 应用特性

## Studies on Application of Pig Blood Nitrosohemoglobin in Meat Product

ZHENG Li-hong<sup>1,2</sup>, CHEN Shang-wu<sup>2</sup>, REN Fa-zheng<sup>2,\*</sup>

(1. Department of Food Engineering, Hebei Normal University of Science and Technology, Changli 066600, China 2. College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** When proper nitrosohemoglobin as colorant was added in sausage, the color was very closed to the chromophoric effect of NaNO<sub>2</sub>, excelling the pigmentation effect of monascus pigment. So it was feasible for nitrosohemoglobin as colorant of meat product and substitution of nitrite to be added in high temperature.

**Key words:** nitrosohemoglobin; sausage; application characterization

中图分类号: TS202.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2005)12-0257-04

亚硝基血红蛋白是以新鲜猪血为原料制备而成, 可用于肉制品的着色。目前国内外报道了其半干固体产物的合成研究<sup>[1~4]</sup>, 并将其应用于香肠、火腿中<sup>[5,6]</sup>, 亚硝基血红蛋白代替亚硝酸钠作为理想的肉品着色剂, 可降低肉品中亚硝酸根的残留, 避免因其引起的形成致癌物质的可能。亚硝基血红蛋白色调与亚硝基肌红蛋白一致, 能满足人们对肉色的要求。可望从根本上解决肉品护色这一难题, 以实现肉制品的低硝化、无硝化, 为我国“放心肉工程”提供一种新型食品添加剂。能有效地利用动物血液副产品, 变废为宝, 提高经济效益<sup>[7]</sup>。同时为肉制品提供铁、优质蛋白质, 具有一定的营养意义。本研究结合乳化香肠通用生产工艺, 以水溶性、半干固体两种状态的亚硝基血红蛋白为着色剂, 通过改变其添加量, 寻找一个感官上能被消费者认可、能够保证最终产品安全性的最佳添加水平。从而为亚硝基血红蛋白在肉制品中的应用建立理论依据。

## 1 材料与方法

收稿日期: 2005-08-05

\*通讯作者

基金项目: 国家“十五”科技攻关项目(2001BA501A24-01)

作者简介: 郑立红(1966-), 女, 副教授, 硕士, 研究方向为肉品及乳品科学。

### 1.1 材料

新鲜猪血由北京亚太资源集团屠宰车间收集; L-抗坏血酸钠、亚硝酸钠: 购于食品添加剂商店; 氢氧化钠、亚硝酸钠、盐酸、丙酮、硼砂、硫酸锌、对氨基苯磺酸、萘基盐酸二氨基乙烯等试剂均为分析纯; 亚硝基血红蛋白着色剂: 由本实验室自己合成; 经检疫合格的新鲜猪肉、鸡胸肉: 购于中国农业大学校内超市; 大豆分离蛋白, 马铃薯淀粉、蔗糖、食盐、味精、卡拉胶、复合磷酸盐: 由雨润集团北京博士后工作站提供; 肠衣: 由上海爱普食品添加剂公司提供。

### 1.2 仪器设备

电热恒温水浴锅, 高速分散均质机, 低温冷冻离心机, 电子天平, 恒温冰箱, ZB-5 型斩拌机, WSC-S 全自动测色色差仪, MM12 绞肉机, 手提式高压杀菌锅。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 工艺配方

1.3.2 猪肉火腿肠的加工工艺流程<sup>[8]</sup>

表1 制作火腿肠的各种原辅料及添加量  
Table 1 Material and quantity of sausage

原辅料	质量(kg)	原辅料	质量(kg)
猪瘦肉、鸡胸肉	56	复合磷酸盐	0.2~0.3
肥肉	14	白砂糖	0.80
大豆分离蛋白	3	味精	0.30
水	15	L-抗坏血酸钠	0.02
冰水	10	胡椒粉	0.10
食盐	2	亚硝酸盐	
淀粉	2	亚硝基血红蛋白	
卡拉胶	0.5~0.7		

原料肉的处理→绞肉→斩拌→腌制→填充→灭菌→成品。

选用经过卫生检疫、排酸的原料肉，经修整处理除去皮膜、筋膜、杂骨、血管、病变等。将肉切成一定大小，通过孔径为10mm的绞肉机绞碎，放入斩拌机中斩拌，此时将其余原辅料洒在肉上，加入1/3碎冰，其余碎冰在斩拌过程中缓慢加入，使肉保持在4~5℃左右，然后再加肥肉、淀粉、大豆蛋白等其它辅料，充分斩拌。称取75g肉糜，分别添加不同种类、不同质量的发色剂、着色剂。用适量的水把色素完全溶解，搅拌、混合均匀，制成肠馅。放于0~4℃冰箱中腌制24h。由于样品量有限，采用手工填充，肠衣为PVDC材料。灌好的火腿肠进行蒸煮，使之杀菌、定型、促进发色和固定肉色，使蛋白质凝固并提高风味，本试验采用121℃、20min。

## 1.3.3 鸡肉火腿肠的加工工艺流程

由于鸡胸肉与猪肉的肌红蛋白含量有很大差别，本试验在上述工艺流程基础上作了一定程度的调整，取消了腌制工序，即将各种原辅料经切割、混匀、斩拌、称量后加入不同质量的亚硝基血红蛋白色素，搅拌均匀后立即灌装，121℃、20min加热熟制灭菌。

## 1.4 检测指标

1.4.1 色差的测定<sup>[9]</sup>

将肠剥去肠衣后，切成10mm厚，放在样品盒中，用色差计来测量肉样的亮度(L值)，红/绿(+/-a值)，黄/蓝(+/-b值)。白瓷板用来标准化色差计，在肉表面3~5个不同位置测定L、a、b值。

肉样总色差用 $\Delta E$ 表示： $\Delta E = [(L - L_{ref})^2 + (a - a_{ref})^2 + (b - b_{ref})^2]^{1/2}$

以市场某品牌火腿肠火腿肠肉样为对照值。

## 1.4.2 感官评价方法

本试验采用直接评分法：由15、12人组成的感官评价小组，严格按照已制定评分标准对样品进行感官评价，为防止顺序效应，样品标号顺序随机标注。最后

用数理统计的方法进行数据分析。评定产品的色泽，最高分为5分，最低为0分。

1.4.3 亚硝酸盐残留量的测定方法 根据GB/T 5009的方法测定<sup>[10]</sup>。

## 2 结果与讨论

## 2.1 亚硝基血红蛋白在猪肉火腿肠中的应用

## 2.1.1 亚硝基血红蛋白对猪肉火腿肠色差的影响

将亚硝基血红蛋白作为着色剂，按不同量添加于猪肉糜中，制成火腿肠，按1.4.1所介绍的色差测定方法测定火腿肠切面L、a、b值，每个样测三次，取平均值，计算色差。

由表2可知：猪肉肠的亮度值随色素添加量的增大

表2 不同处理的猪肉肠L、a、b值  
Table 2 Hunter L a b values of treated cooked ground pork

试验号	处理	Hunter values			$\Delta E$
		L	a	b	
1	无添加剂	53.16	7.76	10.09	16.86
2	NaNO <sub>2</sub> 0.05mg	45.70	9.58	7.60	13.32
3	NaNO <sub>2</sub> 0.10mg	49.68	10.00	9.23	13.43
4	NaNO <sub>2</sub> 0.15mg	46.69	10.77	9.11	11.95
5	液体HbNO 1g	47.62	11.32	8.79	11.65
6	液体HbNO 2g	47.30	11.74	8.52	11.23
7	液体HbNO 3g	46.31	16.24	7.68	7.16
8	液体HbNO 4g	45.61	14.04	8.28	8.85
9	液体HbNO 5g	43.88	15.23	6.43	8.59
10	固体HbNO 0.1g	47.79	12.5	8.35	10.68
11	固体HbNO 0.25g	45.14	13.74	8.57	9.03
12	固体HbNO 0.35g	42.22	16.59	7.56	7.29
13	固体HbNO 0.5g	40.32	17.48	6.8	7.94
14	固体HbNO 0.75g	37.89	17.21	7.67	9.35
15	红曲 0.015g	40.41	26.08	10.2	5.84
16	红曲 0.01g	42.24	22.91	10.58	2.74
17	某品牌火腿肠	44.9	22.43	11	0

注：表中添加量为75g肉糜中各种发色剂、色素的添加量。

而减少，但红度值随色素量增加而增加。从色差结果可知，液态色素添加量为3g时，所制火腿肠与某品牌火腿肠色差最小；半干固体色素0.35g添加量的样品与某品牌火腿肠样品之间色差较小。两个添加红曲色素的样品，红度值大大高于其它，黄度值也比其它样品高，与对照色差最小。至于亮度的变化，可能是由于合成的色素样品纯度不足造成，也可能是由于本试验过程中无法利用真空条件，肉中有色物质及所加色素氧化造成。

从感官观察，不加任何色素、发色剂的样品色泽苍白，无肉红色；三个添加亚硝酸钠的样品，色泽呈粉红色，随亚硝酸钠量的增加，红色稍加深，可能由于淀粉、大豆蛋白等辅料的添加，致使亚硝酸钠不能充分与肌红蛋白接触而发色；而添加亚硝基血红蛋白的

十组样品,随色素量的增加,肉红色明显增强;最后两组添加红曲色素的产品,色调与前面几组相比有显著差异,呈橙红色。由色差测定结果也可看出,它的黄度值高于其它样品。某品牌火腿肠的颜色鲜红,从包装上可看到标示,它的色泽是由亚硝酸钠与红曲色素共同完成的。

### 2.1.2 不同亚硝基血红蛋白添加量对猪肉火腿肠色泽感官的影响

为了调查人们对由亚硝基血红蛋白着色制成的火腿肠颜色的嗜好情况,选用15名鉴评员进行评分检验。评分标准为:5表示颜色很好;4表示颜色好;3表示颜色一般;2表示颜色不佳;1表示颜色很差。检验结果列于表3。

表3 猪肉火腿肠感官检验结果  
Table 3 The result of sense test of pork sausage

样品处理	评分标准					总分(A)	平均分数( $\bar{A}$ )
	5	4	3	2	1		
	评价员数						
无色素添加	0	1	3	4	7	28	1.87
NaNO <sub>2</sub> 0.05mg	0	0	5	3	7	28	1.87
NaNO <sub>2</sub> 0.10mg	0	0	5	3	7	28	1.87
NaNO <sub>2</sub> 0.15mg	0	2	5	4	4	35	2.33
液体 HbNO 1g	0	4	4	5	2	40	2.67
液体 HbNO 2g	1	6	5	3	0	50	3.33
液体 HbNO 3g	2	5	7	1	0	53	3.53
液体 HbNO 4g	2	10	1	2	0	57	3.80
液体 HbNO 5g	0	4	7	3	1	44	2.93
固体 HbNO 0.1g	4	5	3	3	0	50	3.33
固体 HbNO 0.25g	1	0	6	5	3	49	3.27
固体 HbNO 0.35g	1	5	6	3	0	42	2.80
固体 HbNO 0.5g	3	4	3	5	0	36	2.40
固体 HbNO 0.75g	1	2	6	5	1	55	3.67
红曲 0.015g	0	2	0	3	10	24	1.60
红曲 0.01g	0	1	1	3	10	23	1.53
某品牌火腿肠	4	3	5	2	1	52	3.47

由表可知,得分最高的是添加液体色素4g、固体色素0.75g的样品,两组评分均高于某品牌火腿肠样品。本感官评分只是对人们对火腿肠色泽的嗜好性进行了测试,可以看出,在参与本试验人员中,人们对肉品色泽嗜好倾向于一定程度的玫瑰红色,对粉红色、橙红色喜爱程度较低。

## 2.2 亚硝基血红蛋白在鸡肉火腿肠中的应用

### 2.2.1 亚硝基血红蛋白对鸡肉火腿肠色差的影响

将亚硝基血红蛋白作为着色剂,按不同量添加于鸡肉糜中,制成火腿肠,按1.4.1所介绍的色差测定方法测定火腿肠切面L、a、b值,每个样测三次,取平均值,计算色差。

由表4可知,鸡肉肠的亮度值普遍高于相应的猪肉

表4 不同处理的鸡肉肠L、a、b值  
Table 4 Hunter L a b values of treated chicken sausage

试验号	处理	Hunter Values			△ E
		L	a	b	
1	无添加剂	60.45	4.38	15.56	24.26
2	液体 HbNO 1g	53.89	10.05	11.48	15.31
3	液体 HbNO 2g	49.99	12.62	10.01	11.10
4	液体 HbNO 3g	48.13	15.07	8.98	8.29
5	液体 HbNO 4g	43.94	17.04	7.14	6.71
6	液体 HbNO 5g	41.59	17.76	6.38	7.36
7	半固体 HbNO 0.1g	52.60	14.13	9.95	11.37
8	半固体 HbNO 0.25g	48.53	16.52	7.86	7.61
9	半固体 HbNO 0.35g	47.06	17.17	7.19	6.84
10	半固体 HbNO 0.5g	45.50	16.33	6.32	7.71
11	半固体 HbNO 0.75g	43.41	19.58	6.88	5.23
12	某品牌火腿肠	44.9	22.43	11	0

注:表中添加量为75g肉糜中各种发色剂、色素的添加量。

肠的亮度,原因是鸡肉中肌红蛋白、血红蛋白含量低于猪肉。随色素添加量的增大鸡肉肠亮度值减少,但红度值随色素量增加而增加。从色差结果可知,空白对照组与某品牌火腿肠之间色差最大,感官评定空白组红色不足,肉色发黄。 $150 \times 10^{-6}$ 亚硝酸钠样品颜色感官评定肉色比猪肉样品淡,所用五个数量级的半干固体亚硝基血红蛋白鸡肉火腿肠产品中,色素添加量为0.75g的样品与某品牌火腿肠样品之间色差最小,红度值也与之最接近。液体色素的几个添加量中4g样与某品牌火腿肠色差最小,5g样红度值与某品牌火腿肠最接近,红色鲜艳。

### 2.2.2 不同亚硝基血红蛋白添加量对鸡肉火腿肠色泽感官的影响

为了调查人们对由亚硝基血红蛋白着色制成的火腿肠颜色的嗜好情况,在没有告知原料肉品种的基础上,选用12名鉴评员进行评分检验。评分标准为:5表示颜色很好;4表示颜色好;3表示颜色一般;2表示颜色

表5 鸡肉火腿肠感官评分结果  
Table 5 The result of sense test of chicken sausage

样品处理	评分标准					总分(A)	平均分(A)
	5	4	3	2	1		
	评价员数						
无添加剂	0	1	2	1	8	20	1.67
液体 HbNO 1g	2	1	1	4	4	29	2.42
液体 HbNO 2g	2	3	3	2	2	37	3.08
液体 HbNO 3g	1	2	7	2	0	38	3.17
液体 HbNO 4g	5	3	4	0	0	49	4.08
液体 HbNO 5g	2	5	3	1	1	42	3.50
固体 HbNO 0.1g	1	2	1	5	3	29	2.42
固体 HbNO 0.25g	0	3	7	1	1	36	3.00
固体 HbNO 0.35g	5	3	4	0	0	49	4.08
固体 HbNO 0.5g	5	4	2	1	0	49	4.08
固体 HbNO 0.75g	3	4	4	1	0	45	3.75
某品牌火腿肠	2	2	5	2	1	38	3.17

色不佳; 1 表示颜色很差。检验结果列于表 5。

由表可知, 评分较高的样品为添加液体色素 4 g、固体色素 0.35g、0.5g 的样品, 本次评分均高于猪肉肠的评分, 可能是由于鸡肉中肌红蛋白、血红蛋白含量低, 添加亚硝基血红蛋白着色剂可显著提高鸡肉肠色泽品质, 在添加量相同时, 着色效果可大幅度提高。作为对照样品的某品牌火腿肠评分低于用适量亚硝基血红蛋白着色产品, 可能还是因为其色调偏桔红色, 与肉红色有一定差别。

### 3 结 论

3.1 亚硝基血红蛋白作香肠、火腿着色剂, 感官状态完全接近亚硝酸钠发色效果, 优于红曲色素的着色效果。

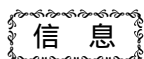
3.2 测定半干固体、液体亚硝基血红蛋白最大添加量所制成火腿肠  $\text{NO}_2^-$  的残留量, 数值均为痕量水平, 说明其安全性是可以保证的。

3.3 随亚硝基血红蛋白添加量的增加, 火腿肠红度值增加, 亮度值下降。但猪肉肠较鸡肉肠下降幅度大。由于具有很强的耐热性, 亚硝基血红蛋白作为肉制品着色剂添加到高温火腿肠中, 是可行的。经过试验分析, 适用于肌红蛋白含量低的肉制品, 如鸡肉、猪肉等。加工过程适宜使用真空处理, 以防止脂肪和色素氧化。着色效果良好, 稳定持久, 风味独特, 可实现

肉品的低硝化。价格便宜, 是肉灌制品中理想的着色剂。

### 参考文献:

- [1] Shahidi F, Rubin L. Preparation of the cooked cured meat pigment, dinitrosyl ferrihemochrome from hemin and nitric oxide[J]. Journal of Food Science, 1985, 50: 272-273.
- [2] Shahidi F, Pegg R B. Novel synthesis of cooked cured-meat pigment[J]. Journal of Food Science, 1991, 56: 1205-1208.
- [3] 张坤生, 任云霞. 亚硝基血红蛋白合成条件的优化及其特性[J]. 食品科学, 1998, 19(6): 3-5.
- [4] 郑立红, 任发政, 霍晓娜. 鸡血亚硝基血红蛋白合成工艺参数研究[J]. 中国食品学报, 2003, 增刊: 367-371.
- [5] R O'Boyle, et al. Encapsulated cured-meat pigment and its application in nitrite-free ham[J]. Journal of Food Science, 1992, 57 (4): 807-812.
- [6] 马美湖. 亚硝基血红蛋白的合成制取及其应用于香肠中降低  $\text{NO}_2^-$  残留量的研究[J]. 食品科学, 2001, 22(8): 67-70.
- [7] 钟耀广, 南庆贤. 国内外畜血研究动态[J]. 中国农业科技导报, 2003, 5(3): 26-29.
- [8] 骆承痒, 等. 畜产品加工学[M]. 北京: 农业出版社, 1987.
- [9] 靳烨. 抗坏血酸、烟酸和 pH 值对香肠发色和色素稳定性的影响[J]. 肉类研究, 1994, (4): 22-25.
- [10] 中华人民共和国卫生部. GB/T 5009—1996. 中华人民共和国国家标准—肉与肉制品卫生标准的分析方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1996-9-01.



## 日本开发新型餐盒防腐用抗菌薄膜片

最近, 日本专门进行印刷和食品包装相关材料开发和制造的公司——大日精化工业公司与 TTC 公司联合开发成功用生物降解性材料辣根、芥末油提取物为主原料的餐盒防腐用抗菌性薄膜片产品——“瓦萨帕尔”, 现已开始在市场分发样品, 让消费者试用。具有抗菌作用的丙烯基芥末油能够防止细菌繁殖, 并能维持食品的新鲜度。

该抗菌薄膜片的特征是完全使用生物降解性材料做基础材料, 因此使用后无需回收处理, 无污染环境问题。餐盒防腐用抗菌薄膜片是在生物降解性薄膜片材料上涂有由环状糊精包裹的辣根、芥末油提取物, 用环状糊精包裹保护的挥发性高的丙烯基芥末油很难挥发因此可以取得稳定的防腐效果。而且即使打开产品的外包装, 也不会挥发。只有当开封后的薄膜片处于水、水蒸气和湿气氛围条件下, 有效成分与这些氛围条件中的成分之间发生反应后, 新产生的挥发性气体才最终会发生作用, 并具有持续的防腐效果。

该抗菌性薄膜片的生产使用了 TTC 公司的专利制造方法。预计第一季度在抗菌薄膜片及相关制品的市场销售额将达到 1 亿日元。