

# 红曲红色素、番茄酱 对法兰克福肠发色和风味的影响

刘国庆,宗 凯,张黎利,任永兵,汪 洋,姜绍通\*  
(合肥工业大学生物与食品工程学院,安徽合肥 230009)

**摘 要:**主要研究了红曲红色素、番茄红素和亚硝酸钠对法兰克福肠发色和风味的影响。通过单因素实验确定了红曲红色素、番茄酱、亚硝酸钠对法兰克福肠发色的作用范围,再通过正交实验优化了三种发色剂添加比例,结果表明,红曲红色素、番茄酱和亚硝酸钠最佳发色配比分分别为 0.001%、10% 和 0.0005%。在最佳发色比例确定的基础上,考察了添加不同还原糖对法兰克福肠风味的影响,结果显示葡萄糖为最佳糖原;通过 TPA 模型测定不同水平葡萄糖组分法兰克福肠的硬度、内聚性、咀嚼力等,确定葡萄糖最佳添加量为 10%。

**关键词:**红曲红色素,亚硝酸钠,番茄酱,颜色,风味

## Effect of monascus red and tomato paste on the color and flavor of Frankfort

LIU Guo-qing, ZONG Kai, ZHANG Li-li, REN Yong-bing, WANG Yang, JIANG Shao-tong\*

(College of Biological and Food Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

**Abstract:** The experiment has investigated the effect of monascus red, tomato paste and sodium nitrite on the color and the local flavor of Frankfort. The effect of monascus red, tomato paste and sodium nitrite on the color has been studied by the single factor experiment. We have ascertained that the best matches ratio is 0.001%, 10%, 0.0005% when three kinds colour former (monascus red, tomato paste, sodium nitrite) were put into use at the same time. The experiment also has compared the impact of different deoxidation candy over Frankfort's local flavour on the basis of monascus red, tomato paste and sodium nitrite's best matches ratio, we have been ascertained that the best candy source was glucose and the addition amounts was 10% by the fact that the TPA model has determined the hardness, cohesion nature and the chew force respectively.

**Key words:** monascus red; sodium nitrite; tomato paste; color; flavor

中图分类号: TS201.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2010)02-0118-04

法兰克福肠又名“热狗”,属于肉糜型制品,是一类利用肌球蛋白、肌动蛋白等肉中盐溶性蛋白质的乳化能力而生产的肉食品<sup>[1]</sup>。它特殊的风味、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,尤其对于快节奏生活人群来讲,已成为一种经常食用的菜肴。法兰克福肠的生产加工经常使用发色剂,亚硝酸盐是目前肉制品生产中非常重要的一类发色剂,然而肉制品和其他食物中存在的自由硝酸盐对消费者健康构成了潜在的威胁,硝酸盐可以和某些食物中胺类反应形成 N-亚硝酸盐化合物,诸如亚硝酸胺等具有致癌作用<sup>[2-3]</sup>。为了避免亚硝酸盐作为发色剂而带来的危害,国内外许多学者都在致力于寻找一些“安全”的化合物来替代亚硝酸盐作

为肉制品的发色剂。红曲红色素具有对 pH 稳定,耐热耐光性强,几乎不受金属离子、氧化剂和还原剂影响,对蛋白质的染色性好等<sup>[4-5]</sup>特点,是我国香肠、火腿、叉烧肉等肉品使用的主要色素<sup>[6]</sup>。Fink-Gremmels 等(1991)制备了一种用甲醇提取的红曲红色素并研究了它在肉品中作为亚硝酸钠替代物的可能性,结果表明,添加 4000ppm 红曲红色素,降低亚硝酸钠用量 70%~90% 仍可得到令人满意的稳定的腌肉色<sup>[7]</sup>。西式香肠制作工艺中添加番茄酱也可以减少亚硝酸盐的用量,起一定发色作用并且能改善香肠的风味<sup>[8]</sup>。目前肉制品中番茄制品的应用研究还较少见。Yilmaz, Simsek 和 Isikli (2002)<sup>[9]</sup>报道过番茄酱在低脂肪烤肠中的应用。Sterlie 和 Lerfall (2005)<sup>[10]</sup>研究了番茄制品中的番茄红素对存储质量和剁碎的肉制品颜色的影响,但未研究含有硝酸盐和天然发色剂的番茄制品的相互作用。为了降低亚硝酸盐的危害,改善香肠制品的品质和安全性,探求添加红曲红色素和番茄酱替代亚硝酸盐的可行性进行了本次实验。

收稿日期:2009-03-31 \*通讯联系人

作者简介:刘国庆(1963-),男,副教授,研究方向:农产品加工与储藏。

基金项目:安徽省重大科技专项(07010301017);安徽省“十一五”计划重大科技攻关项目(08010301079)。

表3 单因素红曲红色素与番茄酱用量的确定

色价	因素												
	亚硝酸钠(mg/kg)		红曲红色素(%)				番茄酱(%)						
	0	150	0.006	0.004	0.002	0.001	0	2	4	6	8	10	12
亮度	58.02	59.06	54.28	55.66	58.23	62.42	60.89	60.2	60.02	58.91	57.29	56.73	55.73
红度	11.23	15.65	22.82	22.51	16.67	9.36	10	10.78	12.15	13.08	14.81	16.34	17
黄度	16.34	13.69	14.93	14.12	14.13	14.21	20.96	22.43	24.19	25.35	26.7	28.78	29.79
感官评判	对照组		D	B	B	B	C	C	B	B	B	B	C

注:A:很好;B:较好;C:一般;D:差。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

瘦肉(牛肉或猪肉),肥肉,肠衣,水,大豆分离蛋白,变性淀粉,食盐,亚硝酸钠,磷酸盐,大蒜,味精,胡椒,抗坏血酸,蔗糖,鼠尾草,豆蔻粉,多香果等。

制冰机,斩拌机,绞肉机,灌肠机,蒸煮箱,香肠打结机,冰箱,HIITACHI307型光谱光度计,物性测色仪TA-XT,英国TA-XT2质构仪。

### 1.2 实验方法

1.2.1 产品配方 精瘦肉 0.52kg、肥膘肉 0.23kg、大豆分离蛋白 0.03kg、淀粉 0.06kg、精盐 0.02kg、白砂糖 0.008kg、抗坏血酸 0.0002kg、亚硝酸盐 0.00015kg、味精 0.03kg、胡椒粉 0.01kg、复合磷酸盐 0.03kg、豆蔻粉 0.003g、冰水 0.12kg<sup>[11]</sup>。

1.2.2 制作工艺 原料肉→切割→(预腌)→(绞肉)→斩拌→灌肠→蒸煮→冷却

斩拌过程须严格控制斩拌温度,防止肉温升高,在实践中,通常以加冰屑代替水,以维持低温<sup>[12]</sup>。

1.2.3 单因素实验确定红曲红色素与番茄酱添加量的范围 通过单因素实验确定红曲红色素和番茄酱在法兰克福肠中的添加比例,为正交实验提供准确的因素水平。表1为单因素实验中红曲红色素与番茄酱的添加量,参考相关文章总结分析后,番茄酱选取6个水平,红曲红色素选取4个水平,见表1。

表1 红曲红色素与番茄酱添加量的单因素实验

标号	1	2	3	4	5	6
番茄酱添加量(%)	0	2	6	8	12	14
红曲红色素添加量(%)	0.006	0.004	0.002	0.001		

1.2.4 添加红曲红色素与番茄酱的法兰克福肠的感官评价和色差研究 以基本配方为基础,根据单因素实验结果选定正交实验因素水平,按“1.2.2”的工艺流程加工法兰克福肠,以肠的感官指标和色差值为判断标准,采用 $L_9(3^3)$ 正交实验确定红曲红色素和番茄酱最佳添加比例。

1.2.5 pH测定 添加番茄酱为发色剂,而番茄酱口味偏酸,因此添加番茄酱可能会影响法兰克福肠pH,测定不同添加比例番茄酱的法兰克福肠酸度,根据pH选择合适的番茄酱添加比例。

1.2.6 法兰克福肠存储4℃中的颜色变化 西式香肠是一个较为复杂的生化系统,还需对其颜色的稳定性进行观察。初步确定最佳发色方案后,实验以白板为标准进行后期颜色稳定性的检测过程,将发

色最好的法兰克福肠放置在4℃的冰箱中,每隔7d测一次亮度、红度和黄度,计算色差值 $\Delta E$ 。

### 1.2.7 还原糖对法兰克福肠风味的影响

1.2.7.1 不同还原糖对法兰克福肠风味的影响 在基本配方和工艺参数不变的情况下,使用最佳发色方案,分别添加不同量的葡萄糖、木糖、壳聚糖(表2),以感官评判初步确定口味最好的还原糖。

表2 三种还原糖的添加量

水平	因素		
	葡萄糖(%)	木糖(%)	壳聚糖(%)
1	0.2	0.2	0.2
2	0.5	0.5	0.5
3	0.8	0.8	0.8

1.2.7.2 法兰克福肠TPA质构图谱解析 根据1.2.7.1选择口味最好的还原糖,对添加不同水平还原糖的法兰克福肠做TPA质构测试。TPA质构测试又被称为两次咀嚼测试(Two Bite Test),主要是通过模拟口腔的咀嚼运动,对样品进行两次压缩,测试与微机连接,通过界面输出质构测试曲线,从中可以分析质构特性参数:硬度、内聚性、耐咀性等<sup>[13-14]</sup>。本实验中,对法兰克福肠施以作用力,则其产生变形,去掉外力后,又会弹性恢复,当去掉外力时,内应力也消失。TPA模型是采用两次下压,在法兰克福肠未断裂之前,对其口感指标的部分反映,记录法兰克福肠的硬度、内聚性、耐咀性。

1.2.7.3 感官评判 为了使仪器测定的结果与人的感官评定对应起来,还应对法兰克福肠进行了口感方面评判,评判方法同1.2.6。

## 2 结果与分析

### 2.1 番茄酱和红曲红色素添加量的确定

从表3中可以看出,红曲红色素的添加范围在0.001%~0.004%左右较好,红度、亮度和黄度与标准(欧盟允许的最大量)相差最小,0.006%颜色有些过红。番茄酱添加量在4%~12%左右较好,添加了16%番茄酱的法兰克福肠在打开包装时有较浓的酸味,口感也不佳,故红曲红色素并在正交实验中添加量初步确定在0.001%~0.0005%之间;番茄酱的添加量在6%~14%之间。参考已有文献可知,亚硝酸钠的添加范围已有明确的规定,最大量不得超过150mg/kg。

### 2.2 正交实验感官评判结果和色差值

根据表3中单因素实验结果和分析,设定正交实验中红曲红色素的添加量分别为(0.001%、0.003%、0.005%)和番茄酱的添加量分别为(6%、10%、14%)较为合适。此外,由6名专业人员组成

评定小组,进行感官评定。评定指标为肠的色泽、香味和口感。评定小组对法兰克福肠的成品针对每个指标采用-3~3的7分制评分:3很好,2好,1较好,0一般,-1较差,-2差,-3极差,三个指标得分之和即为感官评价总分数,满分标准分别为颜色均匀,有光泽,无斑点;口感细嫩不发渣,咸度适中;味感协调,有肉香味<sup>[16]</sup>。分析结果如表6。

表4 添加红曲红色素与番茄酱的  
法兰克福肠发色  $L_9(3^3)$  正交实验因素水平表

水平	因素		
	A 红曲红色素(%)	B 番茄酱(%)	C 亚硝酸钠(%)
1	0.001	6	0.0001
2	0.003	10	0.0003
3	0.005	14	0.0005

表5  $L_9(3^3)$  正交实验色差值和感官评价<sup>[15]</sup>

实验号	A	B	C	$\Delta E$	感官评价
1	1	2	3	6.42	8
2	2	3	1	12.78	5
3	3	1	2	19.43	5
4	1	3	1	9.07	6
5	2	1	2	15.83	4
6	3	2	3	17.26	5
7	1	1	2	11.90	7
8	2	2	3	15.29	4
9	3	3	1	20.76	3

注:150mg/kg 亚硝酸钠对照组的香肠 L(亮度):59.06A(红度):15.65B(黄度):13.69;色差  $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ ;白板标准:X=81.49,Y=86.02,Z=90。

表6  $\Delta E$  和感官评价的极差分析

实验号	$\Delta E$			感官评价		
	A	B	C	A	B	C
$K_1$	27.39	47.16	42.61	21	16	14
$K_2$	43.90	38.97	47.16	13	17	16
$K_3$	57.45	42.61	38.97	13	14	17
$k_1$	9.13	15.72	14.20	7	5.33	4.67
$k_2$	14.63	12.99	15.72	4.33	5.67	5.33
$k_3$	19.15	14.20	12.99	4.33	4.67	5.67
R	19.77	2.73	6.16	2.33	1.33	1.00
因素主次	1	3	2	1	2	3

对决定感官色泽质量的三种食品添加剂红曲红色素、番茄酱和亚硝酸钠的添加量进行了正交实验, $\Delta E$  最小的是1号(见表6),与150mg/kg 对照组的香肠色差值最小,最为接近,所以1号发色方案最佳,结果分析(表6)表明各因素对法兰克福肠感官指标影响最大的是红曲红色素,其次是番茄酱,亚硝酸钠对法兰克福肠的感官质量影响最小,即因素重要性为红曲红色素>番茄酱>亚硝酸钠。初步结果分析得出,较好的组合为  $A_1B_2C_3$ ,即添加0.001%红曲红色素,10%番茄酱,0.0005%亚硝酸钠可使法兰克福肠的感官色泽质量达到最佳。

### 2.3 pH 测定结果

将20g的法兰克福肠和80mL的蒸馏水混合后测量pH,结果如图1。

番茄酱的添加对法兰克福肠的酸性有一定的影响,添加量为14%有些过酸(实验号2,4,9),口味不佳,而10%的添加量色泽和pH都较好,因此选择10%的添加量为最佳。

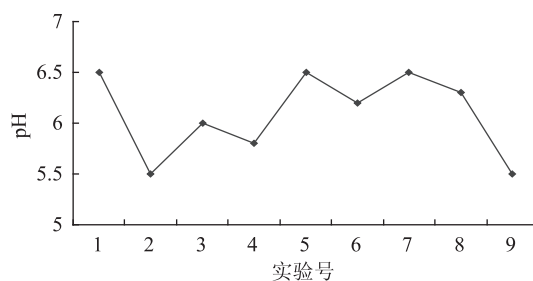


图1 法兰克福肠 pH

### 2.4 最佳方案制作的香肠存储4℃中的颜色变化结果

表7 最佳方案制作的香肠存储4℃中的颜色变化

时间(d)	L	A	B
1	60.07	13.71	15.19
	59.56	13.05	14.78
	61.23	12.90	15.36
7	60.04	13.56	15.09
	58.29	13.49	14.98
	58.77	13.17	15.06
15	59.45	13.56	15.98
	59.56	13.64	15.94
	58.98	13.61	15.77
30	60.23	13.59	15.96
	58.75	13.70	15.98
	58.48	13.56	15.88

注:白板标准:X=81.49,Y=86.02,Z=90.97。

对比表3,做色差E对时间(天数)的方差分析, $F=0.4100$ ,因为  $F_{0.05}(3,9)=3.490$ ,故  $F < (F_{0.05}, P) 0.05$ ,表明颜色并没有随着时间的变化发生显著变化,表观上亮度、红度和黄度也没有太大变化,褪色不明显,故最终确定红曲红色素0.005%、番茄酱10%、亚硝酸钠0.0005%为最佳发色方案。

### 2.5 还原糖对法兰克福肠风味影响

2.5.1 不同还原糖对法兰克福肠风味影响 在基本配方和工艺参数不变的情况下,使用最佳发色方案,分别添加不同量的葡萄糖、木糖、壳聚糖,以感官评判初步确定口味最好的还原糖。对法兰克福肠的感官评价方法:香味、多汁性采用-3~3七分制,感官总分采用十分制。

表8 感官评定

样品	指标	结果打分	总分印象
葡萄糖	香味	2	7
	多汁性	1	
木糖	香味	1	6
	多汁性	2	
壳聚糖	香味	-1	5
	多汁性	2	

经感官评判挑选出葡萄糖的法兰克福肠总体印象最好,由于在制作法兰克福肠的过程中加入的冰水量和番茄酱是一定的,因此对其多汁性没有太大的影响。初步确定葡萄糖为较好的添加糖。

2.5.2 TPA 质构图谱解析结果 表9是添加了6%、8%和10%葡萄糖的三种法兰克福肠 TPA 测试结果。根据 TPA 测试可得不同水平的葡萄糖对法兰克福肠的硬度影响不大,8%的法兰克福肠的硬度稍小于6%和10%法兰克福肠的硬度;比较法兰克福肠的内聚

性,可以看出,10%的香肠由于质构均一,分子间结合紧密,使其质构具有良好的内聚性;咀嚼力也没有较大的区别。从比较可以得出,10%葡萄糖为较好的添加量。

表9 添加不同水平葡萄糖的TPA测试结果

指标	葡萄糖(%)		
	6	8	10
硬度	3279.147	2692.788	3134.188
内聚性	0.273	0.303	0.309
咀嚼力	3795.525	2967.759	3157.168

2.5.3 添加不同水平葡萄糖的法兰克福肠感官评定  
感官评判结果如表10。由于葡萄糖不同添加量的变化对法兰克福肠的质构影响不大,所以主要以感官评价为主,判定其风味的良好。10%葡萄糖的风味最好,并与最好的发色方案相结合,其色泽和口味最佳。

表10 感官评判结果

添加量(%)	1	2	3	4	5	6	总分
10	7	8	8	6	7	6	42
8	5	7	5	6	5	7	35
6	4	5	6	8	6	5	34

### 3 讨论

本实验主要研究了红曲红色素和番茄酱与亚硝酸钠对法兰克福肠发色的影响,通过正交实验可以看到对法兰克福肠感官指标影响最大的是红曲红色素,其次是番茄酱,亚硝酸钠对法兰克福肠的感官质量影响最小。初步结果分析得出,添加0.001%红曲红色素、10%番茄酱、0.0005%亚硝酸钠可使法兰克福肠的感官色泽质量达到最佳,并且低温下在一定贮存期内西式香肠没有明显的褪色现象。还研究了添加不同种类的还原糖对法兰克福肠的风味影响,通过还原糖单因素实验结果表明,添加10%的葡萄糖法兰克福肠感官最好。

#### 参考文献

- [1] 钟耀广,南庆贤.发色剂在肉品加工中的应用[J].肉类加工,2001(11).
- [2] 毛由三,谢三星.亚硝酸盐中毒有关问题浅述[J].肉品卫生生物学报,1988,12(4):328-333.
- [3] Murakami K, Noda M. Studies on proteases from the digestive organs of sardine—purification and characterization of three alkaline proteases from the pyloric caeca [J]. Biochimica Biophysica Acta Part B, 1981, 65:17-26.
- [4] Martínez A, Gildberg A. Autolytic degradation of belly tissue in anchovy (*Engraulis encrasicolus*) [J]. International Journal of Food Science and Technology, 1989, 23:185-194.
- [5] Yetty N, Roshada H, Ahyaudin A, et al. Characterization of digestive enzymes in a carnivorous ornamental fish, the Asian bony tongue *Scleropages formosus* (*Osteoglossidae*) [J]. Aquaculture, 2004, 233:305-320.
- [6] Hidalgo M C, Urea E, Sanz A. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities [J]. Aquaculture, 1999, 170:267-283.
- [7] 尾崎久雄.鱼类消化生理[M].上海:上海科学技术出版社,1985:122-128.
- [8] 黄耀桐.草鱼肠道、肝胰脏蛋白酶活性初步研究[J].水

生,1996(2):27-29.

- [9] Yaylayan V, Haffenden L. Mechanism of pyrazole formation in [13C-2] labeled glycine model systems: N-N bond formation during Maillard reaction [J]. Food Research International, 2003, 36:571-577.
- [10] 张红梅,王静,金征宇.天然红色素在肉制品中的应用[J].中国食品工业,2004(3):50-51.
- [11] Giuseppe bee, Abbey L Anderson, et al. Lonergan, Elisabeth Huff-longergan, Rate and extent of pH decline affect proteolysis of cytoskeletal proteins and water holding capacity in pork [J]. Meat Science, 2007, 76:359-365.
- [12] 丁子章.红曲红色素在肉制品加工中的应用[J].中国食品工业,1997(8):21-22.
- [13] Pink-Gremmels, J Dresel, Letstner L. Einsatz von monascus-extrakten als nitraltalternative bei fleischerzeugnissen [J]. Fleischwirtschaft, 1991, 71:329-331.
- [14] 毛羽扬.肉类助色剂与新型发色剂在烹饪中的应用[J].中国食品,1998(6):20-21.
- [15] Yilmaz I, Simsek O, Isikli M. Fatty acid composition and quality characteristics of low-fat cooked sausages made with beef and chickens meat, tomato juice and sunflower oil [J]. Meat Sci, 2002, 62:253-258.
- [16] Sterile M, Lerfall J. Lycopene from tomato products added minced meat. Effect on storage quality and colour [J]. Food Research International, 2005, 38:925-929.
- [17] 覃红文.法兰克福肠的加工工艺[J].肉类工业,1997(9):12-13.
- [18] 李开雄,李应彪.肠生产工艺的探讨[J].石河子大学学报:自然科学版,2000,26(5):17-19.
- [19] Surrey. Stable Micro Systems [M]. England: User Manual of TA-XT2i, 2000.
- [20] 李里特.食品物性学[M].北京:中国农业出版社,2001:96-100.
- [21] 凌关庭.食品添加剂手册[M].北京:化学工业出版社.
- [22] 王钦德,杨坚.食品实验设计与统计分析[M].中国农业大学出版社,2005.

(上接第117页)

446-447.

- [10] Murakami K, Noda M. Studies on proteases from the digestive organs of sardine—purification and characterization of three alkaline proteases from the pyloric caeca [J]. Biochimica Biophysica Acta Part B, 1981, 65:17-26.
- [11] Martínez A, Gildberg A. Autolytic degradation of belly tissue in anchovy (*Engraulis encrasicolus*) [J]. International Journal of Food Science and Technology, 1989, 23:185-194.
- [12] Yetty N, Roshada H, Ahyaudin A, et al. Characterization of digestive enzymes in a carnivorous ornamental fish, the Asian bony tongue *Scleropages formosus* (*Osteoglossidae*) [J]. Aquaculture, 2004, 233:305-320.
- [13] Hidalgo M C, Urea E, Sanz A. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities [J]. Aquaculture, 1999, 170:267-283.
- [14] 尾崎久雄.鱼类消化生理[M].上海:上海科学技术出版社,1985:122-128.
- [15] 黄耀桐.草鱼肠道、肝胰脏蛋白酶活性初步研究[J].水

生生物学报,1988,12(4):328-333.

- [16] Kuzmina V V. Influence of age on digestive enzyme activity in some freshwater teleosts [J]. Aquaculture, 1996, 148:25-37.
- [17] 白东清,乔秀亭,刘刚,等.不同生长阶段鲤肠、肝胰脏蛋白酶活性研究[J].水利渔业,1999,19(3):4-6.
- [18] 倪寿文,桂远明,刘焕亮.草鱼、鲤、鲢、鳙、尼罗罗非鱼肝胰脏和肠道蛋白酶活性的初步探讨[J].动物学报,1993,39(2):160-168.
- [19] 周景祥,余涛,黄权,等.鲤鱼、黄鳝和大眼鲈消化酶活性的比较研究[J].吉林农业大学学报,2001,3(1):94-96.
- [20] 黄峰,严安生,汪小东.鲢、鳙胰蛋白酶的研究[J].水产学报,1996,20(1):63-71.
- [21] Hofer R. Protein digestion and proteolytic activity in the digestive tract of an omnivorous cyprinid [J]. Comparative Biochemistry and Physiology A, 1982, 72:55-63.
- [22] Uys W, Hecht T. Assays on the digestive enzymes of sharp-toothed catfish; *Clarias gariepinus* (pisces; Clariidae) [J]. Aquaculture, 1987, 63:341-313.