

# 滚揉腌制条件对猪肉加工特性的影响

杨勇胜<sup>1</sup>, 彭增起<sup>2</sup>

(1. 金陵科技学院动物科技学院, 江苏南京 210038) (2. 南京农业大学食品科技学院, 江苏南京 210095)

**摘要:** 研究了滚揉时间和食盐浓度, 滚揉时间和焦磷酸盐 (PP) 浓度以及 PP、三聚磷酸盐 (TPP)、六偏磷酸盐 (HMP) 和滚揉时间对肉块腌制液吸收保留和蒸煮得率的影响。以猪里脊肉为研究材料, 垂直于肌纤维方向切成 2 cm 肉块和腌制液混合滚揉腌制, 研究不同处理条件下, 腌制液吸收百分比、腌制液吸收率、腌制液保留量、腌制液保留百分比及蒸煮得率的变化情况。试验结果表明, 随着滚揉时间、食盐浓度和 PP 浓度增加, 腌制液吸收百分比逐渐增加, 分别达到了 38.7% 和 38.2%, 但腌制液吸收率在滚揉 2 h 内是较大的, 随着滚揉时间的延长逐渐减小。不同磷酸盐都提高了腌制液吸收百分比和腌制液保留量, 它们对腌制液吸收百分比和保留量的影响效益顺序是: PP>TPP>HMP。除了空白处理组外, 随着滚揉时间、食盐浓度和 PP 浓度的增加, 蒸煮得率逐渐增加, 分别达到了 94.6% 和 113.5%。不同磷酸盐都提高了滚揉腌制肉块的蒸煮得率, 它们对蒸煮得率的影响效益顺序是 PP>TPP>HMP。随着滚揉时间的延长, 蒸煮得率分别达到了 106.7%、102.5%、88.2%。

**关键词:** 滚揉; 腌制条件; 加工特性

文章编号: 1673-9078(2012)10-1386-1390

## Effects of Tumbling Marination Conditions on Processing Characteristic of Pork Meat

YANG Yong-sheng, PENG Zeng-qi

(1. College of Animal Science and Technology, Jinling Institute of Technology, Nanjing 210038, China)

(2. College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

**Abstract:** In this experiment, the effects of tumbling time and salt or PP concentration in marinade, different phosphate (PP TPP HMP) and tumbling time on marinade absorption and retention in meat slice and cooking yield of meat slice were studied. Using pork longissimus dorsi as materials, the meat was cut to 2cm slice at vertical muscle fiber. Then tumbled with marinade, the variety of marinade absorption, rate of marinade absorption, marinade retention, percentage of marinade retention were investigated under different conditions. The result in experiment indicated: marinade absorption gradually improved, respectively arrive at 38.7% and 38.2% along with the tumbling time salt and PP concentration increasing, but rate of marinade absorption was superior during the tumbling time of 2 h. gradually decreased along with the time extending. Different phosphate all improved the marinade absorption, marinade retention, the influence sequence of different phosphate was PP > TPP > HMP. Except for control group, cooking yield gradually improved along with the tumbling time salt and PP concentration increasing, arriving at 94.6% and 113.5%, respectively. Different phosphate all improved the cooking yield of tumbled meat, the influence sequence of different phosphate was PP > TPP > HMP. Cooking yield reached 106.7%, 102.5% and 88.2% along with the tumbling time extending.

**Key words:** tumbling; marination; processing characteristic

通过滚揉腌制使得腌制液中的功能成分及风味成分和肌肉结合是肉制品加工中非常普遍使用的一项技术。由于滚揉过程中的机械作用和肌肉的水分吸收使得蒸煮后的产品不仅风味上得到改善, 而且嫩度和蒸煮得率也得到了大大的提高<sup>[1]</sup>。袁玉超等人研究表明: 滚揉是一种动态过程, 滚揉时间短, 腌制液不能充分吸收, 随着滚揉时间的延长, 腌制液逐渐被吸收, 猪里脊肉出品率和感官质量会逐渐提高, 当滚揉腌制过

收稿日期: 2012-06-23

作者简介: 杨勇胜 (1980-), 男, 硕士, 讲师, 研究方向: 畜产品加工

度超过 11 h, 出品率略有提高, 感官质量下降<sup>[2-3]</sup>。大多数商业生产中使用的腌制液溶液包含多聚磷酸盐, 尤其是焦磷酸盐 (PP) 和三聚磷酸盐 (TPP)。以前的研究证明, 肉制品加工中的磷酸盐具有多种功能特性, 比如, 提高产品保水性, 减小蒸煮损失和提高感官评分<sup>[4-5]</sup>。磷酸盐增加肉制品中水分的保留能力主要是通过静电斥力引起肌肉纤维膨胀, 这样允许更多的水分固定在肌原纤维空间结构中<sup>[6]</sup>。Fronting 和 Sackett 在他的研究中比较了 PP、TPP 和六偏磷酸盐 (HMP) 对蒸煮得率、机械硬度和感官特性的影响, 他主要是

用这些磷酸盐腌制液注射到火鸡胸肉中来研究的。试验结果表明,肌肉保水性显著增加,作者把这些归因于磷酸盐增加了肌原纤维蛋白的提取能力,作者同时发现蒸煮后的火鸡肉感官特性也普遍提高<sup>[7]</sup>。

由于本次试验中运用切片的猪里脊肉作为研究对象,因此不需要注射腌制液,加上机械滚揉的应用,促进腌制液的吸收应该是足够的。到目前为止,关于滚揉过程中含有各种食盐和磷酸盐的腌制液在猪肉中的吸收和保留的过程还不是很清楚。所以,本研究的目的主要是确定滚揉时间以及腌制液中的食盐和磷酸盐对腌制液吸收特性,切片猪里脊肉蒸煮得率的影响。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 试验材料和试剂

新鲜的猪里脊肉(宰后 24 h),购于苏食食品有限公司,剔去脂肪和结缔组织,垂直于肉的肌纤维方向切成 2 cm 厚的小块,然后放入 -18 °C 冷库冻结,使用之前,肉块在 4 °C 冰箱中解冻 24 h;食盐 磷酸盐 分析纯。

#### 1.1.2 试验仪器和设备

真空滚揉机 杭州凯立食品机械公司; 0~4 °C 冷库; BS-210S 电子天平 北京奥多利斯系统有限公司; JA2003 电子天平 上海天平仪器厂; HH-42 快速恒温数显水箱 常州国华电器有限公司。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 试验设计方法

研究食盐浓度和滚揉时间对腌制液吸收保持特性影响时:采用 4×5 两因素试验设计,腌制液中食盐浓度(1%、2%、4%、6%),滚揉时间(1 h、2 h、4 h、6 h、8 h);研究 PP 浓度和滚揉时间对腌制液吸收保持影响时:采用 4×5 两因素试验设计,腌制液中 PP 浓度(0.5%、1.0%、1.5%、2.0%),滚揉时间(1 h、2 h、4 h、6 h、8 h);研究 PP、TPP、HMP 和滚揉时间对腌制液吸收保持特性影响时:采用 3×5 两因素试验设计,磷酸盐种类(PP、TPP、HMP),滚揉时间(1 h、2 h、4 h、6 h、8 h)。以不添加食盐、磷酸盐的仅水腌制的处理组(1 h、2 h、4 h、6 h、8 h)作为空白对照组。

#### 1.2.2 腌制液吸收测定方法

根据试验设计要求,用水将食盐或磷酸盐溶解,在 0~4 °C 下冷却备用,空白对照处理中仅用水滚揉腌制。肉块在滚揉腌制之前,在 0~4 °C 温度下解冻 24 h,并记录解冻后肉块的重量,解冻结束后按照肉重 40% 加入腌制液,放入滚揉机进行滚揉,滚揉机温度控制

在 0~4 °C,滚揉机转速 11 rpm,一个滚揉周期中滚揉 20 min,停止 10 min,如此往复进行,总的滚揉时间按照试验设计要求确定。滚揉结束后,将肉块放在不锈钢筛网上静置沥水 5 min,并称重记录。腌制液吸收百分比(MA)按照下面的公式进行计算:

$$MA(\%) = \frac{\text{肉块腌制后质量} - \text{肉块腌制前质量}}{\text{肉块腌制前质量}} \times 100\%$$

注:MA 的单位是 g/100 g 肉。

腌制液吸收率(RMA)是指单位时间内腌制液的吸收百分比,单位是 g/100g·h。

沥干后的肉块放入干净的自封袋中放入 0~4 °C 冷库中放置 24 h 平衡肌肉中吸收的腌制液,再一次将肉块拿出放入不锈钢网上静置沥干 5 min,并称重记录。腌制液保留量(MR)按照下面的公式计算:

$$MR(\%) = \frac{\text{肉块平衡24h后质量} - \text{肉块腌制前质量}}{\text{肉块腌制前质量}} \times 100\%$$

MR 的单位是 g/100g 肉。

腌制液保留百分比(PMR)是指原先吸收的 100 g 腌制液经过 24 h 平衡后剩下的数量,单位是 g/100 g 吸收的腌制液。

#### 1.2.3 滚揉腌制后肉块蒸煮得率测定方法

将平衡结束的肉块记录下重量,用高温蒸煮袋包装放入 78 °C 水浴锅中蒸煮 20 min,然后迅速用流水冷却到室温,用吸收纸吸干表面水分并称重,蒸煮得率按下面公式进行计算:

$$\text{蒸煮得率}(\%) = \frac{\text{肉块蒸煮后质量}}{\text{肉块腌制前质量}} \times 100\%$$

## 2 结果与分析

### 2.1 食盐浓度对滚揉腌制肉块腌制液吸收的影响

表 1 食盐浓度对不同滚揉时间下肉块腌制液吸收百分比的影响 (10<sup>-2</sup> g/g)

Table 1 The effect of salt concentration on marinade absorption in meat slice as a function of tumble time

| 滚揉<br>时间/h | 食盐浓度/% |      |      |      |      |
|------------|--------|------|------|------|------|
|            | 0      | 1    | 2    | 4    | 6    |
| 1          | 8.5    | 14.5 | 15.2 | 15.8 | 16.1 |
| 2          | 13.5   | 25.2 | 26.1 | 27.8 | 28.6 |
| 4          | 16.3   | 29.8 | 30.2 | 32.1 | 34.3 |
| 6          | 18.1   | 33.1 | 33.9 | 34.9 | 37.5 |
| 8          | 18.9   | 34.4 | 36.3 | 37.3 | 38.7 |

从表 1、2 可知,肉块中腌制液的吸收是以时间为自变量的因变量,随着滚揉时间的延长,腌制液吸收百分比逐渐增加,以食盐浓度为 2% 的腌制液为例,滚揉 1 h 后的腌制液吸收率为 15.2%,当滚揉 8 h 后,

腌制液吸收率增加到 36.3%；另外随着腌制液中食盐浓度的增加，滚揉后肉块的腌制液吸收百分比也是逐渐增加的。以滚揉 8h 后的肉块为例，当腌制液中食盐浓度为 0% 时，腌制液吸收百分比是 18.9%，随着食盐浓度增加，当食盐浓度为 6% 时，腌制液吸收百分比为 38.7%。腌制液吸收率在滚揉开始的 2 h 是比较大的，随后逐渐变小，以食盐浓度为 2% 的处理组为例，滚揉 1 h 后腌制液吸收率为 15.2 g/100 g·h，1~2 h 时间间隔内腌制液吸收率为 10.9 g/100 g·h，6~8 h 的时间间隔内腌制液吸收率为 2.4 g/100 g·h，随着滚揉时间的延长，腌制液吸收率越来越低。

表 2 食盐浓度对不同滚揉时间下肉块腌制液吸收率的影响 (10<sup>-2</sup> g/g·h)

Table 2 The effect of salt concentration on rate of marinade absorption in meat slice as a function of tumble time

| 滚揉时间/h | 食盐浓度/%            |      |      |      |      |
|--------|-------------------|------|------|------|------|
|        | 0                 | 1    | 2    | 4    | 6    |
|        | 腌制液吸收率 (g/100g·h) |      |      |      |      |
| 0~1    | 8.5               | 14.5 | 15.2 | 15.8 | 16.1 |
| 1~2    | 5                 | 10.7 | 10.9 | 12   | 12.5 |
| 2~4    | 1.4               | 2.3  | 4.1  | 4.3  | 5.7  |
| 4~6    | 0.9               | 1.65 | 3.7  | 2.8  | 3.2  |
| 6~8    | 0.4               | 0.65 | 2.4  | 2.4  | 1.2  |

2.2 PP 浓度对滚揉腌制肉块腌制液吸收的影响

表 3 PP 浓度对不同滚揉时间下肉块腌制液吸收百分比的影响 (10<sup>-2</sup> g/g)

Table 3 The effect of PP concentration on marinade absorption in meat slice as a function of tumble time

| 滚揉时间/h | PP 浓度/% |      |      |      |      |
|--------|---------|------|------|------|------|
|        | 0       | 0.5  | 1.0  | 1.5  | 2.0  |
| 1      | 8.5     | 15.5 | 16.3 | 16.4 | 17.9 |
| 2      | 13.5    | 25.3 | 26.3 | 26.5 | 28.9 |
| 4      | 16.3    | 30.2 | 31.4 | 32.9 | 34.4 |
| 6      | 18.1    | 33.3 | 33.6 | 36.2 | 36.5 |
| 8      | 18.9    | 34.6 | 34.9 | 38.2 | 38.2 |

由表 3、4 可知，随着滚揉时间和 PP 浓度的增加，腌制液吸收百分比逐渐增加。以滚揉 4 h 后处理组为例，空白对照组中腌制液吸收百分比为 16.3%，当 PP 浓度增加到 1.5%，腌制液吸收百分比增加到 32.9%。以 PP 浓度为 1.5% 的处理组为例，滚揉 1 h 后腌制液吸收百分比是 16.4%，滚揉 8 h 后腌制液吸收百分比增加到 38.2%。腌制液吸收率变化趋势和食盐浓度对腌制液吸收百分比的影响相似，在滚揉开始的 2 h 内腌制液吸收率比较大，随着滚揉时间的延长，腌制液吸收率逐渐减小，以 PP 浓度为 1.5% 的处理组为例，1

h 后腌制液吸收率为 16.4 g/100 g·h，1~2 h 时间间隔内腌制液吸收率为 10.1 g/100 g·h，6~8 h 时间间隔内腌制液吸收率为 1 g/100 g·h。随着滚揉时间的延长，腌制液的吸收率是逐渐降低的。

表 4 PP 浓度对不同滚揉时间下肉块腌制液吸收率的影响 (10<sup>-2</sup> g/g·h)

Table 4 The effect of PP concentration on rate of marinade absorption in meat slice as a function of tumble time

| 滚揉时间/h | PP 浓度/% |      |      |      |      |
|--------|---------|------|------|------|------|
|        | 0       | 0.5  | 1.0  | 1.5  | 2.0  |
| 0~1    | 8.5     | 15.5 | 16.3 | 16.4 | 17.9 |
| 1~2    | 5       | 9.8  | 10   | 10.1 | 11   |
| 2~4    | 1.4     | 2.45 | 2.55 | 3.2  | 2.75 |
| 4~6    | 0.9     | 1.55 | 1.1  | 1.65 | 1.05 |
| 6~8    | 0.4     | 0.65 | 0.65 | 1    | 0.85 |

2.3 不同磷酸盐对滚揉腌制肉块腌制液吸收和保留的影响

表 5 不同磷酸盐对不同滚揉时间下肉块腌制液吸收百分比的影响 (10<sup>-2</sup> g/g)

Table 5 The effect of different phosphate on marinade absorption in meat slice as a function of tumble time

| 滚揉时间/h | 磷酸盐类型   |      |      |      |
|--------|---------|------|------|------|
|        | control | PP   | TPP  | HMP  |
| 1      | 8.5     | 16.4 | 15   | 13.5 |
| 2      | 13.5    | 26.5 | 24.6 | 22.5 |
| 4      | 16.3    | 32.9 | 29.7 | 27.3 |
| 6      | 18.1    | 36.2 | 31.9 | 29.2 |
| 8      | 18.9    | 38.2 | 33.3 | 30.2 |

表 6 不同磷酸盐对不同滚揉时间下肉块腌制液吸收率的影响 (10<sup>-2</sup> g/g·h)

Table 6 The effect of different phosphate on rate of marinade absorption in meat slice as a function of tumble time

| 滚揉时间/h | 磷酸盐类型   |      |      |      |
|--------|---------|------|------|------|
|        | control | PP   | TPP  | HMP  |
| 0~1    | 8.5     | 16.4 | 15.5 | 11.3 |
| 1~2    | 5       | 10.1 | 9.6  | 9    |
| 2~4    | 1.4     | 3.2  | 2.55 | 2.4  |
| 4~6    | 0.9     | 1.65 | 1.1  | 0.95 |
| 6~8    | 0.4     | 1    | 0.7  | 0.5  |

从表 5、6 可以发现，和空白对照组相比，PP、TPP、HMP 都提高了腌制液的吸收百分比。以滚揉 4 h 后的处理组为例，他们的腌制液吸收百分比分别是 16.3%、32.9%、29.7%、27.3%。它们对腌制液吸收百分比的影响效益顺序是：PP>TPP>HMP。同样地，磷酸盐对腌制液吸收率的影响和对腌制液吸收百分比



的影响相似,和空白对照相比提高腌制液吸收率,以滚揉6~8 h的处理组为例,它们的腌制液吸收率分别是0.4 g/100 g·h、1 g/100 g·h、0.7 g/100 g·h、0.5 g/100 g·h,它们对腌制液吸收率的影响顺序是:PP>TPP>HMP。同时还发现,随着滚揉时间的延长,腌制液吸收百分比逐渐增加,以HMP处理组为例,当滚揉时间是1 h、2 h、4 h、6 h、8 h时,腌制液吸收百分比分别是13.5%、22.5%、27.3%、29.2%、30.2%。同样地,在开始滚揉的2 h内,腌制液吸收率比较大,以后逐渐降低,以HMP处理组为例,在0~1、1~2滚揉时间间隔内,腌制液吸收率分别是11.3 g/100 g·h和9 g/100 g·h,而在2~4、4~6、6~8滚揉时间间隔内,腌制液吸收率分别是2.4 g/100 g·h、0.95 g/100 g·h、0.5 g/100 g·h。

表7 不同磷酸盐对不同滚揉时间下肉块腌制液保留百分比的影响 (10<sup>-2</sup> g/g)

Table 7 The effect of different phosphate on marinade retention in meat slice as a function of tumble time

| 滚揉<br>时间/h                                      | 磷酸盐类型   |       |       |       |
|---|---------|-------|-------|-------|
|   | control | PP    | TPP   | HMP   |
| 1   | 2.7     | 10.8  | 9.0   | 6.7   |
| 2   | 3.9     | 17.2  | 15.3  | 11.4  |
| 4   | 4.6     | 23.6  | 17.5  | 18.4  |
| 6   | 5.4     | 24.8  | 19.6  | 14.9  |
| 8   | 6.1     | 26.9  | 20.8  | 14.7  |
| 腌制液保留百分比(被保留的腌制液量 10 <sup>-2</sup> g/g 吸收的腌制液量) |         |       |       |       |
| 1   | 31.76   | 65.79 | 59.76 | 49.73 |
| 2   | 28.89   | 64.92 | 62.39 | 50.82 |
| 4   | 28.22   | 71.73 | 58.92 | 67.34 |
| 6   | 29.83   | 68.59 | 61.59 | 51.09 |
| 8   | 32.28   | 70.54 | 62.37 | 48.67 |

由表7可知,和空白对照组相比,PP、TPP、HMP都提高了腌制液保留量。以滚揉6 h处理组为例,它们的腌制液保留量分别是6.1、26.9、20.8、14.7。它们对腌制液保留量的影响效益顺序是:PP>TPP>HMP。除了HMP以外,随着滚揉时间的延长,腌制液保留量逐渐增加。和空白对照组相比,PP、TPP、HMP都提高了腌制液的保留百分比,它们对腌制液保留百分比的影响效益顺序是:PP>TPP>HMP。

2.4 食盐和PP浓度对滚揉腌制肉块蒸煮得率的影响

从表8可知,和空白对照组相比,腌制液中食盐浓度显著提高了滚揉腌制肉块的蒸煮得率,随着腌制液中食盐浓度的增加,蒸煮得率逐渐增加,以滚揉6 h的处理组为例,当食盐浓度为0、1%、2%、4%、6%

时,肉块蒸煮得率分别是72.6%、81.6%、86.5%、90.1%、93.3%。另外发现,在空白对照组中,随着滚揉时间的延长,肉块蒸煮得率逐渐减小,而其他含有食盐的处理组,随滚揉时间的延长,肉块蒸煮得率都逐渐增加。

表8 腌制液中食盐浓度对不同滚揉时间下的肉块蒸煮得率的影响 (%)

Table 8 The effect of salt concentration in marinade on the cooking yield of meat slice in different tumbling time

| 滚揉<br>时间/h | 食盐浓度/% |      |      |      |      |
|------------|--------|------|------|------|------|
|            | 0      | 1    | 2    | 4    | 6    |
| 1          | 76.1   | 78.3 | 80.6 | 84.3 | 87.1 |
| 2          | 74.3   | 79.5 | 83.6 | 86.2 | 90.1 |
| 4          | 73.4   | 80.1 | 85.3 | 89.4 | 92.2 |
| 6          | 72.6   | 81.6 | 86.5 | 90.1 | 93.3 |
| 8          | 70.8   | 82   | 87.3 | 91.5 | 94.6 |

表9 腌制液中PP浓度对不同滚揉时间下的肉块蒸煮得率的影响 (%)

Table 9 The effect of PP concentration in marinade on the cooking yield of meat slice in different tumbling time

| 滚揉<br>时间/h | PP浓度/% |      |       |       |       |
|------------|--------|------|-------|-------|-------|
|            | 0      | 0.5  | 1.0   | 1.5   | 2.0   |
| 1          | 76.1   | 79.7 | 82.8  | 86.3  | 90.2  |
| 2          | 74.3   | 84.2 | 85.7  | 89.9  | 96.1  |
| 4          | 73.4   | 88.3 | 89.9  | 95.7  | 101.9 |
| 6          | 72.6   | 91.5 | 93.8  | 101.4 | 105.3 |
| 8          | 70.8   | 95.3 | 101.2 | 106.7 | 113.5 |

从表9可知,和空白对照组相比,不同浓度的PP都显著提高了肉块的蒸煮得率,随着腌制液中PP浓度的增加,肉块的蒸煮得率逐渐增加。除了空白处理组以外,随着滚揉时间的延长,肉块的蒸煮得率逐渐增加,以PP浓度为2.0%的处理组为例,滚揉时间为1 h、2 h、4 h、6 h、8 h时,肉块的蒸煮得率分别是90.2%、96.1%、101.9%、105.3%、113.5%。

2.5 不同磷酸盐对滚揉腌制肉块蒸煮得率的影响

从表10可知,和空白对照组相比,PP、TPP、HMP显著提高了滚揉腌制肉块的蒸煮得率,以滚揉4 h后处理组为例,它们的蒸煮得率分别是73.4%、95.7%、94.2%、86.5%。可以看出它们对肉块蒸煮得率影响效益是不一样的,它们对蒸煮得率影响的效益顺序是PP>TPP>HMP。另外,不同磷酸盐处理组的肉块随滚揉时间的延长,蒸煮得率逐渐增加,HMP和PP及TPP处理组相比,HMP处理组蒸煮得率增加幅度最小,PP最大,TPP次之。很明显,在三种磷酸盐中PP在阻止水分损失时是最有效的。试验结果和

前面的腌制液吸收率和保留百分比的结果是一致的。同时和 Trout 和 Schmit 在重组牛肉卷中的发现也是一致的<sup>[6]</sup>。

表 10 不同磷酸盐对不同滚揉时间下的肉块蒸煮得率的影响 %

Table 10 The effect of different phosphate in marinade on the cooking yield of meat slice in different tumbling time

| 滚揉<br>时间/h | 磷酸盐类型   |       |       |      |
|------------|---------|-------|-------|------|
|            | control | PP    | TPP   | HMP  |
| 1          | 76.1    | 86.3  | 85.6  | 84.8 |
| 2          | 74.3    | 89.9  | 87.3  | 85.9 |
| 4          | 73.4    | 95.7  | 94.2  | 86.5 |
| 6          | 72.6    | 101.4 | 98.7  | 86.8 |
| 8          | 70.8    | 106.7 | 102.5 | 88.2 |

### 3 结论

3.1 研究表明,腌制液的吸收和保留是随时间而发生变化的,由此可见,水分进入肌肉内部是一个以时间为参数的动力学过程。这说明,腌制液必须克服各种物理屏障和束缚才能扩散进入肌肉纤维和肌原纤维网络结构中,这里的物理障碍和束缚主要是肌肉膜肌纤维膜以及肌球蛋白的交叉连接等。如果肌肉中不存在或者这种阻碍减少,腌制液进入肌肉纤维是很快的。腌制液的吸收在一开始的 2 h 内是发生在肉块的表面,腌制液的渗透也局限在肉块表面到内部几毫米。由于机械的滚揉作用,肉块与肉块之间的摩擦以及肉块与滚筒的摩擦,导致了肉块表面肌肉纤维的破坏,由于肌肉纤维的破坏作用和开始时肉块的表面和内部组织之间的腌制液高浓度梯度产生了一开始的 2 h 腌制液吸收的快速增加。然而随着滚揉时间的继续延长,腌制液吸收百分比虽然继续增加,但腌制液吸收率却逐渐减少,这主要是由于肉块从外到内腌制液浓度差越来越小,同时,滚揉对肉块内部的破坏也不如表面的剧烈引起的。

3.2 研究表明,腌制液保留百分比变化非常大,空白处理组中的腌制液保留百分比最低是 28.22%,磷酸盐存在时腌制液保留百分比最高时达到 71.73%,而且发现,相同试验处理的腌制液吸收百分比腌制液保留百分比以及蒸煮得率的影响规律相似,具有很明显的相关性。对于不添加磷酸盐的处理组来说,食盐的存在对水分的吸收和保留以及最终产品的蒸煮得率非常关键。在含有食盐的处理组中水分保留百分比的增加,主要是由于增加了毛细管力克服了渗透力,使得水被化学束缚或者是物理低包埋在肌肉中。当然滚揉时间也是决定腌制液固定的重要因素。基于这样的观点,我们可以对照试验结果,选择最优的滚揉时间和食盐

浓度。

3.3 磷酸盐对腌制液的吸收和保留以及蒸煮得率的影响和食盐对腌制液的吸收保留以及蒸煮得率的影响是相似的,所不同的是,我们发现,三种磷酸盐在促进腌制液吸收以及保留更多肌肉中水分的能力有较大的差异,这个结果也证实了以前的发现,也就是他们的效益能力大小顺序是:PP>TPP>HMP<sup>[8,9]</sup>,这可能被解释为它们渗透进入肌肉中的能力不一样<sup>[10]</sup>。腌制液中 pH 值的不同似乎不应该作为引起磷酸盐效益能力差异的主要因素,因为 pH 值和离子强度都足够的高。据推测,各种磷酸盐的化学结构的不同可能是引起磷酸盐效益能力差异的主要原因。这一结论已经在低离子强度下被证实,在离子强度小于 0.4 M, pH 值在 6.0 时,肌肉纤维的膨胀和分离以及肌原纤维的蛋白提取方面,PP 比 TPP 有效,TPP 比 HMP 有效<sup>[7,11]</sup>。由于具有和三磷酸腺苷一样分离肌动球蛋白的能力<sup>[12]</sup>,PP 是在肉制品加工中经常使用的磷酸盐化合物。通过引起肌肉纤维结构膨胀从而增加额外的空间让肌肉包埋渗透进来的水分。PP 和 TPP 都能够特定地和重链解肌球蛋白结合,从而控制肌动蛋白和肌球蛋白的结合同时改变 A 带和 I 带物理的结构<sup>[13]</sup>

### 参考文献

- [1] Babji A S, Fronting G W, Ngoka DA. The Effect of short-term tumbling and salting on the quality of turkey breast muscle [J]. Poultry Science, 1982, 61: 300-303
- [2] 袁玉超,鲍琳.影响猪里脊肉出品率因素的研究[J].现代食品科技,2008,24(11):1115-1117
- [3] 袁玉超,李群英,李和平.乳猪猪皮的制备及在盐水火腿中的应用[J].现代食品科技,2009,25(7):816-818
- [4] Schultz G W, Wierbicki E. Effects of sodium chloride and condensed phosphates on the water-holding capacity, pH and swelling of chicken muscle [J]. Jomal of Food Science, 1973, 38: 991-994
- [5] Goodwin T L, Maness J B. The influence of marination, weight, and cooking technique on tenderness of broilers [J]. Poultry Science, 1984, 63: 1925-1929
- [6] Offer G, Trinick J. On the mechanism of water holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrils [J]. Meat Science, 1983, 8: 245-281
- [7] Fronting G W, Sackett B. Effect of salt and phosphate during tumbling of turkey breast muscle on meat characteristics [J]. Poultry Science, 1985, 64: 1328-1333
- [8] Trout G R, Schmidt G R. Effects of phosphate type and concentration, salt level and method of preparation on

- binding in restructured beef rolls [J]. *Journal of Food Science*, 1984,49:687-694
- [9] Hellendoom E W. Water-binding capacity of meat as affected by phosphates [J]. *Food Technology*, 1962, 16(9): 119-124
- [10] Xiong Y L, Kupski D R. Monitoring phosphate marinade penetration in tumbled chicken filets using a thin-slicing, dye-tracing method [J]. *Poultry Science*, 1999, 78: 1048-1052
- [11] Liu G, Xiong YL. Gelation of chicken muscle myofibrillar proteins treated with protease inhibitors and phosphates [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1997, 45: 3437-3442
- [12] Nauss K M, Kitagawa S, Gergely J. Pyrophosphate binding to and adenosine triphosphate activity of myosin and its proteolytic fragments [J]. *Journal of Biological Chemistry*, 1969, 244: 755-765
- [13] Muhrad A, Peyser Y M, Ringel I. Effect of actin, ATP, phosphate, pH on vanadate-induced photocleavage of myosin and subfragment [J]. *Journal of Biochemistry*. 1991, 30: 958-965

现代食品科技