

斩拌方法对低温乳化香肠品质的影响

徐宝才^{1,2} 孙建清² 周辉² 祝义亮² 周光宏^{1*}

(1. 南京农业大学 食品科学技术学院/国家肉品质量安全控制工程技术研究中心, 南京 210095;

2. 雨润集团肉品加工与质量控制国家重点实验室, 南京 210041)

摘要 为了改善低温乳化香肠出水出油、质构和口感问题,研究斩拌方法对低温乳化香肠品质的影响。以鸡肉和猪肉为主要原料,研究4种斩拌方法,即一步斩拌法、2种三步斩拌法和肥瘦肉分离斩拌法对低温乳化香肠保水保油性、质构特性、感官品质和微观结构的影响,以确定乳化香肠的合理斩拌方法。结果表明:肥瘦肉分离斩拌法制作低温乳化香肠的蒸煮损失率和总压出汁液最低,保水保油性最好;斩拌方法对低温乳化香肠的弹性和内聚性影响不大,但是对硬度、咀嚼度、剪切力和剪切功均有极显著影响,肥瘦肉分离斩拌法的低温乳化香肠具有最大的硬度、咀嚼度、剪切力和剪切功;同时肥瘦肉分离斩拌法的低温乳化香肠具有最大的亮度值(L^*)、红度值(a^*)和感官品质;扫描电镜显示肥瘦肉分离斩拌法制作的低温乳化香肠内部蛋白基质结构最致密,同时可见淀粉以填充剂形式被蛋白基质所包埋。4种斩拌方法中肥瘦肉分离斩拌法制作的低温乳化香肠品质较好。

关键词 低温乳化香肠; 斩拌; 质构; 感官评价; 微观结构

中图分类号 TS 251

文章编号 1007-4333(2011)05-0144-07

文献标志码 A

Effect of chopping methods on quality of low temperature emulsified sausage

XU Bao-cai^{1,2}, SUN Jian-qing², ZHOU Hui², ZHU Yi-liang², ZHOU Guang-hong^{1*}

(1. College of Food Science and Technology/National Center of Meat Quality and Safety Control,

Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;

2. State Key Laboratory of Meat Processing and Quality Control, Yurun Group, Nanjing 210041, China)

Abstract In order to improve water and oil exuding, texture and edible quality of low temperature emulsified sausage, the effects of four chopping methods for fat and muscle meat, including an one-step chopping method, two three-step chopping methods and a fat-muscle meat separate chopping method, on low temperature emulsified sausage quality characteristics were investigated to optimize the chopping method. Sausage was made of chicken and pork and its quality was determined by measuring water and oil-binding capacity, textural properties, sensory quality and microstructure. The results showed that among the four chopping methods, the sausage which was made by the fat-muscle meat separate chopping method had the lowest cooking loss and lowest total expressible fluid, the water and oil-binding capacity was the best. The chopping methods had little influence on springiness and cohesiveness of the sausage, but had a remarkable influence on hardness, chewiness, shearing force and shearing work of the sausage, and the sausage made by the fat-muscle meat separate chopping method had maximal above mentioned parameters, also had the largest index L-value, a-value and sensory qualities. The scanning electron microscopy indicated that the protein matrix of the sausage made by the separate chopping method was more compacted than that of the sausages by the other methods. The sausage made by the separate chopping about fat and muscle had the best qualities.

Key words low temperature emulsified sausage; chopping; texture; sensory evaluation; microstructure

收稿日期: 2011-03-29

基金项目: 江苏省科技成果转化项目(BA2009007); 国家“973”计划项目(2010CB735700)

第一作者: 徐宝才, 高级工程师, 博士后, 主要从事肉品科学研究及产品研发, E-mail: baocaixu@163.com

通讯作者: 周光宏, 教授, 博士生导师, 主要从事肉品质量控制与加工研究, E-mail: ghzhou@njau.edu.cn

低温乳化香肠是采用斩拌、灌装、蒸煮、烟熏、巴氏杀菌、冷却等工艺生产而制成的一类即食肉制品,如法兰克福香肠、博洛尼亚香肠、维也纳香肠、香脆肠等。该类产品具有口感鲜嫩,营养丰富等优点,是消费者非常喜欢的一类肉制品。低温乳化香肠的最终品质不仅受配料种类及配比的影响,如原料肉种类及其僵直状态^[1-4]、亲水胶体^[5-8]、非肉蛋白^[9-11]和淀粉类^[12-14],而且受生产工艺中多方面因素的影响,其中关键技术在于斩拌。斩拌条件包括斩拌设备性能(刀的转速和锋利程度)、原辅料的斩拌方法、肉糜的斩拌终温和时间、斩拌状态(真空与否)、操作经验等。斩拌条件对乳化产品的质构、蒸煮损失率、颜色、持水力和口感有直接的影响,因此研究斩拌条件对低温乳化香肠加工品质和感官品质的影响对改善该类产品的品质有重要意义。从国外对乳化肉制品的研究看,主要集中在斩拌终温对产品质构、蒸煮损失率、剪切力及贮藏品质等的影响^[15-19],而国内学者多以论述形式阐述斩拌条件对乳化肉制品品质的影响^[20-23],缺乏理论数据支持,对斩拌方法的研究国内外尚无报道。通常,低温乳化香肠的斩拌方法为,首先瘦肉类原料加食盐、磷酸盐和部分冰水进行斩拌提取盐溶性蛋白,其次添加脂肪、混合辅料和部分冰水,最后加入淀粉、大豆分离蛋白和剩余冰水充分乳化^[22],但是该法未能解决低温乳化香肠质构特性差、出水出油性和口感等问题。本试验结合企业实际生产情况,以鸡肉与猪肉为主要原料,研究4种斩拌方法对低温乳化香肠品质和显微结构的影响,以优化低温乳化香肠的合理斩拌方法。

1 材料与方 法

1.1 材料与设备

1.1.1 试验原辅料

去皮鸡胸肉、分割猪碎肉、鸡皮、3:7肉(猪胴体分割时产生的一种高脂肪含量的碎肉, $m(\text{瘦肉}):m(\text{肥肉})=3:7$,全文同。)、各种调味料,均由南京雨润食品有限公司提供;玉米淀粉,河南淇雪淀粉有限公司生产;动物肠衣,天津鑫和肠衣有限公司;大豆分离蛋白,哈高科大豆食品有限责任公司。

1.1.2 设备仪器

MB-22S台式绞肉机,北京南常肉食机械有限公司;SM33T2斩拌机,K+G WETTER公司;VF620真空灌肠机 德国汉德曼公司;Maurer1烟熏炉 德国莫尔公司;杀菌装置 南京雨润食品有限公

司生产;DLZ-420D连续真空包装机,台湾小康公司;TA-XT2i质构仪,英国 Stable Micro System公司;HWSC-S色差计 上海精密科学仪器有限公司;JSM-6390PLV型电子扫描显微镜 日本 HITACHI公司。

1.2 方 法

1.2.1 低温乳化香肠制备流程及操作要点

低温乳化香肠的基本配方如下:原料肉 100 kg(其中鸡胸肉、猪碎肉、鸡皮与3:7肉配比为25:25:40:10),辅料添加量(原料中各辅料的质量分数)分别为:冰水 71%($m(\text{冰}):m(\text{水})=4:1$)、分离蛋白 7%、淀粉 16%、卡拉胶 1%、食盐 3%、白糖 3.4%、味精 0.44%、磷酸盐 0.6%、乳酸钠 4%、防腐剂 0.6%、亚硝酸钠 0.004%、异抗坏血酸钠 0.03%、白胡椒粉 0.24%、猪肉香精 0.6%,自制复配色素少许。

制备流程:原料肉→解冻→绞制→斩拌→灌装→干燥→烟熏→蒸煮→冷却→真空包装→巴氏杀菌→冷却→成品。操作要点:原料肉常温下解冻后,鸡胸肉、猪碎肉用8 mm孔板绞制,鸡皮、3:7肉用3 mm孔板绞制,采用1.2.2方法的4种斩拌方法进行乳化加工,乳化好的肉糜采用真空灌肠机和直径28~30 mm的动物肠衣进行灌装,然后在烟熏炉进行干燥、烟熏、蒸煮工艺,其设定程序条件为65℃干燥25 min,65℃烟熏25 min,82℃蒸煮40 min;在8℃散热间冷却至中心温度为8℃,连续真空包装机进行包装;90℃杀菌40 min;流动自来水完全冷却后于0~4℃冷库保存24 h取样测定。

1.2.2 低温乳化香肠斩拌方法试验设计

一步斩拌法:将绞制的所有原料肉、蛋白粉、盐类、淀粉类、色素水、香辛料及冰水等一次性全部倒入斩拌机内,先低档搅拌混匀所有原辅料,后边斩拌边加入所有冰水斩成肉糜状,时间为6 min。

三步斩拌法 I:先将绞制的鸡胸肉和猪碎肉投入斩拌机内,加入食盐和磷酸盐及1/2冰水斩拌2 min;然后依次加入3:7肉、分离蛋白和卡拉胶、色素水、糖、味精,继续斩拌3 min;最后依次加香辛料、淀粉类、1/2冰水斩拌1 min。

三步斩拌法 II:先将绞制的鸡胸肉和猪碎肉投入斩拌机内,加入食盐和磷酸盐及1/3冰水斩拌2 min后;然后依次加入3:7肉、分离蛋白和卡拉胶、色素水、糖、味精、1/3冰水继续斩拌3 min;然后依

次加香辛料、淀粉类、1/3冰水斩拌1 min。

肥瘦肉分离斩拌法:将脂肪类原料肉与瘦肉类原料肉分别制作为乳化脂和乳化瘦肉糜,然后再将两者继续斩拌成肉糜的方法。具体操作:先将分离蛋白加少量冰水(1/4)充分水合,再加鸡皮和3:7肉斩拌乳化制成乳化脂,时间为2 min;将绞制的鸡胸肉和猪碎肉投入斩拌机内,加入食盐和磷酸盐及1/4冰斩拌2 min后;依次加入乳化脂、卡拉胶、色素水、糖、味精、1/4冰继续斩拌1 min;然后依次加香辛料、淀粉类、剩余冰水斩拌1 min。

1.2.3 质构测试

1)质构剖面分析:采用英国公司生产的TA.XT2型物性测定仪对低温乳化香肠进行质构剖面分析(TPA),包括硬度、弹性、凝聚性和咀嚼性。将低温乳化香肠剥去肠衣切成20 mm的圆柱体,室温下用物性测试仪进行测定。测前速度2 mm/s,测中速度1 mm/s,测后速度1 mm/s,触发力5 g,样品高度20 mm,压缩距离10 mm,测定间隔时间5 s,探头型号P/50。TPA结果采用TPA-macro分析,样本数 $n=20$ 。

2)剪切试验:采用TA.XT2型物性测定仪测试,探头选用V型HDP/BS。剪切功定义为剪切力达到最大剪切力过程中剪切曲线与坐标轴之间的面积($N \cdot s$),测试前速度1.5 mm/s,测试速度1.5 mm/s,测试后速度10 mm/s,触发力40 g,样品高度20 mm,剪切距离30 mm,样本数 $n=10$ 。

1.2.4 保水保油性测试

保水保油性通过肉糜蒸煮损失率和样品总压出汁液反映。

1)蒸煮损失率:测定样品蒸煮前和蒸煮冷却后质量的变化率,取3次平行测定的平均值。

$$\text{蒸煮损失率}/\% = ((\text{蒸煮前质量} - \text{蒸煮后质量}) / \text{蒸煮前质量}) \times 100$$

2)总压出汁液:参考Pietrasik及Carballo的压力法并做修改,称取产品约0.3 g或切片厚1 cm,置于滤纸上用2 kg的压力压制样品维持5 min,测定质量变化率,样本数 $n=10$ ^[24-25],本研究用TA.XT2型物性测定仪和P/50探头测试。测试条件如下:程序,Hold Until Time;模式,压缩;力,2 kg,持续时间,300 s,测前速度1 mm/s,测中速度0.5 mm/s,测后速度10 mm/s,触发力5 g。

$$\text{总压出汁液}/\% = ((\text{压前样品质量} - \text{压后样品质量}) / \text{压前样品质量}) \times 100$$

1.2.5 色泽测定

室温下用HWSC-S色差仪测定低温乳化香肠横截面的亮度值(L^*)、红度值(a^*),样本数 $n=10$ 。

1.2.6 感官评定

参考Somboonpanyakul^[26]的方法。低温乳化香肠的感官评定由雨润集团技术中心的专家和技术人员进行评定,小组由10人组成。感官指标硬度、质地、弹性、色泽、风味和总接受性采用10分制进行嗜好程度感官评定,样品采用3位随机数字编号,评定时成员之间单独进行且互不交流,样品评定之间用清水漱口。

1.2.7 显微结构测试

采用扫描电子显微镜观察,参考Alfonso^[27]的方法,并略做修改。将样品切成2 mm小块,用3.5%戊二醛固定液浸泡24 h,再用0.1 mol/L、pH7.2磷酸盐缓冲液浸泡15 min,重复3次。1%锇酸固定液固定2 h,再用0.1 mol/L、pH7.2磷酸盐缓冲液浸泡15 min,重复3次。依次用50%、70%、80%、90%、100%乙醇脱水各10 min,最后用醋酸正戊酯浸泡15 min,重复2次。加入20%二甲亚砜(DMSO)浸泡8 h,采用液氮迅速冷却后进行冷冻干燥,干燥好的样品再用IB-3离子溅射仪镀金,最后用JSM-6390PLV型扫描电子显微镜观察其微观结构。

1.2.8 统计分析

应用SAS8.1软件分析,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 斩拌方法对低温乳化香肠保水保油性的影响

低温乳化香肠的保水保油性通过肉糜的蒸煮损失率和成品的总压出汁液来反映。蒸煮损失率反映肉糜的乳化体系在加热蒸煮过程中保持水分的能力,数值越大表明低温乳化香肠保水性越差,出品率越低;总压出汁液反映终产品凝胶体系的保水保油能力,其主要成分是水分子和油脂,该数值越大表明低温乳化香肠保水保油能力越差。乳化香肠的保水保油性取决于肉糜的乳化特性及其加热成型后的凝胶体系的结构特征。

由表1可知,斩拌方法对低温乳化香肠的蒸煮损失率和总压出汁液均有显著影响($P < 0.05$)。其中,2种三步斩拌法制作的低温乳化香肠其蒸煮损失率无显著性差异,并且均高于一步斩拌法和肥瘦

肉分离斩拌法；从总压出汁液可知，肥瘦肉分离斩拌法制作的低温乳化香肠其总压出汁液最低，其次

由小到大为三步斩拌法Ⅱ、三步斩拌法Ⅰ和一步斩拌法。

表1 斩拌方法对低温乳化香肠保水保油性的影响

Table 1 Effect of chopping methods on water and oil-binding capacity of low temperature emulsified sausages

指标	一步斩拌法	三步斩拌法Ⅰ	三步斩拌法Ⅱ	肥瘦肉分离斩拌法
蒸煮损失率/%	14.62±0.38 b	16.04±0.30 a	16.42±0.28 a	14.60±0.17 b
总压出汁液/%	4.30±0.09 a	4.09±0.04 a	3.42±0.29 b	2.87±0.10 c

注：不同小写字母标注的同行数据具有显著性差异($P<0.05$)。

这可能是由于采用肥瘦肉分离斩拌法提取的盐溶性蛋白较充分，可包埋经预先乳化成合理直径大小的脂肪微粒，该肉糜的乳化体系较稳定，因而保水保油性最好；而采用一步斩拌法制作肉糜时，由于在斩拌肌原纤维蛋白时，食盐和磷酸盐在整个体系的浓度较低即离子强度较低，因此盐溶性蛋白提取率较低，不足以完全包裹脂肪，进而造成乳化体系不稳定，因此总压出汁液值最大，出水出油严重。三步斩拌法Ⅰ的总压出汁液值显著大于三步斩拌法Ⅱ，存在显著性差异($P<0.05$)，这可能是因为在斩拌肌肉时，盐浓度不同导致盐溶性蛋白提取率不同。盐溶性蛋白只有在一定浓度的盐溶液中才可以溶解，

并且在一定范围内，随着盐浓度的升高，盐溶蛋白热诱导凝胶的保水性也相应的提高^[30]。

2.2 斩拌方法对低温乳化香肠质构的影响

斩拌方法对低温乳化香肠质构的影响见表2。4种斩拌方法对低温乳化香肠的弹性和内聚性无影响($P>0.05$)，但对其硬度、咀嚼度、剪切力和剪切功有显著性影响($P<0.05$)。其中，肥瘦肉分离斩拌法制作的低温乳化香肠的硬度、咀嚼度均最大，一步斩拌法的次之，其次为三步斩拌法Ⅱ，三步斩拌法Ⅰ的最小。从剪切功值看，肥瘦肉分离斩拌法的最大，其次由大到小依次为一步斩拌法、三步斩拌法Ⅱ和三步斩拌法Ⅰ。

表2 斩拌方法对低温乳化香肠质构特性的影响

Table 2 Effect of chopping methods on texture characteristics of low temperature emulsified sausages

斩拌方法	硬度/g	弹性	内聚性	咀嚼度/g	剪切力/N	剪切功/(N·s)
一步斩拌法	8 874±750 b	0.92±0.02	0.36±0.02	2 960±258 b	19.83±2.67 b	191±13 b
三步斩拌法Ⅰ	7 455±714 c	0.91±0.01	0.36±0.02	2 426±274 c	19.78±1.90 b	167±10 c
三步斩拌法Ⅱ	8 142±801 bc	0.90±0.03	0.38±0.04	2 735±316 bc	21.68±1.67 b	182±13 b
肥瘦肉分离斩拌法	11 264±712 a	0.90±0.01	0.37±0.03	3 746±425 a	24.64±1.56 a	203±9 a

注：不同小写字母标注的同列数据具有显著性差异($P<0.05$)。

这可能主要是由于大豆分离蛋白的添加方式不当及盐溶性蛋白的提取率不充分所导致。肥瘦肉分离斩拌法制作低温乳化香肠时，是先将大豆分离蛋白充分水合后再与脂肪类原料肉斩拌成乳化脂，然后再与乳化瘦肉糜斩拌混合，该法充分利用了大豆分离蛋白的功能特性即溶解性和乳化性，而其他3种斩拌方法均是以干粉形式加入，均未很好地利用其功能特性。大豆分离蛋白先充分溶解于水溶液中，与水分子发生氢键作用，氢键的相互作用有利于乳化活性和乳化稳定性^[32]。大豆分离蛋白乳化功能的体现取决于制备方法，只有在其先附水或先成

胶后，并在加盐之前添加才能发挥出来^[33]。

此外，4种斩拌方法中，在斩拌肌肉时由于加水量的不同，导致食盐和磷酸盐的浓度不同，因而盐溶性蛋白的提取率不同。肥瘦肉分离斩拌法时，斩拌肌肉时加水量为总水量的1/4，而三步斩拌法Ⅰ与三步斩拌法Ⅱ提取盐溶性蛋白时加水量均大于该法。多数研究者认为离子强度对盐溶性蛋白影响最大，较高的离子强度有利于良好凝胶体系的形成^[28-30]。

2.3 斩拌方法对低温乳化香肠色泽的影响

肥瘦肉分离斩拌法制作的低温乳化香肠亮度值

(L^*)最大,三步斩拌法Ⅱ的最小(表3),这主要是由于前者斩拌的肉糜比较均匀、细腻,经加热成型后呈现良好的结构和光泽。斩拌方法显著影响低温乳化香肠的红度值(a^*),三步斩拌法Ⅰ、三步斩拌法Ⅱ和肥瘦肉分离斩拌法的红度值无显著性差异,但是显著高于一步斩拌法的,这可能是由于添加亚硝酸盐的时机不同所导致。前3种方式在斩拌肌原

纤维蛋白提取盐溶性蛋白时添加了亚硝酸盐,可相对集中地和肌肉中的肌红蛋白相互作用产生鲜红色的亚硝基肌红蛋白,而采用一步斩拌法斩拌肌肉时,亚硝酸盐没有相对集中地与肌红蛋白作用,因此要充分发挥亚硝酸盐的发色作用,必须在斩拌破坏肌肉组织时添加方可充分与肌红蛋白相互作用,改善产品色泽。

表3 斩拌方法对低温乳化香肠色泽的影响

Table 3 Effect of chopping methods on color of low temperature emulsified sausage

色度	一步斩拌法	三步斩拌法Ⅰ	三步斩拌法Ⅱ	肥瘦肉分离斩拌法
亮度	64.55±0.61 ab	64.92±0.46 a	64.27±0.49 b	65.07±0.37 a
红度	20.61±0.48 b	21.24±0.36 a	21.25±0.25 a	21.08±0.12 a

注:不同小写字母标注的同行数据具有显著性差异($P<0.05$)。

2.4 斩拌方法对低温乳化香肠感官品质的影响

斩拌方法制作对低温乳化香肠的风味无显著性影响,但对其余感官指标有显著性影响(表4)。采用肥瘦肉分离斩拌法制作的低温乳化香肠具有最好的感官品质,感官评价时具有一定咀嚼度和硬度,并具有致密的组织结构和弹性。表2的质构数据显示该法生产的低温乳化香肠硬度、咀嚼度、剪切力和剪

切功均最大,与质构数据相吻合。采用一步斩拌法制作的低温乳化香肠总体口感虽然仅次于肥瘦肉分离斩拌法的,但是其结构较粗糙,弹性较差,色泽评分最低,同时切面有脂肪油渗出。采用三步斩拌法Ⅰ与三步斩拌法Ⅱ制作的低温乳化香肠硬度有显著性差异,而其余各项指标无显著性差异,但是三步斩拌法Ⅱ的评分值均略高于三步斩拌法Ⅰ。

表4 斩拌方法对低温乳化香肠感官品质的影响

Table 4 Effect of chopping methods on sensory qualities of low temperature emulsified sausage

斩拌方法	硬度	质地	弹性	色泽	风味	总接受性
一步斩拌法	7.71±0.36 b	7.71±0.45 b	7.86±0.64 ab	7.57±0.49 c	8.29±0.45 a	8.14±0.64 b
三步斩拌法Ⅰ	6.14±0.64 d	7.00±0.53c	7.29±0.88 b	7.79±0.36 bc	8.14±0.23 a	7.43±0.49 c
三步斩拌法Ⅱ	6.71±0.36 c	7.57±0.49b c	7.71±0.45 ab	8.14±0.35 ab	8.00±0.53 a	7.50±0.46 c
肥瘦肉分离斩拌法	8.43±0.49 a	8.57±0.49 a	8.43±0.42 a	8.50±0.46 a	8.21±0.25 a	9.00±0.53 a

注:不同小写字母标注的同列数据具有显著性差异($P<0.05$)。表中各感官指标数据为感官评定人员打分的平均值,各感官指标评定标准为:硬度,1=非常软,10=非常硬;质地,1=切面粗糙,10=切面细腻;弹性,1=无弹性,10=弹性良好;色泽,1=暗褐色,10=粉褐色;风味,1=令人厌恶,10=非常令人愉悦;总接受性,1=不可接受,10=接受性非常高。

2.5 斩拌方法对低温乳化香肠显微结构的影响

斩拌方法对低温乳化香肠显微结构的影响见图1:呈圆球形的颗粒为吸水溶胀后的淀粉颗粒,其余为蛋白凝胶基质网络即由盐溶性蛋白与大豆分离蛋白及亲水胶体等共同形成,而脂肪球则被蛋白基质所包裹,在固定洗脱过程中已被抽提出,在蛋白基质中呈现小空洞。同时可见淀粉形貌比较完整,结晶结构未遭到破坏仍呈颗粒状形式,以填充剂形式填充于蛋白凝胶基质中,起支持作用,共同维持低温乳化香肠的三维网络结构。本试验添加的是玉米原淀

粉,其糊化温度较高,一般为62~72℃,而肉糜在干燥、烟熏、蒸煮时环境温度分别在65、65和82℃,在热作用下蛋白质分子逐渐聚集、凝胶化,而淀粉在65℃难以糊化完全,分子结构伸展不充分,因而淀粉的吸水量有限,从而影响了整个体系的保水性。因此淀粉的凝胶特性、糊化特性和膨胀度在很大程度上影响低温乳化香肠的凝胶特性、保水保油性及其口感(粉感重),甚至会破坏原有蛋白结构。采用糊化温度低、膨胀度高及具有胶凝性的原淀粉或变性淀粉有益于产品的品质。

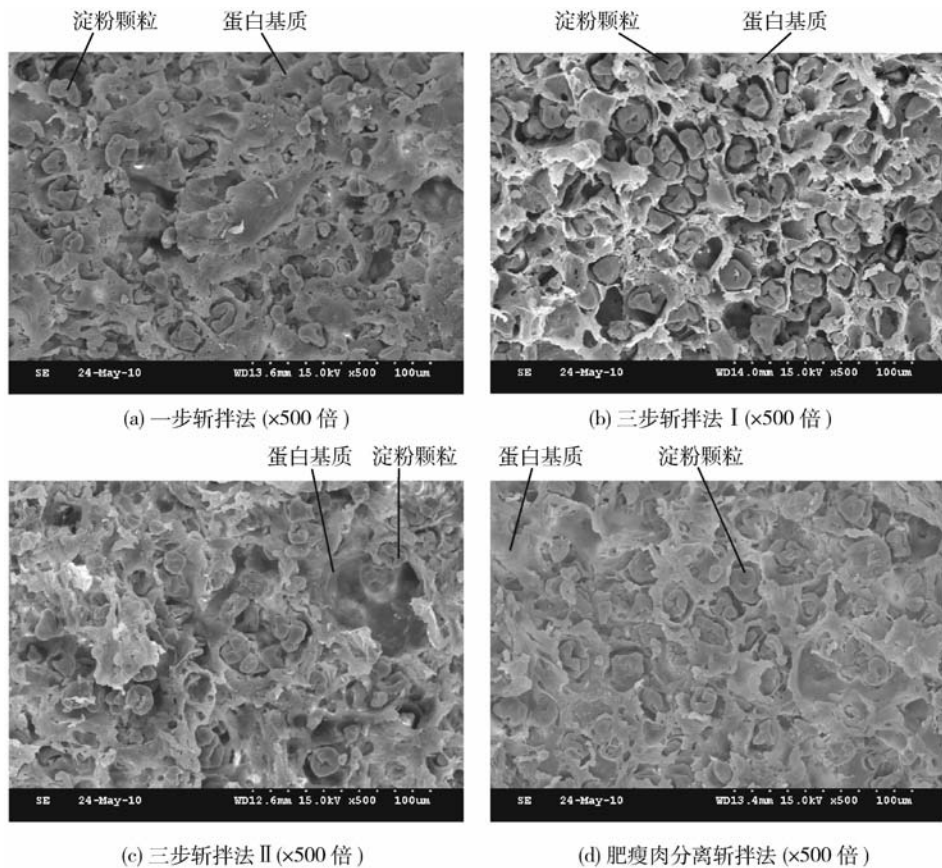


图1 斩拌方法对低温乳化香肠显微结构的影响

Fig.1 Effect of chopping methods on microstructure of low temperature emulsified sausage

由图1可知,4种斩拌方法制作的低温乳化香肠显微结构有明显区别。从淀粉颗粒包埋率看,三步斩拌法I的淀粉颗粒包埋率最低(图1(b)),切面的裸露淀粉颗粒最多;而肥瘦肉分离斩拌法的淀粉颗粒包埋率最高(图1(d)),切面的裸露淀粉颗粒最少;一步斩拌法(图1(a))与三步斩拌法II(图1(c))相当。从蛋白基质结构看,肥瘦肉分离斩拌法提取的切面的蛋白基质网络最多,且致密度最强,结构最好;而三步斩拌法I的最少,且蛋白网络交联不够紧密,较粗糙,结构最差,这也说明该法提取的盐溶性蛋白不充分所导致;一步斩拌法蛋白凝胶网络结构与三步斩拌法II无明显区别。

因此,从显微结构看,低温乳化香肠的凝胶结构最好的为肥瘦肉分离斩拌法,最差的为三步斩拌法I,一步斩拌法与三步斩拌法II相当属中等。这恰好与前期数据相吻合,采用肥瘦肉分离斩拌法的低温乳化香肠的蒸煮损失率和总压出汁液最低,产品的硬度和咀嚼度及剪切力和剪切功均最大,感官评价也最高;三步斩拌法I的质构数据最差,保水保油

性最差;一步斩拌法与三步斩拌法II质构数据无显著性差异。

3 结论

1)斩拌方法显著影响低温乳化香肠的保水保油性,即对低温乳化香肠的蒸煮损失率和总压出汁液均有显著影响。4种斩拌方法中,肥瘦肉分离斩拌法制作低温乳化香肠的蒸煮损失率和总压出汁液最低,保水保油性最好。

2)斩拌方法对低温乳化香肠的弹性和内聚性影响不大,但是对硬度、咀嚼度、剪切力和剪切功均有极显著影响,肥瘦肉分离斩拌法的低温乳化香肠具有最大的硬度、咀嚼度、剪切力和剪切功,同时具有最大的亮度值、红度值和感官品质。

3)扫描电镜显示肥瘦肉分离斩拌法制作的低温乳化香肠内部蛋白基质结构最致密,同时淀粉以填充剂形式被蛋白基质所包埋,淀粉特性影响产品的品质。不同种类的淀粉对低温乳化香肠品质的影响尚待进一步研究。

4)生产加工低温肉制品时,在滚揉或斩拌提取盐溶性蛋白时,通过控制最初加水量而相对提高食盐和磷酸盐的质量浓度,以促使更多的盐溶性蛋白的溶出。其次,为了充分发挥大豆分离蛋白的功能特性,首先将其水合或先成胶后再与其他辅料混合加工成产品。

参 考 文 献

- [1] Lan Y H, Nowakowski J, McCusker R H, et al. Thermal gelation of myofibrils from pork, beef, fish, chicken and turkey[J]. *Journal of Food Science*, 1995, 60(5): 941-945
- [2] Lan Y H, Sebranek J G. Functional protein components in lean finely textured tissue from beef and porks[J]. *Journal of Food Science*, 1996, 61(6): 1155-1159
- [3] 王鹏. 僵直前预混合对乳化肠保水和质构性质的影响[D]. 南京: 南京农业大学, 2007
- [4] Dzudie T, Okubanjo A. Effects of rigor state and tumbling time on quality of goat hams[J]. *Journal of Food Engineering*, 1999, 42(2): 103-107
- [5] 代佳佳, 徐幸莲, 周光宏. 亲水胶体和玉米变性淀粉对低脂鸡肉肠的影响[J]. *江西农业学报*, 2009, 21(6): 84-87
- [6] Totosaus A, Pérez-Chabela M L. Textural properties and microstructure of low-fat and sodium-reduced meat batters formulated with gellan gum and dicationic salts[J]. *Food Science and Technology*, 2009, 42(2): 563-569
- [7] Candogan K, Kolsarici N. The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters[J]. *Meat Science*, 2003, 64(2): 199-206
- [8] Candogan K, Kolsarici N. Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin[J]. *Meat Science*, 2003, 64(2): 207-214
- [9] 程巧芬, 徐幸莲, 周光宏. 转谷氨酰胺酶及非肉蛋白对糜状肉制品质构性能的影响[J]. *南京农业大学学报*, 2003, 26(2): 88-92
- [10] Pietrasik Z, Jarmoluk A, Shand P J. Effect of non-meat proteins on hydration and textural properties of pork meat gels enhanced with microbial transglutaminase[J]. *Food Science and Technology*, 2007, 40(5): 915-920
- [11] 孙健. 转谷氨酰胺酶及其他功能性添加剂对鸡肉肉质特性的影响[D]. 南京: 南京农业大学, 2004
- [12] Garcia-Garcia E, Totosaus A. Low-fat sodium-reduced sausages: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and κ -carrageenan by a mixture design approach[J]. *Meat Science*, 2008, 78(4): 406-413
- [13] Aktas N, Genecelep H. Effect of starch type and its modifications on physicochemical properties of bologna-type sausage produced with sheep tail fat[J]. *Meat Science*, 2006, 74(2): 404-408
- [14] Pietrasik Z. Effect of content of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics, and colour of comminuted scalded sausages[J]. *Meat Science*, 1999, 51(1): 17-25
- [15] Colmenero F J, Carrascosa A V, Barreto G, et al. Chopping temperature effects on the characteristics and chilled storage of low- and high-fat pork Bologna sausages[J]. *Meat Science*, 1996, 44(1-2): 1-9
- [16] Thomas R, Anjaneyulu A S R, Gadekar Y P, et al. Effect of comminution temperature on the quality and shelf-life of buffalo meat nuggets[J]. *Food Chemistry*, 2007, 103(3): 787-794
- [17] Hensley J L, Hand L W. Formulation and chopping temperature effects on beef frankfurters[J]. *Journal of Food Science*, 1995, 60(1): 55-57
- [18] Sutton D S, Hand L W, Newkirk K A. Reduced fat, high moisture beef frankfurters as affected by chopping temperature[J]. *Journal of Food Science*, 1995, 60(3): 580-582
- [19] 周伟伟, 刘毅, 陈霞, 等. 斩拌终温对乳化型香肠品质影响的研究[J]. *食品工业科技*, 2008, 3(29): 76-82
- [20] 雅昊. 低温乳化肉制品的加工工艺[J]. *肉类研究*, 2007(9): 21-24
- [21] 高晓平, 黄现青, 李苗云, 等. 斩拌在低温肉制品加工过程中的作用[J]. *肉类研究*, 2009(1): 22-24
- [22] 刘迪迪, 孔保华. 斩拌条件和添加成分对肉糜类制品质量的影响[J]. *肉类研究*, 2009(3): 14-18
- [23] 周伟伟, 刘毅, 陈霞, 等. 斩拌条件对乳化型香肠品质和微结构的影响[J]. *肉类研究*, 2007(3): 38-40
- [24] Pietrasik Z, Jarmoluk A. Effect of sodium caseinate and κ -carrageenan on binding and textural properties of pork muscle gels enhanced by microbial transglutaminase addition[J]. *Food Research International*, 2003, 36(3): 285-294
- [25] Carballo J, Mota N, Barreto G, et al. Binding properties and colour of bologna sausage made with varying fat levels, protein levels and cooking temperatures[J]. *Meat Science*, 1995, 41(3): 301-313
- [26] Somboonpanyakul P, Barbut S, Jantawat P, et al. Textural and sensory quality of poultry meat batter containing malva nut gum, salt and phosphate[J]. *Food Science and Technology*, 2007, 40(3): 498-505
- [27] Totosaus A, Pérez-Chabela M L. Textural properties and microstructure of low-fat and sodium-reduced meat batters formulated with gellan gum and dicationic salts[J]. *Food Science and Technology*, 2009, 42(2): 563-569
- [28] Lavelle C L, Foegeding E A. Gelation of turkey breast and thigh myofibrils: effects of pH, salt and temperature[J]. *Journal of Food Science*, 1993, 58(4): 727-730
- [29] Boyer C, Joandel V, Roussilhes V, et al. Heat-induced gelation of myofibrillar proteins and myosin from fast- and slow-twitch rabbit muscles[J]. *Journal of Food Science*, 1996, 61(6): 1138-1142
- [30] 彭增起. 肌肉盐溶蛋白质溶解度和凝胶特性研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2005
- [31] 张根生, 岳晓霞, 李继光, 等. 大豆分离蛋白乳化性影响因素的研究[J]. *食品科学*, 2006, 27(7): 48-51
- [32] 周炎, 黄行健, 吕思伊, 等. 物理作用力对大豆分离蛋白乳化性及乳化稳定性的影响[J]. *食品科学*, 2010, 31(7): 71-74
- [33] 杨继勤. 功能大豆浓缩蛋白在乳化肉制品中的应用[J]. *中国食品工业*, 1999(10): 26-28