

香辛料提取物在肉品保鲜中的作用及应用

王婷婷, 李洪军*

(西南大学食品科学学院, 重庆 400716)

摘要:天然香辛料提取物对肉品具有抑菌防腐作用和抗氧化作用,可用于肉品保鲜。本文主要论述了香辛料提取物的提取和使用方法、对肉品的作用以及其作为保鲜剂在冷却肉和肉制品中的应用情况。

关键词:香辛料提取物, 抑菌, 抗氧化, 肉品, 保鲜, 应用

Function and application of the spice extracts on the preservation of chilled meat and meat products

WANG Ting-ting, LI Hong-jun*

(College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400716, China)

Abstract: With the function of bacteriostasis and oxidation resistance, the spice extracts could be used to retain freshness for the meat. This article mainly talked about the effects as well as the applications of the spice extracts on the chilled meat and meat products. Meanwhile, the method to extract and utilize them was also introduced briefly.

Key words: spices extracts; bacteriostasis; antioxidant effect; meat; preservation; application

中图分类号: TS251.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2010)02-0359-04

肉类营养丰富, pH 相对较高, 含水量也较大, 若控制不当, 极易腐败变质。为此, 必须采取一定的保鲜措施, 以提高其品质和延长保质期。目前国内外采用的肉类保鲜方法有: 添加保鲜剂、气调包装、冷冻保藏、高压处理和辐射保鲜等^[1]。其中添加保鲜剂具有效果好、操作简便、成本低等优点, 是实际生产中常用的方法。但近年来, 化学合成保鲜剂的安全性问题不断受到质疑, 人们也越来越注重食品的天然性。因此, 开发高效、安全可靠的天然防腐保鲜剂显得尤为重要。目前, 从动植物及微生物中获取天然成分来开发防腐保鲜剂已成为研究的热点。其中, 植物源抗菌防腐剂中的香辛料具有抑菌防腐、抗氧化等功效, 加上其来源丰富、具有毒性低、价格低廉、使用安全等特点, 越来越受到人们关注^[2]。从香辛料中提取出有效成分用于肉品的防腐保鲜的研究也越来越广泛。本文主要就香辛料提取物对肉类保鲜的作用及应用情况进行概述。

1 香辛料的定义及作用

香辛料(spices)来源于某些植物的果实、花、皮、蕾、叶、茎、根, 是一类具有香、辛、麻、辣、苦、甜等典

型风味的食用植物香料的简称。美国香辛料协会认为: 凡主要用来供食品调味用的植物均称为香辛料。常用的香辛料有花椒、桂皮、丁香、砂仁、茴香、大蒜、生姜、月桂、芥末、洋葱、胡椒、迷迭香、鼠尾草等^[3-5]。

香辛料能够赋予产品特有的风味、抑制或矫正不良气味, 可增进食欲、促进消化、使食品风味协调。许多香辛料还具有抗菌防腐作用、抗氧化作用, 能提高食品的贮藏性。另外, 有些还具有一些特殊生理药理作用, 在祖国传统医药配方中起着重要的作用^[2,6]。

2 香辛料提取物的提取和使用方法

香辛料作为肉品保鲜剂, 真正发挥作用的是其中的功能成分。因此, 通常需要采用一定的方法和步骤, 将其中的有效成分提取出来, 制成保鲜液。香辛料提取物的一般提取方法为^[5,7-12]:

香辛料→洗净→烘干→磨碎→溶剂浸提(一般用乙醇)→过滤→滤渣重提→合并滤液→浓缩→收集→按需要配制成不同浓度保鲜液

使用时, 将制得的香辛料保鲜液涂抹在肉品表面或将肉品浸泡在其中一段时间, 再将肉沥干、包装、保藏, 期间通过测定各项指标, 研究其防腐保鲜效果。若是研究不同的香辛料提取物复配效果或与其他防腐保鲜剂复合使用时的保鲜效果, 则根据工艺参数按比例配制即可。

3 香辛料提取物对肉品保鲜的作用

收稿日期: 2009-06-01 * 通讯联系人

作者简介: 王婷婷(1988-), 女, 本科生, 研究方向: 食品科学与工程。

基金项目: 重庆市自然科学基金资助项目(合同号 CSTC, 2006BB1321)。

肉类腐败变质主要是由于微生物作用、脂肪氧化酸败以及肌红蛋白的气体变色引起的。因此,在尽可能减少初始菌数和二次污染的前提下,肉品保鲜主要靠抑制其中的微生物生长代谢和酶活性来实现^[13],香辛料提取物可作为肉品保鲜剂,主要依据于其具有抑菌作用和抗氧化作用。

3.1 抑菌作用

香辛料具有抗菌活性,能减少肉中病原微生物的数量,同时改善肉的色泽和风味,延长货架期^[14]。抗菌成分主要有丁香酚、丁香酚乙酸酯、百里酚、芥子苷、香芹酚、异冰片、茴香脑、肉桂醛、香草醛、辣椒素和水杨醛等,可抑制多种革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌^[15]。刘柳等^[5]研究了肉桂、丁香和迷迭香三种香辛料提取物单独使用以及复配使用时对培养基中单增李斯特菌的抑制效果,并将其最优组合作用于冷却肉。结果表明:这三种香辛料对冷却肉中单增李斯特菌均有抑制作用,且三者复配可增加抑菌效果。马同锁^[16]用姜、大蒜、八角茴香等13种天然香料的提取液对大肠杆菌、变形杆菌、巴氏醋酸杆菌等11种常见的微生物进行抑菌实验。从结果来看,提取液对霉菌抑菌效力一般,但对于细菌均表现出一定的抑菌作用。其中辣椒、姜、胡椒、八角茴香的抑菌作用最为明显。张慧芸等^[17]研究了丁香、肉桂、迷迭香、甘草等14种香辛料提取物,对肉类常见的四种微生物(李斯特菌、大肠杆菌、荧光假单胞杆菌和乳杆菌)的抑菌作用。结果表明:迷迭香和甘草对李斯特菌的抗菌活性强;丁香、迷迭香、肉桂对这四种微生物均能产生强烈的抑菌作用,混合使用具有协同效应。将最优组合用于鲜肉及火腿中,可使其菌落数减少、货架期延长。孙卫青^[18]用丁香、桂皮、茴香等6种天然香辛料制成不同浓度的保鲜液,对生鲜猪肉进行抑菌实验。结果表明丁香、桂皮、大蒜、辣椒的抑菌性相对较好。将其混合使用,按最佳配方,可使鲜猪肉的杂菌总数的数量级由 10^6 降到 10^4 。

3.2 抗氧化作用

很多香辛料中含有醇类、酚类、醛类、黄酮类、酸类、萜类等成分,具有抗氧化作用。如酚类化合物可将一个氢原子供给脂类氧化产生的过氧化游离基,使过氧化物分解;此外,其也可与金属离子螯合,从而阻遏和减缓了氧化反应的进行^[19]。其应用于肉品中可减轻肉品中POD(过氧化物酶)引起的腐败变质^[20]。张慧芸等^[10-11]先后研究了迷迭香、肉桂、丁香提取物对生肉糜以及熟肉糜的抗氧化效果。结果表明:对于生肉糜以及熟肉糜,香辛料提取物均能显著抑制其中脂肪的氧化、增加肉糜鲜红的色泽,效果与0.02%的BHA相当。E.Hernández-Hernández等^[21]研究了迷迭香中鼠尾草酚、迷迭香酸、鼠尾草酸的浓度以及牛至叶对生肉抗氧化性和色泽的影响。结果表明,牛至提取物中酚类物质含量高,能够显著抑制色泽恶变。而迷迭香提取液显示出了更强的抗氧化性。李洪军等^[22]研究丁香油和肉桂油在油炸牛肉加工中的抗氧化性。研究发现,在牛肉油炸过程中,肉

桂油和丁香油具有显著的抗氧化性。田迪英等^[19]研究发现,辣椒、生姜和香菜提取物对鱼油不仅有一定的抗氧化能力,而且还有除臭作用。其中,辣椒的乙醇提取物作用效果最好。付丽等^[23]将不同浓度的生姜乙醇提取物溶液喷涂于猪肉表面,结果表明,提取液浓度为0.08g/mL时,能起到最好的抗氧化效果,而且可以提高肉的感官质量。与 V_C 、 V_E 混合使用,抗氧化作用更为明显。

4 香辛料提取物在肉品保鲜中的应用

4.1 在冷却肉保鲜中的应用

冷却肉目前在发达国家消费的生鲜肉中占90%以上的比例^[13],也是生鲜肉发展的总趋势。研究冷却肉的保鲜技术显得尤为重要。其中,利用香辛料提取物或联合其他保鲜措施进行冷却肉的保鲜已有大量的报道。

夏秀芳等在该方面进行了大量研究。其探究了不同浓度的肉桂、丁香、迷迭香提取物对冷却肉的保鲜效果。研究发现,三者的醇提液对冷却肉均有一定的保鲜效果,能有效地延长肉的货架期。当其浓度分别为1.5、2.0、2.0g/L时,在第21d,冷却肉的细菌总数、metMb百分含量、pH各指标均处于鲜肉水平,保鲜效果显著^[24];另外,其利用壳聚糖与淀粉复合制备出可食性膜,再与香辛料提取液复合对冷却猪肉进行保鲜处理。结果表明:当壳聚糖:淀粉为9:1时,在4℃条件下,冷却肉贮藏28d时,经保鲜液处理的冷却肉肉色鲜红,基本处于鲜肉状态,与对照组差异显著^[25]。

陈洪生等^[7]用大蒜提取物结合气调包装对冷却肉进行保鲜实验。结果表明,2%的大蒜提取物与低氧气调包装(50% CO_2 、40% O_2 、10% N_2)处理时,抑菌效果明显,但肉色欠佳;与高氧气调包装(20% CO_2 、80% O_2)复合处理,并添加其他抗氧化剂复合保鲜时,效果增强。按2%的大蒜提取液、250mg/kg的Nisin、1%的乳酸、0.05%的 V_E 及MAP(20% CO_2 + 80% O_2)处理,效果最佳。可使肉在21d时仍呈鲜艳红色,在第28d时细菌总数 <5 ,大大延长了冷却肉的货架期,达到了保鲜效果。

朱剑凯^[26]选用氯化钙和木瓜蛋白酶作嫩化剂,用丁香、小茴香、肉豆蔻的60%乙醇提取液作为保鲜剂,用于南阳牛肉的嫩化和保鲜研究。将嫩化剂和保鲜剂复配后对冷却牛肉进行处理。结果表明:用嫩化剂处理后的肉,剪切力可下降18.7kg/cm²;经香辛料保鲜液处理的肉可以贮藏18d以上,比普通贮藏期延长了3~6d。

4.2 在低温肉制品保鲜中的应用

低温肉制品指在常压下通过蒸、煮、熏、烤等加工过程,使肉制品的中心温度达到75~85℃的肉制品。其最大限度地保持了肉的营养和风味,也将是肉制品发展的趋势^[27]。研究发现,香辛料提取物对低温肉制品同样具有一定防腐保鲜功效。

夏秀芳等^[8]用肉桂、丁香、迷迭香三种香辛料提取液与 V_C 、 V_E 复合,对低温五香牛肉进行防腐保鲜处理。从测定的细菌总数、TVB-N、 H_2S 等指标来

看,无论在常温(20℃)还是冷藏(0~4℃)条件下贮藏,其货架期相对于对照组均有较大的延长,且制品的感官品质良好。

Djenane 等^[28]将涂有迷迭香和 V_C 混合液的鲜牛排作为处理组,与对照组在相同条件下用不同的光线辐照处理,以研究其抑菌、抗氧化效果。结果表明:在不用紫外照射条件下,添加了迷迭香和 V_C 的鲜牛排抑菌和抗氧化效果最好,可使产品保质期延长 10~20d。

吕心泉等^[12]用乙醇提取出生姜、丁香、桂皮等七种香辛料中的防腐抗氧化成分,制成保鲜液,对烧鸡、酱鸭等进行保鲜实验。结果表明,浓度为 5% 的保鲜液既具有一定防腐效果,又不会对产品风味产生不良影响。将其与 Nisin 共同作用,两者表现出相乘效果。当配方为 0.4% 的 Nisin 和 5% 的香辛料保鲜液时,作用效果最佳。

彭雪萍等^[9]研究了肉桂提取物对不同菌种的抑菌作用,并将其用于卤肉保鲜。结果表明:肉桂提取物抑菌范围广,且抑菌性强。对啤酒酵母、黑曲霉、金黄色葡萄球菌、大肠杆菌等均有抑制作用,且效果比山梨酸钾好。将肉桂提取物与山梨酸钾复配后,抑菌强度分别是肉桂提取物的 1.4 倍、山梨酸钾的 2 倍、对照的 14 倍。应用于卤肉中,可使卤肉保质期延长一周左右。

贺红军等^[29]研究发现,丁香、花椒、桂皮等 8 种天然香辛料提取液对五香牛肉中腐败菌均有一定抑菌作用。其中丁香的抑菌作用最强,桂皮次之。用丁香、桂皮提取物与 Nisin 配合使用,抑菌效果增强。按最佳配比(丁香 1.5%、桂皮 3.0%、Nisin 0.05%),可使五香牛肉在室温及 0~4℃ 中贮藏,货架期分别达 5、15d,且感官品质不受影响。而未用保鲜液处理的五香牛肉在室温下货架期仅 1d,在 0~4℃ 条件下冷藏,货架期也只有 4~5d。

5 展望

综上所述,香辛料提取物对肉品保鲜具有一定效果,且多种香辛料提取物复合使用或与其他保鲜方法结合使用时,效果更好。但需要注意的是,由于香辛料具有浓郁气味,使用不当可能会对肉的色泽、风味等产生不良影响^[13];另外,香辛料提取物并非完全无毒,Lima 等经毒理学实验发现低于 0.02% 的鼠尾草精油安全无毒,但 0.2% (V/V) 就可显著损伤小鼠细胞活性^[30]。因此,使用时应注意添加量的问题。此外,天然香辛料的作用机理、有效成分鉴定、抗菌谱、腐败菌对保鲜剂的抗性、毒理学评价等方面的研究尚不够深入,需要进一步明确和证实^[31]。

随着科技的进步及人们安全意识的加强,许多发达国家已先后取消或限制人工合成防腐剂的使用,在肉品保鲜中以天然物质代替化学合成物质已成为保鲜剂研究的趋势^[8]。我国有非常丰富的香辛料资源,用其开发天然防腐保鲜剂必将越来越受到人们重视。同时,天然香辛料保鲜剂的基础理论和推广应用方面的研究也将不断深入和完善。可以预见,其开发前景广阔。

参考文献

- [1] 孔祥建,蒋和体,杜庆.冷却肉天然保鲜剂研究进展[J].中国食品添加剂,2008(3):77-81.
- [2] 连军强.天然香辛料在肉制品中的使用原则与作用[J].肉类工业,2003(12):37-38.
- [3] 汤蕾.植物性香辛料及其在食品工业中的应用[J].中国调味品,2008(11):80-83.
- [4] 翟建华,王蓓,刘向欣.香辛料的常用制备方法及其在食品中的应用[J].中国调味品,2006(9):9-14,25.
- [5] 刘柳,孔保华,刘骞.香辛料提取物在培养基及冷却猪肉中对单核细胞增生性李斯特菌的抑制作用[J].食品工业科技,2008,29(9):87-90.
- [6] 张恬静,顾媛,卢彩霞.肉制品中香辛料的应用[J].肉类研究,2009(1):78-81.
- [7] 陈洪生,孔保华,刁静静.大蒜提取物与有氧气调复合包装对冷却肉的保鲜研究[J].食品与发酵工业,2008,34(4):131-136.
- [8] 夏秀芳,于长青.低温五香牛肉的研制及延长其货架期方法的研究[J].黑龙江八一农垦大学学报,2006,18(6):71-75.
- [9] 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,2008(6):140-142,139.
- [10] 张慧芸,孔保华,孙旭.香辛料提取物对生肉糜的抗氧化作用[J].食品工业科技,2008,29(4):131-132,136.
- [11] 张慧芸,孔保华,孙旭.香辛料提取物对熟肉糜的抗氧化作用[J].食品工业,2009(1):44-45.
- [12] 吕心泉,江芸,林岩,等.香辛料提取液和乳酸链球菌素对禽肉制品的保鲜[J].中国食品添加剂,2000(3):29-32.
- [13] 梁俊芳,张保军.冷却肉保鲜技术的研究[J].农产品加工·学刊,2009(1):55-56,74.
- [14] Grohs B M, Kunz B. Use of spice mixtures for the stabilisation of fresh portioned pork [J]. Food Control, 2000, 11(6):433-436.
- [15] 周建新.植物源天然食品防腐剂的研究现状、存在问题及前景[J].食品科学,2006,27(1):263-268.
- [16] 马同锁.十三种天然香辛料的抑菌作用研究[J].山西食品工业,2005(1):8-10.
- [17] Zhang H Y, Kong B H, Xiong Y L L, et al. Antimicrobial activities of spice extracts against pathogenic and spoilage bacteria in modified atmosphere packaged fresh pork and vacuum packaged ham slices stored at 4°C [J]. Meat Science, 2009, 81(4):686-692.
- [18] 孙卫青.几种天然香辛料抑菌性能的研究[J].湖北农学院学报,2004,24(3):207-209.
- [19] 田迪英,杨荣华.几种香辛料对鱼油抗氧化及消臭作用的研究[J].粮油加工与食品机械,2002(4):48-50.
- [20] 俞纯方,李永华,陈吉森.香辛料对猪肉过氧化物酶活性的抑制作用[J].肉类工业,2002(3):34-35.
- [21] E Hernández - Hernández, E Ponce - Alquicira, M E Jaramillo - Flores, et al. Antioxidant effect rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.) extracts on TBARS and colour of model raw pork batters [J]. Meat Science, (下转第 365 页)

了乙醇浓度作为主控变量,构建了相应的模糊控制器并将其对发酵过程流加速率进行优化。利用WinCC的全局脚本编辑器将模糊控制算法嵌入到PLC控制系统中,实现了对流加速率的模糊控制,通过实施模糊控制后的GSH产量比较,采用恒流加速率控制时的GSH产量达到了2倍以上。

4 展望

日本等国已将GSH作为生物活性添加剂积极开发GSH保健食品,并广泛应用于食品加工领域。而我国目前的生产尚不能满足国内市场需求,主要依靠从日本及一些西方国家进口。如何有效提高谷胱甘肽的产量,必须进一步研究完善微生物发酵法的生产工艺,优化发酵过程的控制条件,争取早日实现我国工业化生产谷胱甘肽。

参考文献

- [1] Micke P, Beeh K M, Buhl R. Effects of long-term supplementation with whey proteins on plasma glutathione levels of HIV-infected patients[J]. Eur J Nutr, 2002, 41: 12-18.
- [2] Modig H, Reversz L. Release of Thiols from Cellular Mixed Disulfides and its Possible Role in Radiation Protection[J]. Int J Radiat Biol, 1971, 22: 257-265.
- [3] 古绍彬, 吴影, 李荣春. 发酵法生产谷胱甘肽的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(30): 9689-9691.
- [4] ALFAFARA C G, KANDA A, SHIOI T. Effect of amino acids on glutathione production by *Saccharomyces cerevisiae* [J]. Appl Microbiol Biotechnol, 1992, 36(4): 538-540.
- [5] Alfafara C G, Miura K, Shimizu H, et al. Cysteine Addition Strategy for Maximum Glutathione Production in Fed-Batch Culture of *Saccharomyces cerevisiae* [J]. Appl Microbiol Biotechnol, 1992, 37: 141-146.
- [6] 张文燕, 堵国成, 陈坚. 流加发酵及添加L-半胱氨酸对产脲假丝酵母高密度培养合成谷胱甘肽的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2007, 13(2): 261-264.
- [7] Miyamoto T, Miwa N, Takemoto T. Glutathione [P]. 日本专利: 53009393, 1978.
- [8] 陈珊, 贺小贤, 潘亚磊. 氨基酸前体对酿酒酵母生产谷胱甘肽影响的研究[J]. 陕西科技大学学报, 2008, 26(3): 64-67.
- [9] 尹良鸿, 吴晓玉, 廖鲜艳, 等. 产脲假丝酵母发酵生产谷胱甘肽的氨基酸添加策略[J]. 过程工程学报, 2008, 8(2):

333-338.

- [10] Watanabe K, Kato N, Yoshida N. Glutathione, its manufacture with yeast, and the effects of complex amino acids in medium [P]. 日本专利: 01148181, 1989.
- [11] Wen Shaohong, Zhang Tao, Tan Tianwei. Optimization of the amino acid composition in glutathione fermentation [J]. Process Biochem, 2005, 40: 3473-3479.
- [12] 吴坚平, 林建平, 刘慧敏, 等. 培养条件对产脲假丝酵母合成谷胱甘肽的影响[J]. 化学反应工程与工艺, 2001, 17(1): 89-100.
- [13] 李寅, 陈坚, 毛英鹰, 等. 重组大肠杆菌生产谷胱甘肽发酵条件的研究[J]. 微生物学报, 1999, 39(4): 355-361.
- [14] 李寅, 陈坚, 阮文权, 等. 氨基酸对面包酵母发酵生产谷胱甘肽影响的初步研究[J]. 第八届化学工程论文报告会论文集, 1996: 1332-1335.
- [15] 李寅, 陈坚, 周楠迪, 等. 氨基酸和酵母膏对谷胱甘肽发酵的影响[J]. 中国医药工业杂志, 1998, 29(12): 537-542.
- [16] 童群义, 王国成, 堵国成. 补料方式对酵母菌生产谷胱甘肽的影响[J]. 工业微生物, 2003, 32(1): 19-22.
- [17] 卫功元, 李寅, 堵国成, 等. 产脲假丝酵母流加发酵法生产谷胱甘肽[J]. 过程工程学报, 2005, 5(3): 327-331.
- [18] 李寅, 陈坚, 伦世仪. 高密度培养工程菌生产谷胱甘肽[J]. 中国医药工业杂志, 1999, 30(1): 1-4.
- [19] 陈坚, 李寅, 毛英鹰, 等. 培养模式对重组大肠杆菌高密度培养生产谷胱甘肽的影响[J]. 生物工程学报, 1998, 14(4): 452-455.
- [20] Sakato K, Tanaka H. Advanced control of glutathione fermentation process [J]. Biotechnol Bioeng, 1992, 40(8): 904-912.
- [21] SHIMIZU H, ARAKI K, SHIOYA S, et al. Optimal production of glutathione by controlling the specific growth rate of yeast in fed-batch culture [J]. Biotechnol Bioeng, 1991, 38(2): 196-206.
- [22] Alfafara CG, Miura K, Shimizu H, et al. Fuzzy control of ethanol concentration and its application to maximum glutathione production in yeast fed-batch culture [J]. Biotechnol Bioeng, 1993, 41(4): 493-501.
- [23] 王峥, 谭天伟, 温少红. 谷胱甘肽发酵过程中的乙醇控制[J]. 生物加工过程, 2004, 2(2): 64-67.
- [24] 王建林, 于涛, 杨敬杰. 基于模糊集的流加发酵控制方法及其实现[J]. 仪器仪表学报, 2007, 28(2): 268-271.
- [25] 与进展[J]. 肉类工业, 2005(1): 25-27.
- [26] Djamel D, Armida S, Jose' A B, et al. Extension of the shelf life of beef steaks packaged in a modified atmosphere by treatment with rosemary and displayed under UV-free lighting [J]. Meat Science, 2003, 64(4): 417-426.
- [27] 贺红军, 姜竹茂, 孙承锋, 等. Nisin与香辛料提取液在五香牛肉保鲜中的应用研究[J]. 食品工业科技, 2004, 25(9): 59-61.
- [28] 杜红霞, 李洪军, 李小勇, 等. 国内外香辛料抗氧化效果最新研究进展[J]. 食品科学, 2008, 29(1): 359-363.
- [29] 夏凡, 璐争艳, 何健, 等. 冷却肉天然香辛料植物源保鲜剂应用及其安全性研究进展[J]. 肉类研究, 2008(6): 51-56.

(上接第361页)

2009, 81(2): 410-417.

- [22] 李洪军, 杜红霞, 贺雅非. 香辛料精油在油炸牛肉加工中的抗氧化性研究[J]. 食品科学, 2008, 29(12): 172-176.
- [23] 付丽, 夏秀芳, 孔保华. 生姜乙醇提取物对气调包装冷却猪肉的护色效果[J]. 肉类工业, 2005(8): 23-25.
- [24] 夏秀芳, 孔保华, 于长青. 几种天然香辛料提取物延长冷却肉货架期的研究[J]. 食品与机械, 2008, 24(3): 55-59.
- [25] 夏秀芳, 孔保华. 香辛料保鲜液与壳聚糖淀粉复合膜在冷却肉保鲜中的应用[J]. 食品科学, 2007, 28(11): 590-595.
- [26] 朱剑凯. 香辛料和蛋白酶在牛肉嫩化和保鲜中的作用[J]. 肉类工业, 2008(5): 33-35.
- [27] 白艳红, 成亚宁, 王玉芬, 等. 我国低温肉制品研发现状