

常用辅料提高肠类制品品质研究进展

张根生, 刘俊杞, 王铁钧, 岳晓霞, 黄铭

(哈尔滨商业大学 食品工程学院, 哈尔滨 150076)

摘要: **目的** 综述肠类制品中一些常用辅料的添加对产品品质的改善作用。**方法** 阐述影响肠类制品品质的4个主要评价指标(感官指标、理化指标、营养指标和安全指标), 并从4个指标出发, 分别叙述各类辅料对肠类制品品质的影响及效果差异, 概括该方面的研究成果及发展前景。**结果** 目前研究发现多种辅料可显著提高肠类制品品质, 但肠类制品中常使用的辅料种类仍然不多, 且对辅料间协同搭配应用不够重视, 因此在通过添加辅料对提高肠类制品品质方面还需进一步研究, 研究重点应为通过研究多种辅料间的协同搭配作用, 较好地发挥辅料对改善肠类制品品质的作用。**结论** 常用辅料可显著提高肠类制品的品质, 研究肠类制品中常用辅料的协同搭配是今后一个重要方向。

关键词: 肠类制品; 品质; 辅料; 研究进展

中图分类号: TS251.5 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2020)19-0038-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.19.006

Research Progress of Commonly Used Excipients to Improve the Quality of Sausage Products

ZHANG Gen-sheng, LIU Jun-qi, WANG Tie-jun, YUE Xiao-xia, HUANG Ming

(College of Food Engineering, Harbin University of Commerce, Harbin 150076, China)

ABSTRACT: The work aims to review the effects of the addition of some commonly used excipients in sausages on product quality. The article described four main evaluation indicators that affected the quality of sausages, sensory evaluation, physical and chemical indicators, nutritional indicators, and food safety. Based on the four indicators, the effects of various excipients on the quality of sausage products and their differences were described respectively, and the research results and development prospects in this area were summarized. Various studies found that a variety of excipients can significantly improve the quality of sausage products. However, there were few types of excipients commonly used in sausage products, and there was not enough attention paid to the synergistic application of excipients. Therefore, the addition of excipients needed to be further studied to improve the quality of sausage products. The study should focus on the synergistic effect of various excipients, so that the performance of excipients in improving the quality of sausage products can be better played. In conclusion, commonly used excipients can significantly improve the quality of sausage products. Collaboration of excipients commonly used on sausage products is an important study direction in the future.

KEY WORDS: sausage products; quality; excipients; research progress

肠类制品一般指以新鲜家畜、家禽或者鱼肉类为原料制作成的易于在常温下保存的肉制品。肠类制品

是肉类生产加工的一种形式, 作为人们日常食用的肉制品种类之一, 具有风味浓郁和品种丰富的特点, 是

收稿日期: 2020-07-10

基金项目: 黑龙江省“百千万”工程科技重大专项(2019ZX07B03)

作者简介: 张根生(1964—), 男, 硕士, 哈尔滨商业大学教授, 主要研究方向为畜产品加工。

肉制品的热销品种, 备受消费者的喜爱^[1]。肠类制品的品质主要通过感官指标、理化指标、营养指标及安全指标来衡量。为了得到高品质的肠类制品, 在加工过程中必须要严格把控产品的品质指标, 最终的成品才能做到“色香味俱全”, 添加一些辅料能够更好地提升产品的品质^[2]。

感官指标可以表征肠类制品的色、香、味和形等方面, 肠类制品除了应具有良好的色泽和风味外, 还应具有良好的质构特性。食品的质构(质地)是反映食品的物理性能(主要是力学性能)和产品组织结构的一种感官特性, 包括食品的硬度、弹性、黏聚性等, 食品质地对产品品质的影响很大^[3]。由于肠类制品的品种繁多, 因此对于不同种类的产品及其感官指标的要求也不相同, 但每种肠类产品都应有企业标准、行业标准或国家标准。感官指标对肠类制品的生产加工十分重要, 一方面感官评定是消费者直观衡量肠类产品价值的重要指标, 另一方面通过感官评定可以选出最优产品, 从而确定肠类制品的最优配方^[4]。

理化指标的主要内容包括水分含量、盐分含量及亚硝酸盐残余量。肠类产品的水分应根据品种不同控制其含量, 因为水分含量、保水性等指标直接影响肠类制品的风味与口感, 只要能有效并合理地控制产品水分含量, 就能够起到延长产品保质期和提高产品出品率的作用^[5]。肉制产品中水分的分布大致包括两大类(自由水和结合水), 影响产品本身风味主要是结合水的作用, 而自由水对产品主要起到溶剂作用, 呈游离状, 易挥发, 易被微生物利用。产品中游离水的含量越高, 其相对应的产品水分活度值也越高, 越易引起微生物腐败^[6], 所以在肠类制品的生产加工过程中, 要尽量使产品的水分活度值变低。亚硝酸盐可以起到防腐、抗氧化的作用, 并且可以作为固色剂使用^[7], 因为它可以在肉制品中发生反应生成亚硝基红蛋白, 增进色泽; 它还能够抑制肉制品中微生物的繁殖, 从而延长产品的保质期。在食品行业中, 对亚硝酸盐残留量的要求尤为严格, 因为这关系到消费者的食用安全。一般情况下, 肠类产品亚硝酸盐残余量不能超过 30 mg/kg^[8]。总之, 应通过测定肠类产品的理化指标, 来严格控制产品馅料的品质, 增强产品的食用安全性。另一方面, 肠类产品的保水性对其产品品质影响较大, 在肠类产品的馅料中加入各种辅料的目的之一就是提高产品的保水性, 因此产品的保水性也是其生产加工过程中需要重点关注的一种理化指标。

肠类制品是一种深加工的熟肉产品, 在原料肉的加工工艺上又增加了多道能够改善产品本身口感和品质的加工工序, 同其它传统肉类产品一样, 产品中的营养成分是消费者关注的一个方面。评价肠类制品营养价值的好坏有多个方面, 常见的例如产品是否富含蛋白质, 产品脂肪含量是否过多, 碳水化合物含量

的高低, 以及其它维生素、矿物质和膳食纤维的含量。增加肠类制品营养价值最常用手段就是添加辅料, 例如添加膳食纤维可以增强人体健康营养元素^[9]、添加植物蛋白可以生产出低脂产品^[10]、添加一些酵母菌发酵剂可使产品的消化性更好^[11]。从产品的功能方面来讲, 添加这些成分的目的是形成肠类产品系统中的稳定结构, 使人们能够从产品中摄入一些人体所需的健康营养元素。由此可见, 营养指标是定义肠类产品品质好坏的重要评价指标。

微生物指标是衡量肠类产品安全性的重要指标之一。所有的肠类制品都被明确规定不能含有任何致病菌, 为了达到这一目的, 在肠类制品的生产加工过程中, 特别是肠的烘烤、蒸煮、熏制等环节都要严格把控。在肠类制品生产加工过程中要保证原料肉质量的安全和添加到馅料中辅料质量的安全, 以保证产品的食用安全。另外通常在肠类制品中添加一些辅料可以抑制肠类制品加工和储存过程中脂肪和蛋白质的氧化, 减少有害生物胺的生成量和产品中亚硝酸盐的残留量, 抑制有害菌的繁殖^[12]。例如添加植物提取物和混合菌种剂^[13-14]可以达到延长产品货架期的目的。肠类制品的 pH 值也可以直观地反映产品的质量, 可以判定产品质量的好坏, 以及产品是否存在腐败迹象。

虽然肠类制品中原料肉对产品品质起到了决定性的作用, 但也可以通过选择合适的辅料添加到馅料中, 改善产品的质构和风味, 以及提高营养价值和安全性。文中通过综述辅料对肠类制品的营养、感官、理化和安全品质的影响, 为肠类制品的生产提供参考。

1 辅料对肠类制品感官指标的影响

添加辅料在一定程度上会改善肠类产品的外观、色泽、质地、风味、产品的质构等感官指标, 从而给消费者带来更良好的感官体验。Vasilev 等^[15]向发酵香肠原料中分别加入了不同质量分数的菊粉粉末和豌豆纤维, 最终的感官特性和化学特性结果显示, 产品的外观质地以及气味比对照组的香肠好。Kehlet 等^[16]选用黑麦麸皮、豌豆纤维以及两者的混合纤维作为辅料加入香肠和肉丸产品中, 并研究其对产品理化特性和感官特性的影响, 实验结果发现, 加入膳食纤维后, 产品的含水量适中, 口感更加适口, 提高了产品的感官品质。Huang 等^[17]同样研究了添加纤维对中国香肠的影响, 向香肠中分别添加了质量分数均为 3.5% 或 7% 的小麦纤维、燕麦纤维和菊粉, 实验结果显示: 添加了小麦纤维和燕麦纤维的质量分数均为 3.5% 的香肠, 其感官品质最优, 这可能是由于 2 种纤维的添加改善了香肠的质地。周恒悦等^[18]将蓝莓发酵汁加入香肠中, 研究发现, 加入蓝莓发酵汁的香肠其色泽、

风味等感官品质都得到显著提升,但当其质量分数大于4%时,香肠的组织形态和感官指标下降了很多,所以在添加辅料时要严格把控添加量。Wongwiwat等^[19]研究表明,添加复合磷酸盐能够促进金属离子的螯合,增强离子强度,降低离子与水之间的结合特性,提高肠类产品的保水性,增强产品的粘合性,使产品的口感和质地更好。刘蒙佳等^[20]在猪肉香肠馅料中加入胶原蛋白和燕麦,并利用复合发酵剂对产品进行发酵,实验结果显示,当添加质量分数为10%燕麦粉和质量分数为6%胶原蛋白粉时,制品的颜色更红润,组织更紧密,味道更细腻,还能够缩短香肠的生产周期。龚珏等^[21]研究了清酒乳杆菌、植物乳杆菌和戊糖片球菌作为发酵剂对牛肉灌肠的理化性质和挥发性风味的影响,实验结果显示,戊糖片球菌组的 L^* 值、 a^* 值和 b^* 值都随着产品发酵时间的延长而增高,并且均显著高于其他对照组($P<0.05$),而添加另外2种菌组发酵剂产品的硬度、黏聚性和咀嚼性与对照组相比更好,说明将功能性乳酸菌发酵剂接种到牛肉发酵灌肠中,在一定程度上能够改善香肠的质构和色泽,同时能促进挥发性风味物质的生成。杜鹃等^[22]将番茄粉加入猪肉灌肠中,通过实验分析发现,番茄粉的添加能使灌肠的咀嚼性和硬度得到有效改善;当添加质量分数为2%的番茄粉时,产品感官得分较高,其理化性质在整个储存过程中相对稳定,产品还被赋予了一种特殊的番茄风味。吴栋^[23]通过正交实验分析得出,当在馅料中加入质量分数为10%的变性淀粉时,哈尔滨红肠的弹性、硬度和粘聚性得到明显改善,口感得到明显提升。李应华^[24]利用变性淀粉代替天然淀粉加入熏煮类灌肠的馅料中,测定各组样品的感官和质构指标,实验结果表明,当灌肠产品中添加质量分数为10%的变性淀粉时,产品的硬度和咀嚼性最好,说明变性淀粉作为辅料添加到熏煮类灌肠中,能够改善产品的弹性和咀嚼性,有效提高产品品质。赵改名等^[25]研究发现,随着牛肉糜中碳酸氢钠添加量的增加,产品的pH值随之上升,水分含量也随之上升,并减小了产品内部的结构网格,使肌肉表面更顺滑,产品的色泽也变得更好。孙文秀等^[26]研究发现,将亚麻籽粉作为辅料添加到猪肉灌肠制品的馅料中,能够显著改善灌肠产品的质构特性,当添加质量分数为0.5%的亚麻籽粉时,可与添加淀粉实验组的产品达到相同的弹性值,嫩度也明显高于添加淀粉实验组和空白对照组的产品,此时产品的黏着性和咀嚼性更佳。刘婷等^[27]将TG酶和脂肪酶同时加入香肠制品中,研究了两者之间的交互作用对香肠品质的影响,实验表明,在低温腌制条件下,香肠制品的质构特性得到明显提升,当添加质量分数为0.2%的TG酶和质量分数为0.75%的脂肪酶时,香肠的品质和风味更好。

感官性状是影响消费者购买欲望最关键的因素,

大量的研究表明,添加一些天然植物纤维和提取物有利于改善产品的色泽和气味,同样添加适量的复合辅料及发酵菌种,会增强产品的质构特性,从而给人们带来更好的感官享受。

2 辅料对肠类制品理化指标的影响

由于肠类制品中辅料的添加会直接影响产品的出品率,出品率也是判断肠类产品品质较为关键的重要指标。Detienne等^[28]在猪里脊肉中添加复合磷酸盐,测定产品的蒸煮损失和产品水分含量,结果表明,添加辅料能提高产品的水分含量和出品率,增加产品的总质量。Park等^[29]在新鲜猪肉中添加TG酶和家蚕粉末制作成肉糊,结果发现,制品的蒸煮损失量明显降低,还改善了产品的理化特性。李朝阳等^[30]将绿豆蛋白按照不同的添加量加入香肠中,研究发现,随着绿豆蛋白添加量的增大,香肠的出品率得到提高,且最优方案为添加质量分数为6%的绿豆蛋白。郝娟等^[31]采用大豆分离蛋白、卡拉胶和复合磷酸盐等3种辅料,按照合理配比加入肠类制品中,研究结果表明,这3种辅料的添加显著提高了产品的出品率,减少了生产加工中蒸煮带来的损失,主要原因是这3种辅料复合具有协同作用,能够结合更多的水分子,从而提高产品的保水性和出品率。

将亲水性胶体、TG酶和植物蛋白等常见辅料添加到肠类制品中,能够改善产品的理化特性,提高产品的出品率。特别是通过这些辅料的合理复配使用,充分发挥它们的协同增效作用,是今后研究的一个重要方向。

3 辅料对肠类制品营养指标的影响

肉制品中一些辅料的添加会提高产品本身的营养价值,其中以膳食纤维为主,在过去的几十年间,人们已经尝试在肉制品中加入膳食纤维,并开发出了更有益于人体健康的肉类产品^[32]。Kim等^[33]综述了膳食纤维的主要来源和在肉制品中的应用,制得的肠类产品具有降低胆固醇、降血压、促进减重和降低患癌风险等功能。Selgas等^[34]在肉肠中加入了质量分数为5%的可溶性膳食纤维,评估结果表明,实验后的产品整体表现是合格的,并且降低了原有产品的热量,提高了膳食纤维含量,使产品更健康。Mehta等^[35]研究表明,将不同的膳食纤维掺入肉制品中,可提高人体肠道调节和吸收功能,并对其它心血管疾病也有帮助作用,进一步证实了纤维在疾病中能够起到的效果。Reimold等^[36]为了减少香肠产品中的脂肪含量,同时不会对产品的质构、外观和风味产生不良的影响,向其中添加适量的纤维替代产品中的少部分油脂脂肪,实验结果同期望的结果相同,脂肪含量明显

减少,且香肠的质地和风味未变。Ores 等^[37]研究了纤维对牛肉脂肪的替代效果,向牛肉中添加一定量的小麦纤维,并与对照组的脂肪含量对比,实验结果表明,新产品具有更低的脂肪和更高的纤维成分,而且营养价值更高。Bis-Souza 等^[38]研究了膳食纤维代替部分肉制品中的猪肉脂肪,结果表明,可以使用菊粉等辅料作为脂肪的替代物来生产更低脂、更健康的意大利香肠,还会得到更好的感官效果。彭悦等^[39]在香肠肉馅中加入玉米糝和猕猴桃渣等2种辅料,设计添加质量分数为5%,10%,15%等3个水平的猕猴桃渣和玉米糝,实验结果表明,添加质量分数为10%的玉米糝和质量分数为5%的猕猴桃渣为最佳的香肠生产工艺配方,此配方增加了香肠中膳食纤维的含量,降低了猪肉原料的用量,具有一定的营养价值。宋大巍等^[40]研究发现,燕麦的最佳预熟化工艺为常温浸泡8 h,煮制30 min。当燕麦以粉碎颗粒状加入香肠中时,香肠的整体品质可达到最好,当在香肠中添加燕麦后,其膳食纤维的质量分数可达2.01%,其脂肪的质量分数比普通香肠制品低15.6%,大大提高了产品的营养价值。

随着人们对肉制品营养需求的要求日渐增高,研制出更加富含营养、口感独特的肠类产品已是未来肉制品产业的必然发展趋势,最常见的膳食纤维以及一些天然植物的添加会让产品本身的营养价值更高,并可以降低制造成本。

4 辅料对肠类制品安全指标的影响

安全指标是评价肠类制品最重要的指标,随着贮藏条件的变化,产品本身的理化特性也会发生改变,甚至可能产生对人体有害的物质,而添加部分辅料会在一定程度上提高产品本身的安全性。Cava 等^[41]将质量分数均分别为1%,2%和3%的蔬菜纤维和菊粉加入鸡肉中,研究了贮藏条件对制品安全性的影响,结果表明,添加辅料能够缩短产品脂质氧化的过程,并减缓产品的腐败进程。Blanco-Lizarazo 等^[42]研究表明,在萨拉米香肠中添加菌类发酵剂会减少大肠杆菌群的数量,从而直接影响产品的安全性。刘静等^[43]研究了发酵剂的添加对香肠品质的影响,结果表明,香肠的pH值显著下降,水分活度下降速率增大,香肠色泽较好,对香肠生产加工储存过程中微生物腐败菌和致病菌的滋生起到了抑制作用,提高了产品的食用安全性和稳定性。

食盐(NaCl)是肠类制品中常用的辅料,可以在一定程度上抑制肠类制品中的微生物,起到延长产品储存期的作用^[44],但人体长期大量摄入钠离子,会影响身体健康。钾离子的性质类似于钠离子,也能起到维持人体正常渗透压和酸碱平衡的功能,可以采用氯化钾代替部分氯化钠(或部分钠离子)加入肠类制品

中^[45],但当钾离子浓度过高时,会影响肠类制品的风味和口感,导致产品出现苦味,使其感官值下降。曹峰等^[46]研究了在不影响肠类制品感官品质的基础上,在莱芜香肠中利用氯化钾代替氯化钠,并确定氯化钾的最适添加量,实验结果发现,氯化钾代替氯化钠的质量分数最高可达45%。在肠类制品加工生产过程中,可以使用氯化钾代替部分氯化钠,既可降低氯化钠的含量,又可提高产品的品质和安全性。

肉制品中亚硝酸盐过多会产生危害,曹如宁等^[47]在香肠中加入天然提取物壳聚糖,通过测定香肠中亚硝酸盐的去除率来确定壳聚糖对亚硝酸盐产生的影响,实验结果表明,当壳聚糖浸泡液添加量为0.1 mg/mL,贮存时间为50 min,温度为50℃时,壳聚糖能最大程度地去除香肠中的亚硝酸盐,去除率高达81.09%。FERNÁNDEZ-LÓPEZ 等^[48]研究了天然黑藜对香肠中亚硝酸盐残留量和脂质氧化值的影响,添加质量分数为3%的黑藜,产品的亚硝酸盐残留量和脂质氧化值更低。Wang 等^[49]采用天然提取物来代替鸡肉肠中的亚硝酸盐,研究了其对产品中李斯特菌的抑制作用,结果表明,添加的植物提取物替代了亚硝酸盐,在鸡肉肠中起到了抑菌作用,且效果显著。

肠类制品的安全指标一直都是肉制品中最为重要的指标,钠钾盐类、菌种发酵剂和少量的天然提取物等辅料的添加对产品中微生物及有害菌成分的抑制有明显效果,延长了产品的保质期。未来可以在以上方面做更多的摸索研究,找到更有效、更健康、更安全的肠类制品辅料,使产品变得更安全。

5 结语

在肠类制品的馅料中加入合适的辅料,可有效提高产品的感官特性、营养价值、理化特性和食用安全性。在添加辅料达到提高产品品质的同时,更要注意辅料间可能出现的协同增效作用和对食品安全不利产物的生成,以保障肠类制品品质的提升。目前,我国肉肠制品馅料中可添加的辅料种类还较少,且针对辅料协同搭配的研究不多,因此开发和研制更多品种的辅料,以及进行多种辅料间的合理搭配可能成为今后研究的突破口。重视研究多种辅料间的协同增效作用,提高产品的品质,才能生产出符合广大消费者需求的肠类制品。

参考文献:

- [1] 龙强, 聂乾忠, 刘成国. 发酵香肠研究进展及展望[J]. 食品科学, 2017, 38(13): 291—298.
LONG Qiang, NIE Qian-zhong, LIU Cheng-guo. Fermented Sausage: Recent Progress and Prospects[J]. Food Science, 2017, 38(13): 291—298.
- [2] 李霁, 刘能武, 汪德银, 等. 肉制品加工中食品添加

- 剂的应用[J]. 现代食品, 2019(4): 128—130.
- LI Ji, LIU Neng-wu, WANG De-yin, et al. Application of Food Additives in Meat Products Processing[J]. Modern Food, 2019(4): 128—130.
- [3] LEI Z, WEN L, HOUYIN W. General Guidance and Method for Establishing Index System of Food Sensory Evaluation[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2008, 8(3): 121—124.
- [4] ZAMUZ S, PURRIÑOS L, GALVEZ F, et al. Influence of the Addition of Different Origin Sources of Protein on Meat Products Sensory Acceptance[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2019, 43(5): e13940.
- [5] 孙军涛, 张智超, 孙鹤飞, 等. 香肠中亚硝酸盐替代品的研究[J]. 中国调味品, 2019, 44(2): 81—85.
- SUN Jun-tao, ZHANG Zhi-chao, SUN He-fei, et al. Study on Substitutes of Nitrite in Sausage[J]. China Condiment, 2019, 44(2): 81—85.
- [6] RIVERA N, BUNNING M, MARTIN J. Uncured-labeled Meat Products Produced Using Plant-derived Nitrates and Nitrites: Chemistry, Safety and Regulatory Considerations[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2019, 67(29): 8074—8084.
- [7] 刘满顺, 赵璐, 刘永峰, 等. 低温贮藏下分割牛肉品质变化的牛肉包装[J]. 包装工程, 2017, 38(11): 1—5.
- LIU Man-shun, ZHAO Lu, LIU Yong-feng, et al. Beef Package Based on Cut Beef Quality Changes in Cold Storage[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(11): 1—5.
- [8] QI Z, POLYTECHNIC E. Application of Natural Preservatives in Meat Products Preservation[J]. Modern Food, 2019(2): 71—73.
- [9] ZHANG H, WANG H, CAO X, et al. Preparation and Modification of High Dietary Fiber Flour: A Review[J]. Food Research International, 2018, 113: 24—35.
- [10] BENEKE V B, GRUENEWALD T, SEIDENECK R, et al. Histological Analysis of Meat Products for the Detection of Animal and Vegetable Protein Additives[J]. Fleischwirtschaft, 2019, 99(8): 76—86.
- [11] BIS-SOUZA C V, BARBA F J, LORENZO J M, et al. New Strategies for the Development of Innovative Fermented Meat Products: A Review Regarding the Incorporation of Probiotics and Dietary Fibers[J]. Food Reviews International, 2019, 35(5): 467—484.
- [12] ZHU Y, WANG P P, ZHAO J, et al. Dietary N-nitroso Compounds and Risk of Colorectal Cancer: A Case-control Study in Newfoundland and Labrador and Ontario, Canada[J]. British Journal of Nutrition, 2014, 111(6): 1109—1117.
- [13] SHAH M A, BOSCO S J D, MIR S A. Plant Extracts as Natural Antioxidants in Meat and Meat Products[J]. Meat Science, 2014, 98(1): 21—33.
- [14] 王敏. 发酵香肠及其发酵剂的研究进展[J]. 江苏调味副食品, 2013(3): 4—9.
- WANG Min. The Research Advances of Fermented Sausages and its Starter Culture[J]. Jiangsu Condiment and Subsidiary Food, 2013(3): 4—9.
- [15] VASILEV D, SAICIC S, VASILJEVIC N. Quality and Nutritive Value of Fermented Sausages Produced with Inulin and Pea Fibre as Fat Replacers[J]. Fleischwirtschaft Frankfurt, 2013, 93(3): 123—127.
- [16] KEHLET U, CHRISTENSEN L B, RABEN A, et al. Physico-chemical, Orosensory and Microstructural Properties of Meat Products Containing Rye Bran, Pea Fibre or A Combination of the Two[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2020, 55(3): 1010—1017.
- [17] HUANG S C, TSAI Y F, CHEN C M. Effects of Wheat Fiber, Oat Fiber and Inulin on Sensory and Physico-chemical Properties of Chinese-style Sausages[J]. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2011, 24(6): 875—880.
- [18] 周恒悦, 邓绍林, 周昌瑜, 等. 添加蓝莓发酵汁对法兰克福香肠抗氧化及感官品质的影响[J]. 食品科学, 2019, 40(19): 69—76.
- ZHOU Heng-yue, DENG Shao-lin, ZHOU Chang-yu, et al. Effect of Fermented Blueberry Juice on Oxidative Stability and Quality Characteristics of Frankfurters[J]. Food Science, 2019, 40(19): 69—76.
- [19] WONGWIWAT P, WATTANACHANT S, SIRIPONGVUTIKORN S. Effect of Phosphate Treatments on Microbiological, Physicochemical Changes of Spent Hen Muscle Marinated with Tom Yum Paste During Chilled Storage[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2010, 90(8): 1293—1299.
- [20] 刘蒙佳, 周强, 许美纯, 等. 不同配料及发酵剂对发酵香肠品质特性的影响[J]. 中国调味品, 2018, 43(1): 17—25.
- LIU Meng-jia, ZHOU Qiang, XU Mei-chun, et al. Effect of Different Ingredients and Mixed Culture Starters on Quality Characteristics of Fermented Sausage[J]. China Condiment, 2018, 43(1): 17—25.
- [21] 龚珏, 唐善虎, 李思宁, 等. 乳酸菌对发酵牦牛肉灌肠理化性质及挥发性风味物质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(4): 57—64.
- GONG Jue, TANG Shan-hu, LI Si-ning, et al. Effect of Lactic Acid Bacteria on Physicochemical Properties and Volatile Flavor Substances of Fermented Yak Meat Sausage[J]. Food and Fermentation Industries, 2020,

- 46(4): 57—64.
- [22] 杜娟, 杨利玲, 李森. 番茄粉对花生蛋白灌肠品质特性的影响[J]. 肉类研究, 2016, 30(8): 13—18.
DU Juan, YANG Li-ling, LI Sen. Influence of Tomato Powder on Qualities of Sausages with Added Peanut Protein[J]. Meat Research, 2016, 30(8): 13—18.
- [23] 吴栋. 变性淀粉在哈尔滨红肠中应用的研究[J]. 吉林农业, 2013(2): 260.
WU Dong. Study on the Application of Modified Starch in Harbin Red Sausage[J]. Jilin Agricultural, 2013(2): 260.
- [24] 李应华. 变性淀粉在熏煮香肠中的应用效果研究[J]. 食品科技, 2007(10): 175—177.
LI Ying-hua. Study on the Application in Smoked and Cooked Sausage Made of Degeneration Amylum[J]. Food Science and Technology, 2007(10): 175—177.
- [25] 赵改名, 孟子晴, 祝超智, 等. TG酶、复合磷酸盐与碳酸氢钠对牛肉糜保水性的影响[J]. 食品工业科技, 2020, 41(8): 74—81.
ZHAO Gai-ming, MENG Zi-qing, ZHU Chao-zhi, et al. Effects of TG Enzyme, Complex Phosphate and Sodium Bicarbonate on Water Holding Capacity of Minced Beef[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(8): 74—81.
- [26] 孙文秀, 王红, 张师, 等. 亚麻籽粉对猪肉灌肠品质的影响[J]. 食品与机械, 2014(6): 169—172.
SUN Wen-xiu, WANG Hong, ZHANG Shi, et al. Effect of Flaxseed Meal Powder on Quality of Pork Sausage[J]. Food & Machinery, 2014(6): 169—172.
- [27] 刘婷, 胡冠蓝, 何栩晓, 等. 谷氨酰胺转氨酶和脂肪酶的使用量对中式香肠品质的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(5): 43—47.
LIU Ting, HU Guan-lan, HE Xu-xiao, et al. Effects of Transglutaminase and Lipase on the Characteristics of Chinese Sausage[J]. Food Science, 2014, 35(5): 43—47.
- [28] DETIENNE N A, WICKER L. Sodium Chloride and Tripolyphosphate Effects on Physical and Quality Characteristics of Injected Pork Loins[J]. Journal of Food Science, 1999, 64(6): 1042—1047.
- [29] PARK Y S, CHOI Y S, HWANG K E, et al. Physico-chemical Properties of Meat Batter Added with Edible Silkworm Pupae (*Bombyx mori*) and Transglutaminase[J]. Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 2017, 37(3): 351—359.
- [30] 李朝阳, 程天赋, 郭增旺, 等. 搅拌方式及绿豆蛋白添加量对香肠品质特性的影响[J]. 农产品加工, 2019(9): 9—12.
LI Chao-yang, CHENG Tian-fu, GUO Zeng-wang, et al. Effect of Stirring Method and Mung Bean Protein Addition on Quality Characteristics of Sausage[J]. Farm Products Processing, 2019(9): 9—12.
- [31] 郝娟, 丁武. 复合磷酸盐, 大豆分离蛋白, 卡拉胶对鸡肉肠出品率的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2011, 39(1): 193—198.
HAO Juan, DING Wu. Effect of Mixed Phosphate, Soybean Protein Isolate and K-carrageenan on Yield of Chicken Sausage[J]. Journal of Northwest A & F University(Natural Science Edition), 2011, 39(1): 193—198.
- [32] DAS A K, NANDA P K, MADANE P, et al. A Comprehensive Review on Antioxidant Dietary Fibre Enriched Meat-based Functional Foods[J]. Trends in Food Science & Technology, 2020, 99: 323—336.
- [33] KIM H J, PAIK H D. Functionality and Application of Dietary Fiber in Meat Products[J]. Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 2012, 32(6): 695—705.
- [34] SELGAS M D, CÁCERES E, GARCÍAML. Long-chain Soluble Dietary Fibre as Functional Ingredient in Cooked Meat Sausages[J]. Food Science and Technology International, 2005, 11(1): 41—47.
- [35] MEHTA N, AHLAWAT S S, SHARMA D P, et al. Novel Trends in Development of Dietary Fiber Rich Meat Products—A Critical Review[J]. Journal of Food Science and Technology, 2015, 52(2): 633—647.
- [36] REIMOLD F, THIEMIG F. Reduction of Fat Content in Canned Cooked Sausage[J]. Fleischwirtschaft, 2010, 90(1): 83—88.
- [37] ORES J C, VIEIRA D C, FONSECA R A S, et al. Wheat Dietary Fiber-added to Low-fat Semi-dry Fermented Buffalo Sausage: Proximate Composition, Physical-chemical, Microbiological and Sensory Characteristics[J]. International Food Research Journal, 2018, 25(4): 1733—1744.
- [38] BIS-SOUZA C V, OZAKI M M, VIDAL V A S, et al. Can Dietary Fiber Improve the Technological Characteristics and Sensory Acceptance of Low-fat Italian Type Salami[J]. Journal of Food Science and Technology, 2020, 57(3): 1003—1012.
- [39] 彭悦, 柴利娜, 乔臻然, 等. 低脂型膳食纤维发酵香肠的研究[J]. 肉类工业, 2019(7): 1—6.
PENG Yue, CHAI Li-na, QIAO Zhen-ran, et al. Study on Fermented Sausage with Low - Fat Dietary Fiber[J]. Meat Industry, 2019(7): 1—6.
- [40] 宋大巍, 王志辉, 赵泽龙, 等. 添加燕麦对哈尔滨红肠品质和感官特性的影响[J]. 中国食品学报, 2017, 17(4): 82—88.
SONG Da-wei, WANG Zhi-hui, ZHAO Ze-long, et al. Effects of Pretreatment Methods of Oat on Textural and Sensory Properties of Harbin Sausage[J]. Journal

- of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2017, 17(4): 82—88.
- [41] CAVA R, LADERO L, CANTERO V, et al. Assessment of Different Dietary Fibers (Tomato Fiber, Beet Root Fiber, and Inulin) for the Manufacture of Chopped Cooked Chicken Products[J]. *Journal of Food Science*, 2012, 77(4): C346—C352.
- [42] BLANCO-LIZARAZO C M, SOTELO-DÍAZ I, ARJONA-ROMAN J L, et al. Effect of Starter Culture and Low Concentrations of Sodium Nitrite on Fatty Acids, Color, and Escherichia Coli Behavior During Salami Processing[J]. *International Journal of Food Science*, 2018, 2018(2): 1—10.
- [43] 刘静, 王德宝. 复合发酵剂对羊肉干发酵香肠品质的影响[J]. *食品科技*, 2015, 40(8): 118—121.
- LIU Jing, WANG De-bao. Effects of Combined Fermentation Agents on the Quality of Dry Fermented Mutton Sausages[J]. *Food Science and Technology*, 2015, 40(8): 118—121.
- [44] JIA LI, ZHONG-YI L, YU C, et al. Effect of Salt on Safety Indexes of Sausage Inoculated with Mixed Cultures during Fermentation[J]. *Food & Machinery*, 2018, 34(5): 193—197.
- [45] 张雅玮, 郭秀云, 彭增起, 等. 食盐替代物研究进展[J]. *肉类研究*, 2011, 25(2): 36—38.
- ZHANG Ya-wei, GUO Xiu-yun, PENG Zeng-qi, et al. A Review of Research Progress in Salt Substitutes[J]. *Meat Research*, 2011, 25(2): 36—38.
- [46] 曹峰, 孟昭春, 关志炜, 等. 氯化钾部分替代氯化钠在莱芜香肠中的应用研究[J]. *食品工业*, 2014, 35(9): 12—15.
- CAO Feng, MENG Zhao-chun, GUAN Zhi-wei, et al. Study on Application of Partial Potassium Chloride as Sodium Chloride Substitute in Laiwu Sausage[J]. *The Food Industry*, 2014, 35(9): 12—15.
- [47] 曹如宁, 景明. 壳聚糖对食品中亚硝酸盐的消除作用[J]. *广州化工*, 2016, 44(23): 77—78.
- CAO Ru-ning, JING Ming. Study on Removing Nitrite in Food by Chitosan[J]. *Guangzhou Chemical Industry*, 2016, 44(23): 77—78.
- [48] FERNÁNDEZ-LÓPEZ J, LUCAS-GONZÁLEZ R, VIUDA-MARTOS M, et al. Chemical and Technological Properties of Bologna-Type Sausages with Added Black Quinoa Wet-Milling Coproducts as Binder Replacer[J]. *Food Chemistry*, 2020, 310: 125936.
- [49] WANG Wei, XIONG Wei, SUN Ran-ran, et al. Effect of Natural Plant Extracts on *Listeria Monocytogenes* in Chicken Sausage and Product Characteristics[J]. *Journal of Chengdu University(Natural Science Edition)*, 2018(2): 129—133.