

原料肉状态及磷酸盐用量对乳化肠贮藏期间保水和质构性质的影响

王 鹏, 徐幸莲, 周光宏

(南京农业大学教育部肉品加工与质量控制重点实验室, 南京 210095)

摘要: 【目的】研究磷酸盐用量对僵直前猪肉、成熟猪肉和冻猪肉制成的乳化肠贮藏期间保水和质构性质的影响。【方法】僵直前肉、成熟肉和冻肉分别用 5 个浓度梯度的磷酸盐进行预混合, 并制作乳化肠。利用质构仪、压力仪测定乳化肠刚产出时的产率、硬度、总压出汁液和贮藏至 10 d、20 d 及 30 d 的硬度及贮藏损失。【结果】僵直前肉制作的乳化肠与成熟肉和冻肉制作的乳化肠相比, 产率高, 贮藏期间硬度增加小。增加磷酸盐的使用量, 减少僵直前肉制作乳化肠贮藏期间硬度的增加, 而使成熟肉和冻肉制作乳化肠的硬度增加。磷酸盐对乳化肠贮藏损失的影响主要在于改变贮藏损失在不同阶段的分布, 增加磷酸盐的使用量不能显著减少乳化肠在某一段贮藏时间内的贮藏损失。【结论】僵直前原料肉可提高乳化肠的保水和质构性质。在较高的 NaCl 使用量(3%)下, 单纯增加磷酸盐的使用量并不能解决乳化肠贮藏期间保水和质构问题。

关键词: 原料肉; 乳化肠; 保水; 质构

Effects of Meat and Phosphate Level on Water-Holding Capacity and Texture of Emulsion-Type Sausage During Storage

WANG Peng, XU Xing-lian, ZHOU Guang-hong

(Key Laboratory of Meat Processing and Quality Control, Ministry of Education, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095)

Abstract: 【Objective】 This paper was designed to research the influence of phosphate on water-holding capacity (WHC) and texture of emulsion-type sausage prepared with pre-rigor meat, ageing meat or frozen meat. 【Method】 Pre-rigor pork, ageing pork and frozen pork were pre-blended with 5 levels of phosphate and made emulsion-type sausage. Yield, hardness and total expressible fluid were measured with texture profile analysis machine and pressiometer when emulsion-type sausage was produced. Hardness and purge loss were measured during 30 d storage. 【Result】 As emulsion-type sausage made by pre-rigor meat, higher yield and relatively stable hardness could be found. Increase of phosphate level caused an alleviatable effects in increase of hardness when emulsion-type sausage made by pre-rigor meat, but an worse effects in increase of hardness when emulsion-type sausage made by ageing meat or frozen meat. Phosphate affects the distribution of purge loss of emulsion-type sausage. Significant decrease of purge loss could not be obtained by increasing phosphate level during storage. 【Conclusion】 Pre-rigor meat improved water-holding capacity and texture of emulsion-type sausage. Problem of water-holding capacity and texture of emulsion-type sausage during storage could not be resolved by single use of phosphate at relatively higher level (3%) of NaCl.

Key words: Meat; Emulsion-type sausage; Water-holding capacity; Texture

0 引言

【研究意义】乳化型香肠是将原料肉经斩碎、乳化等工艺加工而成的肉馅类制品, 乳化型香肠加工过

程中, 蛋白质适度变性, 肉质结实, 富有弹性, 有咀嚼感, 鲜嫩, 脆软, 最大限度地保持了原有营养和固有的风味, 越来越受到人们的喜爱。但乳化型香肠也有其自身的缺陷, 在煮制及贮藏过程中, 肠内部的汁

收稿日期: 2007-10-29; 接受日期: 2008-03-26

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划(2006BAD05A15)

作者简介: 王 鹏(1979-), 男, 内蒙古赤峰人, 博士研究生, 研究方向为肉品加工与质量控制。通讯作者徐幸莲(1962-), 女, 江苏吴江人, 教授, 研究方向为肉品科学。Tel: 025-84395939; E-mail: xlxu@njau.edu.cn

液会从肠体表面渗出,同时伴随着质构性质的不利变化,极大影响乳化型香肠的商品价值。【前人研究进展】关于乳化肠的保水质构性质,国内外已有相关研究^[1,2]。但多数将保水和质构分割开来考虑,缺乏将二者结合起来的系统研究,且对乳化肠贮藏期间保水性的研究较少。对乳化肠的保水和质构性质的研究多集中在使用非肉蛋白和胶体等添加物,以及增加磷酸盐用量或改善微生物状况^[3,4],但都有其各自的局限性。原料肉僵直前预混合生产乳化肠在国内的研究尚属空白。【本研究切入点】僵直前肉可以最大限度地提取盐溶性蛋白质,有利于生产出优质乳化肠,而且可降低企业成本。随着中国肉类加工条件的改善和冷链物流的发展,僵直前肉的利用必将得到极大促进,但目前磷酸盐用量对僵直前肉制成的乳化肠贮藏期间保水及质构性质的作用规律还不明确。肉在宰后成熟过程中,肌球蛋白的重链发生了有限的蛋白分解作用,从而引起蛋白质凝胶强度降低^[5],影响加工肉制品的品质。冻肉是中国目前生产乳化肠普遍使用的原料肉,其优点是易于运输和贮藏,但冻藏过程对肉的加工性质不利。目前肉品添加剂市场上磷酸盐产品众多,但是综合考虑磷酸盐对乳化肠贮藏期间保水和质构性质影响的研究较少。【拟解决的关键问题】对比僵直前肉、成熟肉和冻肉制成的乳化肠在贮藏间的保水和质构性质,探讨利用僵直前预混合工艺提高乳化肠贮藏品质的可行性。研究磷酸盐用量对乳化肠保水和质构性质的影响规律,为生产中正确使用磷酸盐提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 材料 原料肉选用江苏苏食公司优质猪后腿肉,在宰后 1 h 内热剔骨取得僵直前肉。成熟期肉在宰后成熟 24 h 取用,冻肉在-18℃冻藏 30 d,冻肉室温(20℃)流水解冻 6 h 后使用。乳化肠配方为:瘦肉:肥肉=8:2,食盐 3%,亚硝酸钠 0.01%,异抗坏血酸钠 0.05%,复合磷酸盐 0%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%和 0.5%,淀粉 6%,水 30%。肉块剔除可见脂肪和肌膜等结缔组织,用孔径为 1 cm 孔板的绞肉机绞成肉馅,按配方加入食盐、异抗坏血酸钠、硝酸钠和亚硝酸钠、磷酸盐混合物等,并在搅拌机中混合均匀后置于 0~4℃腌制 24 h。原料在斩拌中加入的先后次序为瘦肉、淀粉、水、香辛料、猪背脂,斩拌中加入冰屑(冰屑已包括在总用水量中)以保持肉馅温度不超

过 10℃。斩拌过程共约 6 min,尔后将肉馅填充到直径为 2.5 cm 的可食胶原蛋白肠衣中,在 80℃水中煮制 30 min。产品经自然冷却至室温后,测定各项指标,需要贮藏的乳化肠精确称重后,10 支为 1 组,用真空包装袋包装并于 0~4℃贮藏。

1.1.2 试验仪器 TA-XT2i 质构仪、JA2003 电子天平、BS-210S 电子天平、应变控制式无侧限压力仪、CB7-C3L3 雪皇冷藏柜、SANYO 制冰机(SIM-F124)等。

1.2 试验方法

1.2.1 保水性测定

1.2.1.1 产率 乳化肠在煮制前,精确称量重量。煮制并冷却至室温后,用吸水纸吸干肠体表面析出的水和油脂,再次精确称量重量。产率为乳化肠在煮后和煮前的重量比值(%)。

1.2.1.2 总压出汁液(total expressible fluid, TEF) 参考 Carballo 等^[6]以及彭增起等^[7]的方法,用 WW-3 型应变式无侧限压力仪测定乳化肠保持水分的能力,样本数 n=20。测定条件:在 69.44N 下作用 10 min;被测肠片厚度为 1 cm。用滤纸吸收被压出的水分,TEF 值以失水百分比表示。

$$\text{THE}(\%) = \frac{\text{压前重量} - \text{压后重量}}{\text{压前重量}} \times 100$$

1.2.1.3 贮藏损失(purge loss) 参考 Andrés 等^[2]的方法。乳化肠在贮藏 10 d、20 d 和 30 d 后,去除包装袋,用吸水纸吸干肠体表面析出的水和油脂,精确称量重量,样本数 n=10。

$$\text{贮藏损失}(\%) = \frac{\text{贮藏开始重量} - \text{贮藏结束重量}}{\text{贮藏开始重量}} \times 100$$

1.2.2 质构测定 应用英国 Stable Micro System 公司生产的 TA-XT2i 质构分析仪,并在电脑上应用 Texture Expert V1.0 软件来加以控制。应用质构剖面分析方法(Texture Profile Analysis, TPA)测定样品的硬度(hardness);测前速度(pre-test speed):2.0 mm·s⁻¹,测中速度(test speed):0.5 mm·s⁻¹,测后速度(post-test speed):5.0 mm·s⁻¹;压缩比(ratio):50%;两次下压间隔时间(time between two compressions):5.0 s;负载类型(trigger type):Auto-20g;探头类型(probe):P5(5 mm cylinder stainless);数据收集率(data acquisition rate):200 nm 点/s(point per second, PPS);样品规格:高 13 mm 的圆柱体肉饼;测定环境温度:10~15℃。样本数 n=30。

1.2.3 菌落总数测定 菌落总数测定按照 GB4789.2—94《食品卫生微生物学检验菌落总数测定》进行，结果以 lg CFU/g 表示。

1.2.4 感官观察 感官观察按 GB5009.44—85《肉与肉制品卫生标准分析方法》进行，从肠衣是否干燥完整，与内容物的紧密结合程度，是否坚实而有弹性。有无黏液和霉斑，切面是否坚实。有无酸败气味角度评价。

1.2.5 统计分析 应用 SAS (V.6.12) 统计软件方差分析采用 ANOVA 分析，多重比较采用 Duncan’s 法。

2 结果与分析

2.1 磷酸盐对乳化肠保水性的影响

2.1.1 产率 由图 1 可以看出，3 种原料肉制作的乳化肠的产率在 95.16%~99.00%，这表明三者形成的蛋白质网络结构在加热中都能保持住水和脂肪，从而使乳化肠体现出良好的热稳定性。原料肉状态和磷酸盐使用量都能极显著影响乳化肠的产率 ($P < 0.01$)。僵直前肉制作乳化肠的产率显著高于成熟肉和冻肉制作的乳化肠的产率 ($P < 0.05$)。随着磷酸盐添加量的增加，3 种乳化肠的产率也相应增加，但是用量大于 0.4% 时，产率的上升趋势趋缓。

2.1.2 总压出汁液 由图 2 可以看出，原料肉的状态

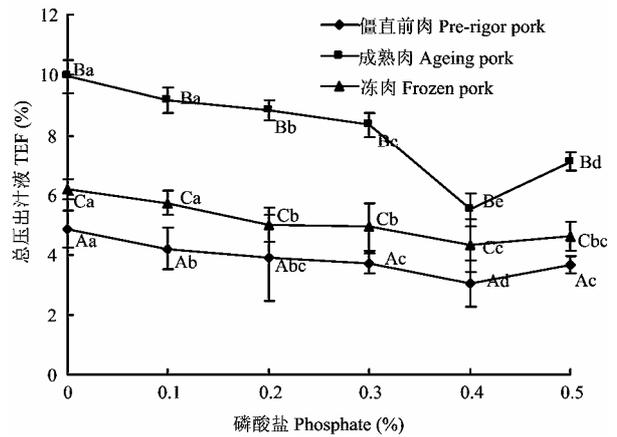


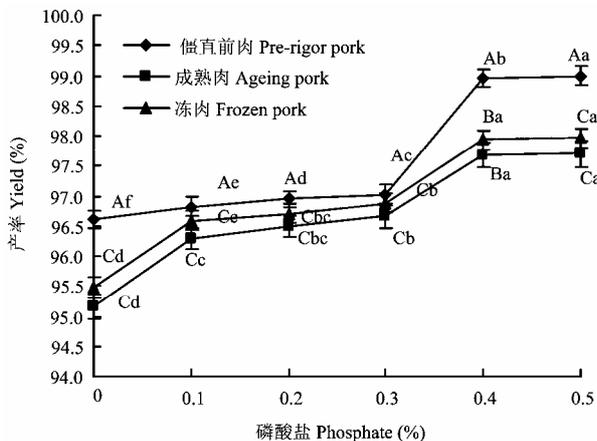
图 2 原料肉和磷酸盐添加量对乳化肠总压出汁液的影响
Fig. 2 Effects of meat and phosphate on total expressible fluid of emulsion-type sausage

和磷酸盐的添加量对乳化肠的总压出汁液均有显著影响 ($P < 0.05$)。磷酸盐的添加量为 0.4% 时，乳化肠的总压出汁液最小，0.2% 的复合磷酸盐添加量是成熟肉和冻肉制作的乳化肠有较低总压出汁液的最低限值，而对于僵直前肉来说是 0.1%。这表明磷酸盐添加量大于 0.1%，才能发挥其增强成品乳化肠蛋白质空间网络，抵抗外力，使水和油不过分流失的作用。

2.1.3 贮藏损失 由下表可看出，贮藏到 10、20 和 30 d 时，磷酸盐添加量均不能显著影响乳化肠的贮藏损失 ($P > 0.05$)。多重比较也表明，相同的磷酸盐添加量下，添加量为 0 时贮藏时间对乳化肠的贮藏损失影响显著 ($P < 0.05$)，而添加量分别为 0.1%、0.2%、0.3%、0.4% 和 0.5% 时，贮藏时间对乳化肠的贮藏损失影响不显著 ($P > 0.05$)。

从原料肉的种类对乳化肠的贮藏损失的影响来看，乳化肠贮藏到 10 d 和 20 d 时，僵直前肉制作乳化肠的贮藏损失与成熟肉以及冻肉制作的乳化肠的贮藏损失没有显著差异 ($P > 0.05$)。乳化肠贮藏到 30 d 时，僵直前肉制作乳化肠的贮藏损失显著低于成熟肉以及冻肉制作的乳化肠的贮藏损失 ($P < 0.05$)。乳化肠贮藏到第 20 天和 30 天时，冻肉的贮藏损失低于成熟肉的贮藏损失，但二者之间没有显著差异 ($P > 0.05$)。

磷酸盐添加量和原料肉种类影响乳化肠的贮藏损失在不同贮藏阶段的分布，磷酸盐的添加量为 0 时，10 d 的贮藏损失占总贮藏损失的比例对于僵直前肉制作的乳化肠是 65.54%，对于成熟肉和冻肉制作的乳化



相同磷酸盐添加量下大写字母不同者表示差异显著 ($P < 0.05$)；同一原料肉,小写字母不同者表示差异显著 ($P < 0.05$)。图 2 同
At same phosphate level, means without same capital sunerscripts differ significantly ($P < 0.05$); At same meat state, means without same lowercase sunerscripts differ significantly ($P < 0.05$). The same as Fig. 2

图 1 原料肉和磷酸盐添加量对乳化肠产率的影响
Fig. 1 Effects of meat and phosphate on yield of emulsion-type sausage

表 原料肉、磷酸盐添加量和贮藏时间对乳化肠贮藏损失的影响

Table Effects of meat, phosphate and storage on purge loss of emulsion-type sausage

贮藏时间 Storage time (d)	原料肉 ¹⁾ Meat	磷酸盐添加量 Phosphate (%)					
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
10	P	2.26±0.30Aa	2.00±0.26Aa	1.96±0.23Ba	1.81±0.28Aa	1.78±0.31Aa	1.95±0.37Aa
	A	2.84±0.28Aa	2.74±0.31Aa	2.68±0.28Aa	2.60±0.66Aa	2.51±1.34Aa	2.50±0.23Aa
	F	2.60±0.16Aa	2.21±1.02Aa	2.28±0.34Ba	1.78±0.98Aa	1.60±1.34Aa	2.47±1.14Aa
20	P	3.27±0.24Aa	3.19±0.31Aa	2.99±0.26Aab	2.83±0.25Aabc	2.36±0.14Abc	2.14±0.27Abc
	A	3.50±1.09Aa	3.31±0.23Aa	3.39±0.22ABa	3.25±0.20Aa	3.33±0.23Aa	3.30±0.28Aa
	F	3.59±0.24Aab	3.49±0.19Aab	4.04±0.27Aa	2.26±0.28Ab	3.16±0.38Aab	3.29±0.18Aab
30	P	3.60±0.28Ba	3.26±0.22Ba	3.20±0.19Ba	3.18±0.31Ba	2.92±0.22Ba	2.85±0.33Ba
	A	5.08±0.25Aa	4.83±0.27Aa	4.52±0.22Aa	4.61±0.31Aa	4.42±0.25Aa	4.47±0.30Aa
	F	4.13±0.21ABa	4.12±0.31ABa	4.51±0.22Aa	4.26±0.36ABa	3.97±0.06ABa	4.02±0.11Aa

同一列内相同贮藏时间内大写字母不同者表示差异显著 ($P<0.05$); 同行小写字母不同者表示差异显著 ($P<0.05$); ¹⁾P: 僵直前肉; A: 成熟肉; F: 冻肉

During same storag period means in the same column without same capital sunerscripts differ significantly ($P<0.05$); Means in the same line without same lowercase sunerscripts differ significantly ($P<0.05$); P: Pre-rigor pork; A: Ageing pork; F: Frozen pork

肠分别是 55.89% 和 61.90%。而磷酸盐的添加量为 0.3% 时, 僵直前肉、成熟肉和冻肉制作的乳化肠在 10 d 的贮藏损失占总贮藏损失的比例分别为 57.67%、56.48% 和 42.86%。可见随着磷酸盐的添加量从 0 到 0.3% 的增加, 降低了僵直前肉和冻肉制作的乳化肠在贮藏前 10 d 的贮藏损失占总贮藏损失的比例。

由此可知, 磷酸盐对乳化肠贮藏损失的影响主要在于改变贮藏损失在不同阶段的分布, 增加磷酸盐的使用量不能显著减少乳化肠在某一段贮藏时间内的贮藏损失。原料肉的合理选用是减少乳化肠贮藏损失的关键。

2.2 磷酸盐对乳化肠质构的影响

由图 3 可看出, 原料肉状态和磷酸盐添加量影响乳化肠硬度。磷酸盐添加量为 0 时, 在贮藏开始和贮藏结束, 不同原料肉制作的乳化肠之间的硬度总体上没有显著差异 ($P>0.05$)。磷酸盐添加量为 0.1%~0.5% 时, 在贮藏开始和贮藏结束, 不同原料肉制作的乳化肠之间的硬度总体上差异显著 ($P<0.05$), 并且在 0.5% 时达到极显著差异。不管是僵直前肉、成熟肉还是冻肉制作的乳化肠, 在 30 d 的贮藏期限内, 贮藏结束和贮藏开始相比, 硬度极显著增加 ($P<0.01$)。磷酸盐添加量对贮藏结束和贮藏开始的硬度差值的影响因肉的状态而异, 当磷酸盐的添加量为 0 时, 僵直前肉、成熟肉和冻肉制作的乳化肠贮藏结束和贮藏开始的硬度差值接近, 分别为 100.83、100.65 和 104.34 g。

随着磷酸盐的添加量 (0.1%~0.5%), 僵直前肉制作乳化肠的贮藏期硬度增加值从 56.32 g 降低到 34.09 g。原料肉磷酸盐添加量增加至 0.5%, 非但没有对成熟肉和冻肉制作乳化肠贮藏期硬度增加值有减少作用, 反而使硬度增加值分别达到了 150.67 g 和 123.57 g。

从硬度增加的时间段分布来看, 磷酸盐添加量为 0 时, 僵直前肉制作的乳化肠的硬度呈均匀增加趋势, 而成熟肉和冻肉制作的乳化肠在贮藏前 10 d 硬度增加不显著, 但是在 10~30 d 硬度显著增加 ($P<0.05$)。磷酸盐的添加量 0.1%~0.3%, 僵直前肉、成熟肉和冻肉制作的乳化肠在贮藏开始和贮藏 10 d 的硬度之间无显著差异 ($P>0.05$), 但是在贮藏 20 d 和 30 d 的硬度有极显著差异 ($P<0.01$)。磷酸盐的添加量 0.4% 和 0.5% 的 10、20 和 30 d, 3 种原料肉之间有显著差异。这说明磷酸盐的添加量为 0.1%~0.3% 时, 僵直前肉对贮藏期间硬度增加的抑制作用贮藏到第 20 天才能体现出来, 而磷酸盐的添加量为 0.4% 和 0.5% 时只需 10 d。

2.3 僵直前/后及磷酸盐添加量对乳化肠微生物及感官的影响

由图 4 可看出, 贮藏至 30 d 时, 乳化肠的菌落总数随原料肉磷酸盐用量的增大而减少, 相同磷酸盐添加量的僵直前肉、成熟肉和冻肉制作乳化肠的菌落总数间无显著差异 ($P>0.05$)。

乳化肠刚制成时, 颜色是标准的充分发色的熟肉

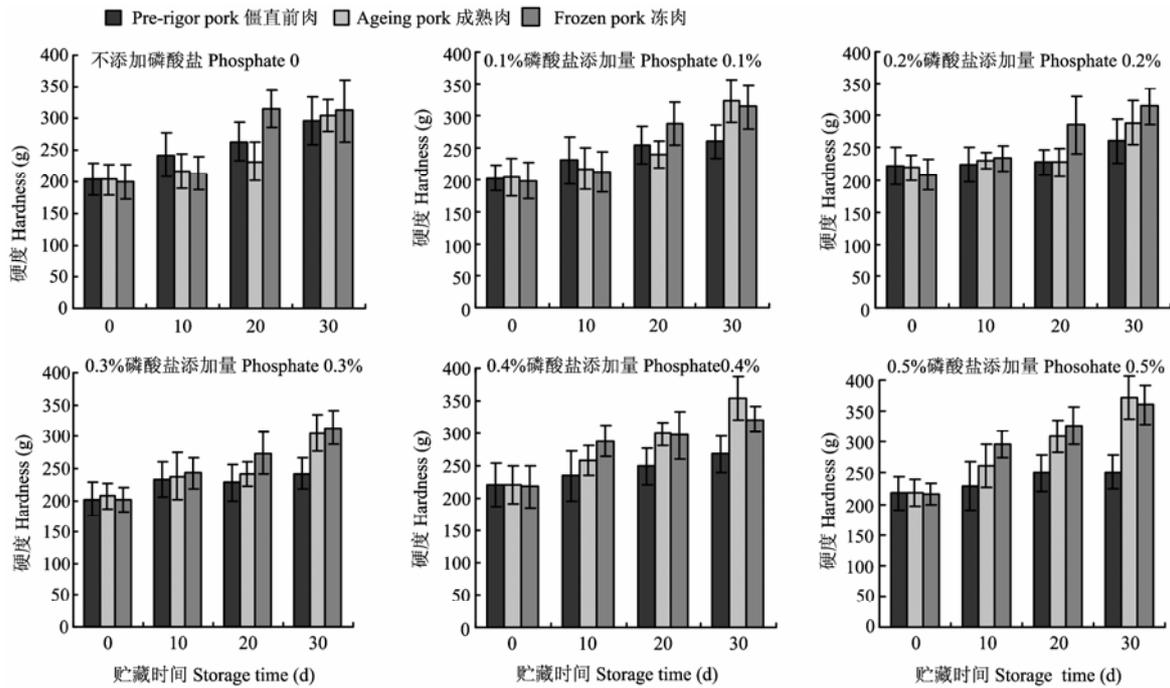


图 3 原料肉、磷酸盐添加量和贮藏时间对乳化肠硬度的影响

Fig. 3 Effects of meat, phosphate and storage on hardness of emulsion-type sausage

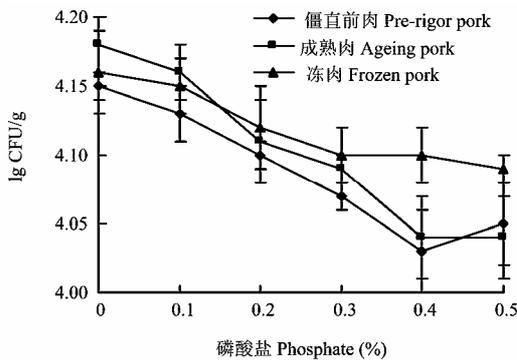


图 4 僵直前/后及磷酸盐添加量对乳化肠菌落总数的影响

Fig. 4 Effects of meat and phosphate on total microbial number of emulsion-type sausage

红色，具有一定的弹性和硬度，真空包装拉伸膜紧紧贴在肠体的天然肠衣上。随着贮藏时间的延长，肠体颜色逐渐淡化，变白，出现褪色现象。贮藏 30 d 后，真空包装的紧密程度下降，拉伸膜变得松散。成熟肉制作的乳化肠出现拉伸膜包装脱离肠体，拉伸膜与肠体之间充有少量气体，即空皮现象。并有较明显的出水、出油现象。

3 讨论

产率是生产实践中常用的反映乳化肠煮制过程中重量损失的指标。Puolanne 等^[8]的研究表明，在乳化肠的原料中添加 0.25%的磷酸盐，可使每 100 g 肉多保持 30~40 g 的水。NaCl 的浓度为 1.5%时，三聚磷酸钠的使用可增大产率等^[9]。本试验的结果表明，复合磷酸盐的添加量越大，乳化肠的产率越高，但是用量大于 0.4%时，产率的上升趋势趋缓，这同吕兵等^[10]的研究结论是一致的。这说明通过增加磷酸盐使用量来提高乳化肠产率是有一定限度的。前人的研究也表明，僵直后盐腌肉制作的乳化肠的蒸煮损失显著高于僵直前^[11]，这亦和本试验的结果相一致，说明利用僵直前原料肉制作乳化肠可以提高产率，对企业经济效益有利。当复合磷酸盐的用量为 0.5%时，冻肉制作的乳化肠获得最高产率 97.96%。当复合磷酸盐的用量为 0.4%时，僵直前肉制作的乳化肠的产率达到 98.95%。这说明从减少磷酸盐用量方面，利用僵直前肉制作乳化肠也是有其现实意义的。

Puolanne 等^[12]研究表明，磷酸盐的使用可增加法兰克福肠的硬度。Park 等^[13]研究表明，磷酸盐增加了僵直前和僵直后热诱导凝胶的剪切应力和剪切变形

值。僵直后盐腌肉热诱导凝胶的剪切应力和剪切变形值低于僵直前热剔骨鸡腿肉制作的乳化肠和冷剔骨肉制作的乳化肠相比, 硬度比值为 15.04 : 11.45^[14]。本试验亦表明, 磷酸盐或僵直前原料肉的使用都可以增加乳化肠的硬度。硬度的适度增加一方面使乳化肠的咀嚼感更强, 口感好; 另一方面, 乳化肠贮藏期间硬度的增加可能是因为水分和脂肪的渗出^[15], 也就是说, 乳化肠初始硬度低反映了乳化肠热致凝胶的强度低。低强度的凝胶网络在贮藏期间无法保持住脂肪和水分, 进而由于内部结构发生变化引起硬度的快速增加和感官性质的下降。本试验中, 贮藏开始阶段, 僵直前肉制作的乳化肠的硬度和冻肉制作的乳化肠的硬度接近, 这可能因为冻肉的生产使用了速冻工艺以及冻藏时间较短(30 d), 使得冻肉的蛋白质较少变性。但在实际生产中, 较长的冻藏时间以及由于温度波动引起的冻肉的反复冻融会对冻肉的加工性质造成影响^[16]。

Sidel 等^[17]认为感官评定是用于唤起、测量、分析和解释产品通过视觉、嗅觉、触觉、味觉和听觉所引起反应的一种科学方法。而 TPA 是与感官分析并行的质构剖面分析的客观方法, 它模拟牙齿运动, 往复的压缩两次可咬的食品, 进而从力-时间曲线上分析可得一系列质构参数。由于肉制品的感官特性与相对的机械测定指标相关^[18], 所以本试验中, 乳化肠的感官性质随着贮藏时间的延长而降低, 是乳化肠在贮藏期间硬度增加和汁液渗出的综合作用结果。

磷酸盐在肉中使用, 至少有下面 4 个方面的作用: 提高肉系统的离子强度、改变肉的 pH、螯合肉中的金属离子、解离肌动球蛋白^[19]。焦磷酸盐和三聚磷酸盐可使肌原纤维发生横向膨胀, 同时可从肌节 A 带两端提取肌球蛋白。这些结构和生化的变化使肌肉纤维发生实质性膨润, 提高了肉吸收和固定水分的能力^[20]。NaCl 和磷酸盐配合使用, 可提取原料肉中的盐溶性蛋白质^[21]。盐溶性蛋白质在热加工过程中, 形成网状凝胶, 阻止水分和脂肪渗出, 从而提高肉制品的保水性。添加磷酸盐的乳化肠的保水性, 随着 NaCl 添加量 0~1.0% 的增加而呈线形增加, 并且当 NaCl 添加量在 1.0%~1.5% 时, 乳化肠的保水性有显著的增加, 但当 NaCl 添加量大于 1.5% 时, 这种协同作用的增加趋势逐渐变缓^[22]。Yapar 等^[23]的研究也表明, 当 NaCl 的使用量从 1% 增加到 2%, 磷酸盐用量的增加虽能引起鲤鱼肉乳化性增加, 但增加趋势变缓。有研究表明, 磷酸盐的使用对低钠肉馅饼(钠含量≤0.8%)的保水性有显著影响^[24]。而本试验的 NaCl 用量为 3%, 所以磷

酸盐对于乳化肠保水性的影响可能不如低盐制品显著。因为高钠食品潜在的对健康不利的作用逐渐为社会所关注, 所以磷酸盐在低盐乳化肠中的应用会成为未来研究的重点之一。

乳化肠贮藏期间, 成品中残存下来的微生物缓慢生长和繁殖会使细菌总数缓慢上升^[25]。试验中, 3 种原料肉制作的乳化肠贮藏到 30 d 时菌落总数间无显著差异, 均符合卫生标准, 这说明只要保证加工条件的卫生及低温, 利用僵直前原料肉制作乳化肠不会引起微生物安全问题, 随着中国冷链物流的发展, 僵直前肉预混合工艺必将得到更广泛的应用。

4 结 论

4.1 僵直前原料肉可提高乳化肠的保水和质构性质。与成熟肉及冻肉制作的乳化肠相比, 僵直前原料肉制作的乳化肠产率高, 贮藏损失低, 贮藏期间的硬度增加较少。

4.2 在较高的 NaCl 使用量(3%)下, 单纯增加磷酸盐的使用量并不能解决乳化肠贮藏期间保水和质构问题。

References

- [1] 戴瑞彤, 吴国强. 乳化型香肠生产原理和常见问题分析. *食品工业科技*, 2000, 21(5): 21-23.
Dai R T, Wu G Q. Analysis of existing problems and the principle of processing emulsion-type sausage. *Science and Technology of Food Industry*, 2000, 21(5): 21-23. (in Chinese)
- [2] Andrés S C, García M E, Zaritzky N E, Califano A N. Storage stability of low-fat chicken sausages. *Journal of Food Engineering*, 2006, 72(4): 311-319.
- [3] Colmenero F J, Ayo M J, Carballo J. Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: effect of transglutaminase combined with caseinate, KCl and dietary fibre as salt replacers. *Meat Science*, 2005, 69(4): 781-788.
- [4] Ruusunen M, Vainionpää J, Puolanne E, Lyly M, Lähteenmäki L, Niemistö M, Ahvenainen R. Physical and sensory properties of low-salt phosphate-free frankfurters composed with various ingredients. *Meat Science*, 2003, 63(1): 9-16.
- [5] Yasui T, Ishioroshi M, Samejima K. Effect of actomyosin on heat-induced gelation of myosin. *Agricultural and Biological Chemistry*, 1982, 46(4): 1049-1059.
- [6] Carballo J, Mota N, Barreto G, Colmenero F J. Binding properties and colour of Bologna sausage made with varying fat levels, protein levels

- and cooking temperatures. *Meat Science*, 1995, 41(3): 301-313.
- [7] 彭增起, 周光宏, 徐幸莲. 磷酸盐混合物和加水量对低脂牛肉灌肠硬度和保水性的影响. *食品工业科技*, 2003, (3): 38-43.
Peng Z Q, Zhou G H, Xu X L. Effects of phosphate blends and added water on hardness and water-holding capacity of low-fat sausages. *Science and Technology of Food Industry*, 2003, (3):38-43. (in Chinese)
- [8] Puolanne E J, Ruusunen M H, Vainionpää J I. Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. *Meat Science*, 2001, 58(1): 1-7.
- [9] Trout G R, Schmidt G R. Effect of phosphate type and concentration, salt level and method of preparation on binding in restructured beef rolls. *Journal of Food Science*, 1984, 49(3): 687-694.
- [10] 吕 兵, 张 静. 肉制品保水性的研究. *食品科学*, 2000, 21(4): 23-27.
Lü B, Zhang J. Studies on the water holding capacity of meat products. *Food Science*, 2000, 21(4): 23-27. (in Chinese)
- [11] Park J W, Lanier T C, Keeton J T, Hamann D D. Use of cryoprotectants to stabilize functional properties of prerigor salted beef during frozen storage. *Journal of Food Science*, 1987, 52(3): 537-542.
- [12] Puolanne E J, Terrell R N. Effects of rigor-state, levels of salt and sodium tripolyphosphate on physical, chemical and sensory properties of frankfurter-type sausages. *Journal of Food Science*, 1983, 48(4): 1036-1038.
- [13] Park J W, Lanier T C, Pilkington D H. Cryostabilization of functional properties of pre-rigor and post-rigor beef by dextrose polymer and/or phosphates. *Journal of Food Science*, 1993, 58(3): 467-472.
- [14] Lyon D C, Hamn E, Thomson J E, Hudspeth J P, Ayres J L, Marion J E. Effects of hot or cold deboning on functional properties of broiler dark meat and quality of sausage. *Poultry Science*, 1983, 62(6): 965-970.
- [15] Candogan K, Kolsarici N. Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. *Meat Science*, 2003, 64(2): 207-214.
- [16] 黄鸿兵. 冷冻及冻藏对猪肉冰晶形态及理化品质的影响. 南京农业大学硕士学位论文, 2005.
Huang H B. Effect of freezing process and frozen storage on ice crystal properties and physicochemical characters of pork muscle. Master Dissertation of Nanjing Agricultural University, 2005. (in Chinese)
- [17] Sidel J L, Stone H. The role of sensory evaluation in the food industry. *Food Quality and Preference*, 1993, 4(1): 65-73.
- [18] 董庆利, 罗 欣. 熏煮香肠质构的感官评定与机械测定之间的相关分析研究. *食品科学*, 2004, 25(9): 49-55.
Dong Q L, Luo X. Improved correlation between sensory and instrumental measurement of western smoked sausage texture. *Food Science*, 2004, 25(9): 49-55. (in Chinese)
- [19] 韩敏义, 李巧玲, 陈红叶. 复合磷酸盐在食品中的应用. *中国食品添加剂*, 2004, (3): 93-96.
Han M Y, Li Q L, Chen H Y. The application of compound phosphates in food. *China Food Additives*, 2004, (3): 93-96. (in Chinese)
- [20] Xiong Y L. Role of myofibrillar proteins in water-binding in brine-enhanced meats. *Food Research International*, 2005, 38(3): 281-287.
- [21] 彭增起. 肌肉盐溶蛋白质溶解性和凝胶特性研究. 南京农业大学博士学位论文, 2005.
Peng Z Q. Study on Solubility and gel functionalities of salt-soluble proteins from muscles. Doctor Dissertation of Nanjing Agricultural University, 2005. (in Chinese)
- [22] Ruusunen M, Puolanne E. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 2005, 70(3): 531-541.
- [23] Yapar A, Atay S, Kayacier A, Yetim H. Effects of different levels of salt and phosphate on some emulsion attributes of the common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758). *Food Hydrocolloids*, 2006, 20(6): 825-830.
- [24] Ruusunen M, Vainionpää J, Lyly M, Lähteenmäki L, Niemistö M, Ahvenainen R, Puolanne E. Reducing the sodium content in meat products: The effect of the formulation in low-sodium ground meat patties. *Meat Science*, 2005, 69(1): 53-60.
- [25] 白艳红, 毛多斌, 王玉芬, 赵电波, 蒋爱民, 杨公明. 低温熏煮香肠的贮藏特性研究. *食品工业科技*, 2006, (5): 56-62.
Bai Y H, Mao D B, Wang Y F, Zhao D B, Jiang A M, Yang G M. Study on the storage characteristics of low-temperature heated smoked and cooked sausage. *Science and Technology of Food Industry*, 2006, (5): 56-62. (in Chinese)

(责任编辑 曲来娥)