



芹菜彩色豆腐制作工艺的研究

侯利霞, 白 蕾

(河南工业大学粮油食品学院, 河南郑州 450052)

摘要:以大豆和芹菜为原料,通过改变芹菜汁的添加量、芹菜汁的 pH、凝固剂的添加量和凝固温度进行单因素实验,再通过正交实验确定最佳工艺条件。结果表明,当凝固剂的添加量为 0.26%、芹菜汁的添加量为每 200mL 豆浆中加入 58mL、芹菜汁的 pH 为 6.5、凝固温度为 80℃ 时,芹菜彩色豆腐的硬度最大,色泽鲜艳(Y6.6B2.4),并且兼具有大豆、芹菜的香味。

关键词:彩色豆腐,芹菜,凝固剂

Study on production technology of colored celery juice-bearing bean curd

HOU Li-xia, BAI Lei

(School of Food Science, Henan University of Technology, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: Using peanuts and soybeans as raw materials, calcium sulfate as the coagulant, the optimal preparing parameters of colored celery juice-bearing bean curd were studied through the single-factor trials and the orthogonal design. The results indicated the optimal preparing parameters were as follows: the amount of celery juice was 58mL, the pH of celery juice was 6.5, the amount of coagulant was 0.26%, and coagulation temperature was 80℃. The product had the highest hardness (458.0N), the bright color (Y6.6B2.4), and had the flavor of both the soybean and the celery.

Key words: colored bean curd; celery; coagulant

中图分类号: TS214.2

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2009)07-0260-03

豆腐作为中国特有的食品,营养丰富,富含蛋白质及维生素、矿物质等,在我国已有两千多年的加工历史,深受广大群众喜爱,畅销不衰。但传统豆腐以大豆为原料,口味与色泽单一。一些研究者报道了蔬菜豆腐的制作工艺:邹华雄等进行了蔬菜内酯豆腐的研制^[1];马莺等^[2]研究了胡萝卜内酯豆腐的生产工艺;杨具田等^[3]研究了将胡萝卜汁发酵作为凝固剂,制作胡萝卜豆腐的工艺;汤凯洁等^[4]进行了用蔬菜汁包括西红柿汁、胡萝卜汁等为凝固剂生产蔬菜豆腐的工艺研究;还有一些研究者研究了彩色豆腐与花色豆腐的制作^[5-7]。芹菜含有丰富的钙、磷、β-胡萝卜素、维生素 C 等,但是关于芹菜豆腐的研究还没见报道。本研究利用单因素实验与正交实验的方法来确定芹菜豆腐的最佳工艺条件,制作出营养丰富、色泽诱人的芹菜豆腐。

1 材料与方法

1.1 实验材料

市售普通东北黄豆 要求颗粒饱满,无霉变,无虫蛀;市售新鲜芹菜 要求新鲜,无病斑。

1.2 实验方法

1.2.1 工艺流程 选豆→清洗→磨浆→过滤→煮浆→混料(加入榨取的果菜汁)→点浆→加热凝固→挤水制腐→成品

1.2.2 操作要点 大豆在水温 8~10℃ 下浸泡 12h,加 5~8 倍的水磨细,煮沸一定时间,煮浆后必须迅速与芹菜汁混合均匀,然后加入凝固剂混匀,保温下倒浆于自制豆腐磨具中,挤压凝固成型。

1.2.3 豆腐品质感官评价 采用感官剖面法和评分结合评价制品外观、口感、风味等方面的内容。

1.2.4 豆腐质构的测定 利用 TA.XT2i 型物性测试仪(英国 SMS 公司)进行测定。测定模式:TPA 模式穿透性测试;探头:圆柱型探头,直径 10mm;测试速度:10mm/min;起点感应力:2g;变形率:60%;压缩次数:2 次;两次压缩时间间隔为 0.5s。

1.2.5 色泽的测定 采用罗维朋比色法测定。

2 结果与分析

2.1 芹菜汁添加量的确定

菜汁量少,不易使豆腐着色;相反,菜汁过多则会产生菜青味,使风味变坏。分别在 200mL 豆浆中添加 50、55、60、65、70mL 芹菜汁,将芹菜汁的 pH 定为 6.5,加入 0.2% 的凝固剂,在 85℃ 下凝固成型豆腐。芹菜汁添加量对芹菜豆腐感官指标的影响见表 1。

收稿日期:2008-10-06

作者简介:侯利霞(1969-),女,博士,副教授,研究方向:粮食、油脂与植物蛋白工程。

表1 芹菜汁添加量与芹菜豆腐感官品质的关系

| 芹菜汁添加量(mL) | 凝固效果 | 质地 | 色泽 | 口味 |
|------------|--------|-----|-----|-----------------|
| 50 | 较好,弹性强 | 较细嫩 | 淡绿色 | 有芹菜味,豆味较重,口感较好 |
| 55 | 较好,弹性强 | 细嫩 | 淡绿色 | 淡芹菜味,豆香味浓,口感好 |
| 60 | 较好,弹性强 | 细嫩 | 淡绿色 | 淡芹菜香味,豆味香,口感佳 |
| 65 | 较好,弹性强 | 较细嫩 | 绿色 | 芹菜味较浓,豆味较淡,口感较差 |
| 70 | 较好,弹性强 | 较细嫩 | 绿色 | 芹菜味浓,豆味淡,口感差 |

表2 凝固剂添加量与芹菜豆腐感官品质的关系

| 凝固剂添加量(%) | 组织结构 | 凝固效果 | 色泽 | 口味 |
|-----------|---------|--------|-----|-----------------|
| 0.2 | 较好,黄浆水少 | 细嫩,均匀 | 淡绿色 | 无渣感,质软,口感好,无酸味 |
| 0.3 | 好,无黄浆水 | 较细嫩,均匀 | 淡绿色 | 轻微渣感,质软,口感较好,微酸 |
| 0.4 | 差,黄浆水多 | 粗糙,米渣状 | 淡绿色 | 有渣感,质较硬,酸涩,口感差 |

表3 芹菜汁的pH与芹菜豆腐感官品质的关系

| 芹菜汁的pH | 凝固效果 | 质地 | 色泽 | 口味 |
|--------|---------|------|-----|----------------|
| 5.0 | 好,弹性较好 | 软嫩松散 | 淡绿色 | 豆味和芹菜味都适中,口感差 |
| 5.5 | 较好,弹性较好 | 较软 | 淡绿色 | 豆味浓,芹菜味适中,口感差 |
| 6.0 | 较好,弹性好 | 较细嫩 | 淡绿色 | 豆香味与芹菜味都适中,口感好 |
| 6.5 | 好,弹性好 | 细嫩 | 淡绿色 | 豆香味浓,芹菜味适中,口感佳 |
| 7.0 | 好,弹性好 | 粗糙 | 淡绿色 | 豆香味与芹菜味适中,口感不好 |

表4 凝固温度与芹菜豆腐感官品质的关系

| 凝固温度(℃) | 凝固效果 | 质地 | 色泽 | 口味 |
|---------|--------------|----|-----|-----------|
| 70 | 较差,凝固慢,少量黄浆水 | 松软 | 淡绿色 | 无质感,松散口感差 |
| 80 | 较好,凝固快,无黄浆水 | 细嫩 | 淡绿色 | 质软细嫩,口感较好 |
| 90 | 好,凝固快,无黄浆水 | 细嫩 | 淡绿色 | 质较硬口感好 |

由表1可知,芹菜汁的添加量主要影响口味和色泽。添加量为50mL时,芹菜豆腐的芹菜味过淡,且颜色也比较浅;而添加量为65~70mL时,芹菜豆腐的颜色太重,豆味差,口感不好;添加55mL芹菜汁时,豆香味最浓。

2.2 凝固剂添加量的确定

在每200mL豆浆中加入55mL芹菜汁,并调整芹菜汁的pH为6.5,分别加入0.2%、0.3%、0.4%的凝固剂,在加热到85℃时凝固成型。凝固剂添加量对芹菜豆腐感官指标的影响见表2。

由表2可知,随着凝固剂用量的增大,凝固效果、组织结构也会变差。凝固剂用量大,一方面增加成本,另一方面会使豆腐酸味增强,口感变差,同时有粗糙感。所以综上所述,凝固剂的用量控制在0.2%~0.3%之间为宜。

2.3 芹菜汁pH的确定

在每200mL豆浆中加入55mL的芹菜汁,将芹菜汁的pH分别调整为5.0、5.5、6.0、6.5、7.0,加入0.2%的凝固剂,85℃下成型豆腐。芹菜汁的pH对芹菜豆腐感官指标的影响见表3。

由表3可知,芹菜汁的pH对芹菜豆腐的色泽和凝固效果的影响不大,主要影响质地和口味。调节芹菜汁pH为6.0~6.5,这样的产品质地细嫩,有光泽,弹性好,且产量较高。因为菜汁的pH<6时,彩色豆腐凝固慢,且不全,产品质地过于软嫩松散;pH>6.5时,产品质地粗硬易断,表面粗糙。所以,选择pH6.5作为芹菜汁的pH。

2.4 凝固温度的确定

在200mL的豆浆中加入pH为6.5的芹菜汁

55mL,再加入0.2%的凝固剂,然后将凝固温度分别控制在70、80、90℃成型豆腐。凝固温度对芹菜豆腐感官指标的影响见表4。

由表4可知,凝固温度对色泽的影响不大,对凝固效果、质地、口感都有影响,在70℃时,凝固慢,质地、口感都较差;80℃时,口感一般,但凝固较快,所以选择80~90℃作为凝固温度。

2.5 芹菜豆腐制作工艺参数的优选

综合上述实验结果可知,芹菜汁添加量、芹菜汁的pH、凝固剂添加量、凝固温度是影响豆腐品质的主要因素,本实验选用 $L_9(3^4)$ 正交实验,以硬度作为评价指标,对上述因素进行进一步优化。因素水平设计见表5,结果见表6。

表5 因素水平设计表

| 水平 | 因素 | | | |
|----|--------------|-------------|----------|-----------|
| | A 芹菜汁添加量(mL) | B 凝固剂添加量(%) | C 芹菜汁的pH | D 凝固温度(℃) |
| 1 | 55 | 0.22 | 6.3 | 80 |
| 2 | 56 | 0.24 | 6.5 | 85 |
| 3 | 58 | 0.26 | 6.7 | 90 |

由表6看出,影响芹菜彩色豆腐硬度的主要因素为凝固剂的添加量,其次分别是芹菜汁的pH、芹菜汁的添加量、凝固温度。优选方案为 $A_3B_3C_2D_2$,即当凝固剂的添加量为0.26%、芹菜汁的添加量为每200mL豆浆中加入58mL、芹菜汁的pH为6.5、凝固温度为85℃时,芹菜彩色豆腐的硬度最大,色泽鲜艳。

(下转第272页)

感官评分、系水力和剪切力三个测试指标得出最佳组合为 A₂B₂C₄D₃, 即几种添加物的最佳配比为食盐 1.5%、大豆分离蛋白 3.0%、卡拉胶 0.4%、复合磷酸盐 0.03%。

表6 因素水平表

| 水平 | 因素 | | | |
|----|----------|--------------|-----------|-------------|
| | A 食盐 (%) | B 大豆分离蛋白 (%) | C 卡拉胶 (%) | D 复合磷酸盐 (%) |
| 1 | 1.0 | 2.0 | 0.1 | 0.01 |
| 2 | 1.5 | 3.0 | 0.2 | 0.02 |
| 3 | 2.0 | 4.0 | 0.3 | 0.03 |
| 4 | 2.5 | 5.0 | 0.4 | 0.04 |

由方差分析可知,各因素的 F 值均不显著,这可能是由于误差自由度过小,分析的灵敏度不高的缘故;加之这种分析方法的误差实际上是由空列来估计的,有时空列并不空,而是包含了一些互作效应,所以误差平方和较大,从而使因素的效应达不到显著水平^[8]。

3 结论与讨论

食盐、大豆分离蛋白、卡拉胶和复合磷酸盐对乳化香肠品质均有一定影响,几种添加物的最适添加量分别为食盐 1.5%、大豆分离蛋白 3.0%、卡拉胶 0.4%、复合磷酸盐 0.03%。

食盐除了调味功用之外,对肌肉中盐溶性蛋白质有萃取功能,如果食盐用量太少,则无法抽取足够的盐溶性蛋白质,脂肪与水分、蛋白质的结合会发生问题,导致系水力下降,品质变差^[9]。

大豆分离蛋白具有结合脂肪和水的能力,并与盐溶性蛋白形成稳定的乳化系统,在保持成品质量不变的前提下,能减少淀粉等物料添加量,降低瘦肉比率,提高产品质地。乳化香肠中加入大豆分离蛋白,还可提高肉类中水分和脂肪的固着力,并与淀粉凝结在一起,增强乳化作用^[10]。

卡拉胶具有可溶性膳食纤维的基本特性,浓度低时形成低粘度的溶胶,接近牛顿流体,浓度升高形成高粘度溶胶,则呈非牛顿流体。卡拉胶具有很好

的胶凝作用,能稳定脂肪,增加质感,使产品滑腻^[11]。

复合磷酸盐能提高乳化香肠的保水性、增加嫩度、提高粘接力、防止脂肪氧化。同时,复合磷酸盐能改变大豆分离蛋白特性,强化大豆分离蛋白的功能^[12]。

参考文献

- [1] Worawan Panpipat, Jirawat Yongsawatdigul. Stability of potassium iodide and omega-3 fatty acids in fortified freshwater fish emulsion sausage [J]. Food Science and Technology, 2008, 41 (3): 483~492.
- [2] D H N Sadler, O A Young. The effect of preheated tendon as a lean meat replacement on the properties of fine emulsion sausages [J]. Meat Science, 1993, 35 (2): 259~268.
- [3] 戴瑞彤, 吴国强. 乳化型香肠生产原理和常见问题分析 [J]. 食品工业科技, 2000, 21 (5): 21~23.
- [4] Wirth F, 吕革. 乳化型香肠—持水性、脂肪结合和质地的形成 [J]. 肉类工业, 1993 (6): 12~18.
- [5] 胡铁军, 闫革华, 邹尔新, 等. 全牛肉乳化香肠的研制 [J]. 肉类工业, 2000 (11): 29~33.
- [6] 葛长荣, 马美湖. 肉与肉制品工艺学 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2002, 1.
- [7] 马美湖. 动物性食品加工学 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003, 1.
- [8] 王钦德, 杨坚. 食品实验设计与统计分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002, 5.
- [9] 张君丽, 车志敏, 王会娟. 食盐、磷酸盐及卡拉胶对蒸煮猪肉香肠冻融稳定性的影响 [J]. 肉类工业, 2004 (3): 26~28.
- [10] 肖怀秋, 李玉珍, 兰立新. 大豆分离蛋白在肉制品加工中的应用 [J]. 肉类工业, 2007 (10): 33~36.
- [11] 程春梅. 淀粉、大豆分离蛋白和卡拉胶在肉制品加工中的应用 [J]. 肉类研究, 2007 (9): 30~31.
- [12] 孙健, 徐幸莲, 周光宏, 等. 转谷氨酰胺酶、复合磷酸盐、卡拉胶、酪蛋白对鸡肉肉质硬度的影响 [J]. 食品科学, 2005, 26 (5): 37~40.

(上接第 261 页)

表6 正交实验结果

| 实验号 | A | B | C | D | 硬度(N) | 色泽 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 309.8 | Y3.4B2.1 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 261.8 | Y4.4B2.0 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 311.5 | Y23.3B2.0 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 382.8 | Y5.6B2.0 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 1 | 184.1 | Y4.5B2.0 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 2 | 458.0 | Y7.5B2.2 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 2 | 329.3 | Y6.4B2.4 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 3 | 330.6 | Y6.4B2.6 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 1 | 498.5 | Y6.6B2.4 |
| k ₁ | 294.4 | 340.6 | 366.1 | 330.8 | | |
| k ₂ | 341.6 | 258.8 | 381.0 | 349.7 | | |
| k ₃ | 386.1 | 422.7 | 275.0 | 341.6 | | |
| R | 91.7 | 163.9 | 106 | 18.9 | | |

注: Y、B 分别代表所用的标准颜色色阶玻璃片为黄色、蓝色。

参考文献

- [1] 邹华雄, 曾凡骏, 康毅, 等. 各种花色内酯豆腐的研制 [J]. 食品科学, 1996, 17 (2): 72~74.
- [2] 马莺, 于丽娟, 蔡春光, 等. 胡萝卜豆腐研究 [J]. 粮油食品科技, 1999, 7 (4): 14~15.
- [3] 杨具田, 臧荣鑫, 卢建雄, 等. 胡萝卜豆腐工艺及其凝固剂研究 [J]. 食品科技, 2002 (2): 22~23.
- [4] 汤凯洁, 张凤英, 侯英梅. 用蔬菜汁生产豆腐的工艺研究 [J]. 江西农业大学学报(自然科学版), 2002, 24 (4): 487~488.
- [5] 邓凤香, 陈建欣, 张昕. 绿色豆腐的研制 [J]. 吉林粮食高等专科学校学报, 2000 (1): 231~234.
- [6] 王亮, 张愨, 王蓉. 3 种天然彩色豆腐的加工工艺 [J]. 无锡轻工大学学报, 2002, 21 (3): 204~208.
- [7] 孙培龙, 周峙苗, 等. 花色豆腐的研制 [J]. 食品科技, 2001 (4): 18~20.