

植物多酚在肉制品加工中的应用

王 珏, 王锡昌, 刘 源*
(上海海洋大学食品学院, 上海 201306)

摘要: 植物多酚是一类广泛存在于蔬菜、水果、豆类、谷物类、茶等植物体内的具有多元酚结构的次生代谢物。植物多酚可以作为抗氧化剂和防腐剂应用于肉制品加工。本文介绍5种植物多酚的提取方法, 对其优缺点进行比较, 其中, 微波萃取法和酶萃取法因成本低、时间短、对环境污染小, 相对其他方法有较好的优势, 并综述植物多酚在香肠、腊肉和火腿等肉制品的保鲜和品质提升中的应用, 以期天然抗氧化剂和防腐剂的开发和利用提供一定的参考。

关键词: 植物多酚; 分离提取; 肉制品; 应用

A Review of Application of Plant Polyphenols in Meat Products

WANG Jue, WANG Xi-chang, LIU Yuan*
(College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Plant polyphenols, widely present in vegetables, fruits, legumes, cereals, tea and other plants, are a class of secondary metabolites with a polyphenol structure. Plant polyphenols can be used as antioxidants or preservatives in meat products. This article compares the advantages and disadvantages of five methods used to extract plant polyphenols. Compared with three other methods, microwave-assisted extraction and enzymatic extraction have many advantages such as lower cost, time saving and less environmental pollution. Moreover, recent applications of plant polyphenols for the preservation and quality improvement of meat products such as sausage, Chinese bacon and ham are reviewed with the aim of providing references for developing natural antioxidants and preservatives.

Key words: plant polyphenol; extraction; meat product; application

中图分类号: Q514.3

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123(2013)02-0037-05

植物多酚(plant polyphenol)是一类广泛存在于植物体内的具有多元酚结构的次生代谢物, 主要存在于植物的皮、根、叶、果中。狭义认为植物多酚是单宁(tannins)或鞣质, 其相对分子质量在500~3000之间; 广义上, 还包括小分子酚类化合物, 如花青素、儿茶素、栲精、没食子酸、鞣花酸、熊果苷等天然酚类^[1]。其生理功能显著, 如清除自由基^[2-3]、抗炎^[4]、抗菌^[5]、预防心血管疾病^[6]、治疗癌症^[7]等。

肉制品中含有丰富的营养成分, 并且水分活性很高, 是微生物生长、繁殖的理想培养基, 所以极易被微生物侵袭而发生腐败变质^[8]。可添加防腐剂使肉制品的食用价值不被破坏。防腐剂是对微生物具有灭杀、抑制或阻止生长作用的食物添加剂^[9]。防腐剂分为化学防腐剂和天然防腐剂两类。其中, 化学防腐剂可能存在潜在的危害, 而天然防腐剂是当今防腐剂开发的主流, 因安全性高颇受人们的欢迎^[10]。植物多酚可抑制微生物生长,

在肉制品加工中用作天然防腐剂^[11]。抗氧化剂是指能阻止或延缓食品氧化, 提高食品稳定性, 延长食品贮存期的食品添加剂。肉制品中含有脂肪等成分, 由于微生物、水分、热、光等的作用, 往往会氧化和分解。氧化能使肉制品中的油脂类物质发生腐败、褪色、褐变, 维生素破坏, 降低肉制品的质量和营养价值, 使其变质, 甚至产生有害物质。食品抗氧化剂的添加使用, 可起到防止氧化的显著效果^[9]。植物多酚有天然的抗氧化活性, 能够向活泼的自由基提供氢, 切断活泼自由基的链式反应, 从而延缓油脂中不饱和脂肪酸的自动氧化过程, 因此可以作为天然抗氧化剂在肉制品保鲜和品质提升中起到积极的作用^[12]。

本文归纳5种植物多酚的提取方法, 并对其优缺点进行比较, 综述植物多酚在香肠、腊肉和火腿等肉制品中应用, 以期天然抗氧化剂和防腐剂的开发和利用提供一定的参考。

收稿日期: 2012-12-01

作者简介: 王珏(1989—), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品营养与风味。E-mail: wangqilung@126.com

*通信作者: 刘源(1979—), 男, 副教授, 博士, 研究方向为食品营养与安全。E-mail: yliu@shou.edu.cn

1 植物多酚分离提取方法

植物多酚常见的提取方法有5种(表1)。其中溶剂萃取法是目前国内使用最广泛的多酚提取方法之一^[13],但其效率低、耗时长、不环保,应用前景受到一定的限制^[14]。而其他4种较新型的方法,如超声波提取法、超临界萃取法、微波萃取法和酶萃取法可以弥补原有传统萃取方法的缺陷,进而被用来代替传统溶剂萃取方法。其中,微波萃取法和酶萃取法因成本低、时间短、对环境污染小,相对其他方法有较好的优势^[15]。

2 植物多酚在肉制品中的应用

2.1 植物多酚在香肠制品中的应用

香肠肉制品是以畜禽肉为主要原料,经腌制(或未经腌制)、绞碎或斩拌乳化成肉糜状,并混合各种辅料,然后填充入天然肠衣或人造肠衣中制成的肉制品。未经过硝酸盐和亚硝酸盐腌制的生香肠,由于本身含水量多,组织柔软又没经过加热杀菌工序,一般不能长期贮存;经过微生物发酵和成熟干燥的发酵香肠货架期较长,但其脂肪氧化酸败会使风味变坏。脂肪的氧化酸败主要是由于脂肪中的不饱和脂肪酸(油酸、亚油酸和亚麻酸)的自动氧化作用,伴随产生一些短链的醛、酮和脂肪酸,而形成不良的气味^[41]。香肠腌制过程中常添加亚硝酸盐,其在适宜条件下与香肠中的胺类反应可生成强致癌物质亚硝胺,摄入过多的亚硝酸盐残留物会导致高铁血红蛋白症^[42]。植物多酚可以作为天然的抗氧化剂添加到香肠中,清除残留的亚硝酸盐,阻止亚硝胺的产生,并延缓香肠的腐败^[43]。近些年,有关植物多酚在香肠制品上应用的研究表明植物多酚可使香肠制品在贮藏期间的过氧化值显著降低,防止香肠中的脂肪氧化,同时可以有效抑制致癌物质亚硝酸盐和亚硝胺的生成。植物多酚抑制香肠腐败的作用与添加的浓度和种类相关。此外,添加植物多酚复配物也可有效防止香肠腐败,降低亚硝胺残留量。朱丹等^[44]指出添加沙果多酚,可使常温保藏条件下香肠的货架期延长4个月左右,其抗氧化效果

非常明显。曹娟^[41]、瞿执谦^[45]等在进行添加绿茶提取物和绿茶多酚以提高香肠的抗氧化性能的研究时,发现添加绿茶提取物和绿茶多酚对香肠在贮藏期间的脂肪氧化起到有效的防止和延缓作用。黄丹^[46]采用不同浓度茶多酚对香肠进行实验处理,筛选出能明显抑制香肠腐败、显示较强抗氧化效能的茶多酚添加量为0.05%。李晓雁^[47]的研究表明,茶多酚对猪肉发酵香肠中亚硝胺残留量的影响最大,茶多酚、洋葱和桂皮3种物质复配能有效地抑制致癌物质N-亚硝胺的生成,防止香肠腐败。郑立红^[48]将复配物0.3g/kg苹果多酚、2.5g/kg红景天提取物和1.2g/kg银杏黄酮混合添加到香肠中,发现其降低亚硝酸盐残留量的效果最好。

2.2 植物多酚在腌腊肉制品中的应用

腌腊肉制品是原料肉经预处理、腌制、晾晒或烘焙等方法加工而成的一类肉制品。因生鲜肉类容易发生腐败,通常添加食盐、硝酸盐和亚硝酸盐等对肉进行腌制,制成腌腊肉制品,防止其腐败^[9]。但亚硝酸盐在腌腊肉中会与其本身含有的胺类物质发生反应,生成致癌物质亚硝胺,产生潜在食用风险。腌腊肉制品在贮藏过程中会发生哈变,不仅使风味变坏,营养价值降低,还影响食品安全,损害人体健康。食用过氧化值升高的食品会引起细胞功能衰退,导致疾病发生和人体衰老^[49]。脂肪酸败的理化指标是酸值升高。添加植物多酚能抑制腊肉制品酸价升高的原因是油脂酸败的反应主要是油脂自身氧化和加水水解的反应产生的。在一系列氧化过程中主要的分解产物是氢过氧化物、羰基化合物、低分子脂肪酸、酯类及脂肪酸聚合物和缩合物。在水解反应中会产生游离脂肪酸甘油等,因而使酸价升高。若控制脂肪氧化速率就可抑制酸价升高,从而达到保鲜的作用^[50]。对于腌腊肉的研究表明,植物多酚可作为天然抗氧化剂和防腐剂添加到腌腊肉制品中。因为植物多酚有良好的自由基清除剂,所以它可以防止腌腊肉制品中脂质过氧化,降低酸价和过氧化值。植物多酚复配抗氧化剂的效果明显。同时,植物多酚可降低食盐、硝酸盐和亚硝酸盐的添加量,还能够作为护色剂,辅助保护腊肉色泽。吴少雄等^[50]提出添加0.1%茶多酚抗氧化剂能阻止酸价、过氧化值升高,

表1 5种常见植物多酚提取方法的优缺点比较

Table 1 Comparison of advantage and disadvantage of five common extraction methods

提取方法	优点	缺点	应用	参考文献
溶剂萃取法	简便、设备要求低、成本低	效率低、时间长、原料浪费	石榴籽多酚、菜籽饼粕多酚、植酸、茶多酚、龙眼壳和核多酚、马尾藻多酚、芡实多酚、香蕉皮多酚、葡萄籽多酚	[16-24]
超声波萃取法	高效、成本低、条件温和	有效成分易受破坏	海带多酚、杭白菊多酚、广枣多酚、芒果叶多酚、椴叶片多酚	[25-29]
超临界萃取法	节能环保、耗溶剂极少、适合于热敏性组分	成本高、设备复杂、对部分物系萃取率低	绿茶多酚、杨桃渣植物多酚、苹果多酚	[30-32]
微波萃取法	成本低、无污染、时间短、操作简单、节省溶剂	需极性溶剂	槲树叶植物多酚、山楂籽油、杏仁油、苹果多酚、石榴皮多酚	[33-37]
酶萃取法	高效、成本低、条件温和、节能环保	条件控制严格、尤其对温度、pH值和酶用量要求严格	黄山松和叶松的针叶中的植物多酚、木瓜中的多酚类物质、茶多酚	[38-40]

对腊肉有保鲜作用。彭雪萍^[49]研究了苹果多酚对腊肉的抗氧化性能,结果表明,加入复配物的腊肉风味明显改善,抗氧化效果明显,能使腊肉保鲜期延长1个月左右。郑立红等^[51]对低盐、低硝腊肉着色剂的筛选及护色技术作了研究,证实添加量为红曲色素0.14g/kg、茶多酚0.1g/kg、异抗坏血酸钠0.3g/kg、迷迭香0.2g/kg时,腊肉的色泽最稳定。

2.3 植物多酚在火腿制品中的应用

火腿是用猪后腿经腌制、干燥和陈化成熟(发酵)等加工步骤制作而成的一种发酵肉制品。通过腌制,腿肉内的食盐含量升高;通过干燥,腿肉内的水分含量下降;因而,火腿成品可以在无需冷藏或者特殊包装的条件下长期保存^[52]。植物多酚添加到火腿制品当中,可以降低亚硝酸盐的含量,从而阻断添加亚硝酸盐引起的致癌物质亚硝胺和亚硝酸钠的产生,延缓火腿制品的腐败,并提升火腿制品肉色、香气等品质。植物多酚复配物比使用单一的植物多酚抗氧化效果更佳。项秀兰等^[53]研究发现,在金华火腿制作中添加或发酵后涂抹茶多酚,9个月后其过氧化值的抑制率和肉色均呈现良好的状态,酸败味轻且香气纯正。用茶叶抗氧化剂保鲜的火腿还能抑制亚硝酸盐的形成。廖婵等^[54]指出在迷迭香、茶多酚及VE中,迷迭香对火腿的抗氧化性最佳,而复合剂的相乘效用比单一使用表现出更好的抗氧化效果,其效果与BHT相当。杨华等^[55]进一步研究了桂皮和白芷、洋葱和柚子皮以及茶多酚复配对阻断西式火腿中亚硝基化合物生成的作用效果,结果发现以20%茶多酚溶液、6%白芷、6.27%桂皮浸提液、6%柚皮浸提液和4.6%的洋葱原汁加入火腿之中,可以降低亚硝胺和亚硝酸钠含量。

2.4 植物多酚在酱卤肉制品中的应用

将原料肉加入调味料和香辛料,以水为加热介质煮制而成的熟肉类制品为酱卤肉制品,简称为酱卤制品。酱卤肉制品目前已基本上解决了防腐保鲜的问题,但仍不适宜长期贮藏^[9]。植物多酚的开发和应用可以帮助解决酱卤肉制品的贮藏问题。植物多酚包括花青素类、黄酮醇类、酚酸类、儿茶素类和二萜查耳酮类等,具有很强的抗氧化及清除自由基活性^[56]。植物多酚的酚性羟基特有供氢体的活性,与脂肪的游离酚羟基结合消耗脂肪酸的游离基从而中断连锁反应,达到油脂抗氧化的目的。植物多酚添加到酱卤肉制品中,可以清除其中的自由基,防止脂质过氧化,延长货架期,提升酱卤肉制品的品质。植物多酚的防腐机理可能是它可以抑制病原微生物的黏附,或者直接破坏细菌细胞结构。因此,植物多酚能抑制微生物生长,可作为防腐剂应用于卤肉制品的保鲜当中。植物多酚与常用抗氧化剂复配,添加到酱卤肉制品中,其抗氧化活性和防腐效果增强。彭雪萍等^[56-57]研究发现,苹果多酚和肉桂提取物可以延长卤肉的货架期,其

具体表现在抗氧化活性的提高和菌落总数的降低。苹果多酚与BHT(1:1)复配物的抗氧化活性最佳,可使卤肉货架期延长5d左右。肉桂提取物对不同菌种及卤肉的抑菌实验均有抑制作用,其与山梨酸钾复配防腐效果增强,能使卤肉保鲜期延长1周左右。

2.5 植物多酚在其他肉制品中的应用

由于肉中含有丰富的营养成分,并且水分活性很高,是微生物生长、繁殖的理想培养基,所以很容易被微生物侵袭而产生种种不利变化,同时还受其他环境因素的影响,极易发生腐败变质。因此对肉类的保鲜方法进行改进势在必行。目前使用的抗氧化剂如丁基羟基茴香醚(BHA)、抗氧化剂2,6-二叔丁基-4-甲基苯酚(BHT)、前列腺素(PG)等多为人工合成,天然抗氧化剂很少。多年来的应用实践证明,有些合成抗氧化剂会引起动物肝脏扩大,增加肝微粒体的酸活性,对人体健康造成一定的伤害^[58]。此外,肉制品腐败变质后产生的有害物质会增加乳腺癌和结肠癌的风险^[59]。为了解决上述问题,Weisburger等^[60]研究证实茶多酚具有很强的抗氧化活性,并可以抑制肉类在烤或炸过程中的诱变。de Jong等^[61]研究发现,植物多酚可以在预加工的牛肉和猪肉中起到抗氧化的作用,且不同种植物多酚之间有协同作用。Hassan等^[62]基于加工去骨鸡肉模型,对BHA/BHT混合物和从咖啡叶中提取的天然植物多酚的抗氧化性作了比较,证实天然植物多酚的抗氧化效果与BHA/BHT混合物接近。因此,植物多酚可作为天然抗氧化剂添加到肉制品中,对肉制品保鲜和品质提升起到积极的作用。植物多酚呈现良好的抗氧化性,与现有化学合成抗氧化剂的效果接近,因此可代替其应用到肉制品中,保证肉制品的品质和安全性,消除潜在危害。

3 结语

植物多酚具有天然的抗氧化性和抑菌作用,且安全性高,是一种天然的抗氧化剂和防腐剂。综上所述,其在应用中具有以下优势:1)植物多酚来源丰富,可从植物的籽或果皮废渣中提取,有着潜在的经济价值;2)植物多酚可阻止肉制品中的脂质过氧化,防止风味变坏;3)植物多酚可以阻断肉制品中致癌物质亚硝胺和亚硝酸钠的产生,作为抗氧化剂和防腐剂应用于肉制品加工;4)植物多酚复配物对阻断亚硝胺和亚硝酸钠的生产有正协同作用,且在最佳浓度配比时降低亚硝酸钠残留量的效果最好。但是,还存在以下问题:1)有些植物多酚的极性很强,在油脂中使用时会因其溶解性较差而影响其功能的发挥;2)植物多酚本身易被氧化而产生新的自由基和具有较强氧化性能的物质,当其累积到一定程度时,将完全抵消原有的抗氧化性能,这与肉制品加工中所期



望的抗氧化特性相矛盾；3)植物多酚复配物协同抗氧化作用机理尚未明确。因此，今后对植物多酚的研究可能将集中在以下方面：1)对天然植物多酚进行结构修饰，降低其极性；2)寻找出最佳浓度配比的植物多酚复配物，相互协同作用；3)探究植物多酚复配物协同抗氧化作用机理，以期解决存在的问题。

参考文献：

- [1] 唐春红. 天然防腐剂与抗氧化剂[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2010.
- [2] RAZA H, JOHN A. Green tea polyphenol epigallocatechin-3-gallate differentially modulates oxidative stress in PC12 cell compartments[J]. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 2007, 207(3): 212-220.
- [3] GONG Changsheng. Extraction and application of tea polyphenol[J]. *Modern Chemical Industry*, 1999, 3: 4.
- [4] 贾敏. 青橄榄利咽含片的抗炎镇痛及抑菌作用[J]. *西北药学杂志*, 2001, 16(4): 162-164.
- [5] 林樱姬, 赵萍, 王雅. 植物多酚的提取方法和生物活性研究进展[J]. *陕西农业科学*, 2009 (6): 105-107.
- [6] MEDINA-REMÓN A, ZAMORA-ROS R, ROTCHÉS-RIBALTA M, et al. Total polyphenol excretion and blood pressure in subjects at high cardiovascular risk[J]. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 2011, 21(5): 323-331.
- [7] AZMI A S, BHAT S H, HANIF S, et al. Plant polyphenols mobilize endogenous copper in human peripheral lymphocytes leading to oxidative DNA breakage: a putative mechanism for anticancer properties[J]. *FEBS Letters*, 2006, 580(2): 533-538.
- [8] 唐裕芳. 茶多酚在肉品防腐保鲜中的应用[J]. *肉类工业*, 1998(6): 36-37.
- [9] 杜克生. 肉制品加工技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2006.
- [10] 李轶欣, 史东辉. 肉及肉制品的保鲜理论与防腐技术[J]. *肉类工业*, 2010(2): 12-15.
- [11] 沈维治, 廖森泰, 刘吉平, 等. 植物多酚抑菌作用的研究进展[J]. *天然产物研究与开发*, 2009, 21(5): 282-285; 116.
- [12] 刘畅, 周家春. 植物多酚抗氧化性研究[J]. *粮食与油脂*, 2011(2): 43-46.
- [13] 尹志娜. 植物多酚分离提取方法和生物功能研究进展[J]. *生命科学仪器*, 2010(3): 43-49.
- [14] 赵华, 张金生, 李丽华. 植物精油提取技术的研究进展[J]. *辽宁石油化工大学学报*, 2006, 26(4): 137-140.
- [15] 杜方岭. 植物提取物有效成分提取新技术的研究进展[J]. *农产品加工: 学刊*, 2008(11): 33-34; 46.
- [16] 李国秀. 石榴多酚类物质的分离鉴定和抗氧化活性研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2008.
- [17] 陈建峰. 同步提取、分离及纯化菜籽饼粕中的多酚和植酸[D]. 武汉: 华中农业大学, 2008.
- [18] 龚恕. 普洱茶多酚提取分离研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2006.
- [19] 王志远. 龙眼壳与龙眼核多酚的分离纯化、结构鉴定及抗氧化活性[D]. 厦门: 厦门大学, 2008.
- [20] 杨明, 黄剑波, 梁健. 超声波: 乙醇萃取辣椒叶中总黄酮的研究[J]. *农产品加工: 学刊*, 2010(11): 30-32.
- [21] 周贞兵, 戴腾飞, 王士长, 等. 马尾藻多酚的提取、分离提纯及抗菌活性检验[J]. *安徽农业科学*, 2009, 37(17): 7809-7811; 7825.
- [22] 张余, 贾小丽, 孙艳辉, 等. 芡实多酚提取条件分析[J]. *食品研究与开发*, 2010, 31(2): 83-86.
- [23] 贾冬英, 李尧, 姚开, 等. 香蕉皮中多酚的提取工艺条件研究[J]. *四川大学学报: 工程科学版*, 2006, 37(6): 52-55.
- [24] 熊何健, 陈益梅, 吴国宏, 等. 葡萄籽多酚提取条件的优化[J]. *食品工业科技*, 2004, 25(4): 115-116.
- [25] 杨会成. 海带(*Laminaria japonica* Aresch)多酚的提取、分离及其抗肿瘤、抗菌活性研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2008.
- [26] 汤鹤华. 杭白菊酚类物质超声波辅助萃取[J]. *江西化工*, 2007(4): 110-112.
- [27] 郭英. 超声波法提取广枣多酚的研究[J]. *云南中医中药杂志*, 2008(8): 36-37.
- [28] 许丽丽, 黄晓东. 芒果叶多酚的提取工艺筛选[J]. *贵州农业科学*, 2010, 38(3): 170-172.
- [29] 刘洋, 刘婷婷, 于鑫, 等. 蒙古栎叶片多酚的超声提取、优化及抗氧化能力[J]. *东北林业大学学报*, 2010, 38(1): 70-73.
- [30] PAN Xuejun, NIU guoguang, LIU huizhou. Microwave assisted extraction of tea polyphenols and tea caffeine from green tea leaves[J]. *Chemical Engineering and Processing*, 2003, 42(2): 129-133.
- [31] 吕群金, 衣杰荣, 丁勇. 微波法提取杨桃渣中多酚的工艺研究[J]. *安徽农业科学*, 2009(15): 7187-7189.
- [32] 宋焯. 微波法提取苹果渣中多酚的工艺研究[J]. *食品科技*, 2007(10): 227-230.
- [33] 蔡霞. 槭树叶中植物多酚的微波萃取及HPLC分析研究[D]. 北京: 首都师范大学, 2009.
- [34] 刘洪民. 超临界CO₂萃取山楂籽油及其化学成分的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2006.
- [35] 李素玲. 杏仁油超临界CO₂萃取工艺及其品质控制的研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2010.
- [36] 余静, 陈静霞. 苹果多酚的提取及其在肉制品中的应用[J]. *肉类研究*, 2008, 22(10): 31-34.
- [37] SONG Weiwei, JIAO Shirong, ZHOU Jia, et al. Microwaves assisted extraction of polyphenol from pomegranate peel and its antioxidant and antimicrobial activities[J]. *Modern Food Science and Technology*, 2008, 1: 11.
- [38] LIN Sunche, CHANG C M J, DENG T S. Enzymatic hot pressurized fluids extraction of polyphenolics from *Pinus taiwanensis* and *Pinus morrisonicola*[J]. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 2009, 40: 136-142.
- [39] 张婷, 糜漫天, 唐勇, 等. 酶法提取光皮木瓜多酚及多酚抗氧化颗粒的制备[C]//中国营养学会第十次全国营养学术会议暨第七届会员代表大会论文摘要汇编, 2008.
- [40] 张卫红, 张效林. 复合酶法提取茶多酚工艺条件研究[J]. *食品研究与开发*, 2006, 27(11): 5-7.
- [41] 曹娟. 绿茶提取物对意大利发酵香肠品质的影响[J]. *安徽农业科学*, 2010(11): 5882-5884.
- [42] 曹会兰. 亚硝酸盐对人体的危害和预防[J]. *微量元素与健康研究*, 2003, 20(2): 57-58.
- [43] 李泽, 靳焯. 天然抗氧化剂茶多酚在肉制品上的应用[J]. *农产品加工: 学刊*, 2006(11): 67-69.
- [44] 朱丹, 牛广财, 戴凌燕, 等. 沙果多酚提取及其对香肠抗氧化作用的研究[J]. *食品工业*, 2010(3): 18-19.
- [45] 瞿执谦, 唐玉凤. 茶多酚在中国香肠保鲜中的应用[J]. *肉类工业*, 1995(4): 26-27.
- [46] 黄丹. 茶多酚对香肠抗氧化作用的研究[J]. *食品科技*, 2003(12): 53-54.
- [47] 李晓雁. 几种添加剂复配阻断香肠中亚硝胺生成的效果研究[J]. 肉



- 类工业, 2006(10): 32-35.
- [48] 郑立红. 3种活性成分对低温香肠中亚硝酸钠残留的影响[J]. 中国食品学报, 2010(3): 157-162.
- [49] 彭雪萍. 苹果多酚对腊肉的抗氧化性能研究[J]. 肉类研究, 2007, 21(12): 18-19.
- [50] 吴少雄, 刘光东. 茶多酚对腊肉制品抗氧化作用的研究[J]. 肉类工业, 1999(8): 33-34.
- [51] 郑立红, 任发政, 刘绍军, 等. 低硝腊肉天然着色剂的筛选[J]. 农业工程学报, 2006(8): 270-272.
- [52] 竺尚武. 火腿加工原理与技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2009.
- [53] 项秀兰, 李楠. 茶叶多元酚及其衍生物茶色素的研究进展[J]. 食品科学, 1997, 18(1): 10-12.
- [54] 廖婵, 靳国锋, 章建浩, 等. 迷迭香、茶多酚、VE对干腌火腿贮藏过程中抗脂质氧化及护色效果的研究[J]. 食品工业科技, 2008(8): 82-86.
- [55] 杨华, 马俪珍, 王永辉. 茶多酚和柚子皮等复配对阻断西式火腿中N-亚硝基化合物合成的效果研究[J]. 肉类工业, 2006(5): 22-27.
- [56] 彭雪萍, 马庆一, 王花俊, 等. 苹果多酚在卤肉保鲜中的应用研究[J]. 肉类研究, 2006, 20(12): 9-11.
- [57] 彭雪萍, 刘艳芳, 王春晖, 等. 肉桂提取物在卤肉保鲜中的应用研究[J]. 中国食品添加剂开发应用, 2008(9): 139-142.
- [58] 肖雷, 姚菁华, 朱红菊, 等. 茶多酚防腐机理及其在肉制品加工中的应用[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(6): 160-162.
- [59] 刘晶晶, 李海燕. 茶多酚防腐作用初探[J]. 常熟理工学院学报: 自然科学, 2010, 24(8): 52-54.
- [60] WEISBURGER J H, VELIATH E, LARIOS E, et al. Tea polyphenols inhibit the formation of mutagens during the cooking of meat[J]. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 2002, 516(1/2): 19-22.
- [61] de JONG S, LANARI M C. Extracts of olive polyphenols improve lipid stability in cooked beef and pork: contribution of individual phenolics to the antioxidant activity of the extract[J]. Food Chemistry, 2009, 116: 892-897.
- [62] HASSAN O, FAN L S. The antioxidation potential of polyphenol extract from cocoa leaves on mechanically deboned chicken meat (MDCM)[J]. LWT, 2005, 38: 315-321.