

# 迷迭香提取物对冷藏调理猪肉饼品质的影响

殷燕, 张万刚\*, 周光宏

(南京农业大学食品科技学院, 食品安全与营养协同创新中心,  
肉品加工与质量控制教育部重点实验室, 江苏 南京 210095)

**摘要:** 研究不同剂量迷迭香提取物对4℃冷藏调理猪肉饼抗脂肪氧化、抑菌能力及品质特性的影响。将0.03%、0.06%和0.09%的迷迭香提取物分别添加到调理猪肉饼中, 测定其在10d冷藏过程中硫代巴比妥酸值、菌落总数、pH值、颜色( $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 值)、出品率和感官指标的变化。结果表明: 与对照组相比, 添加迷迭香提取物的各处理组具有显著的抗脂肪氧化效果和更高的出品率( $P < 0.05$ ), 效果与添加0.02%二丁基羟基甲苯相当。迷迭香提取物添加量为0.06%和0.09%的处理组在冷藏7d后表现出显著的抑菌能力( $P < 0.05$ ), 这两组的pH值在冷藏期间显著低于对照组( $P < 0.05$ )。迷迭香提取物添加量为0.06%的猪肉饼在冷藏4d后红度值( $a^*$ )与对照组相比显著升高( $P < 0.05$ ), 迷迭香提取物添加量为0.09%的猪肉饼在10d冷藏过程中亮度值( $L^*$ )显著低于对照组( $P < 0.05$ ), 而这两组猪肉饼的黄度值( $b^*$ )在冷藏期间均显著高于对照组( $P < 0.05$ )。此外, 猪肉饼的香气、质地和总体可接受程度均没有随迷迭香提取物添加量的增加而发生显著变化( $P > 0.05$ )。可见, 迷迭香提取物在调理猪肉饼中具有较好的抗氧化和抑菌效果, 并且在一定程度上能改善肉饼颜色, 而对肉饼的感官品质不会造成不良影响。

**关键词:** 迷迭香提取物; 猪肉饼; 脂肪氧化; 抑菌能力; 品质

## Effect of Rosemary Extract on the Quality of Pork Patties during Refrigerated Storage

YIN Yan, ZHANG Wan-gang\*, ZHOU Guang-hong

(Key Laboratory of Meat Processing and Quality Control, Ministry of Education, Synergetic Innovation Center of Food Safety and Nutrition, College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

**Abstract:** Effects of different amounts of rosemary extract on lipid oxidation, antibacterial activity and quality of pork patties during refrigerated (4 °C) storage were assessed. Rosemary extract was added into pork patties at levels of 0.03%, 0.06% and 0.09%, respectively. Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), total bacterial count, pH value, color ( $L^*$ ,  $a^*$ , and  $b^*$  values), cooking yield and sensory attributes of these patties during a storage period of 10d were analyzed. The results showed that the patties with rosemary extract exhibited significantly lower extent of lipid oxidation and higher cooking yield than control samples (no added rosemary extract) ( $P < 0.05$ ). It was commensurate with patties added with 0.02% butylated hydroxytoluene (BHT). Addition of 0.06% and 0.09% rosemary extract showed remarkable antibacterial activities after 7d of chilled storage ( $P < 0.05$ ), while the pH values of these two treatments during storage were lower than those of the control ( $P < 0.05$ ). Addition of 0.06% rosemary extract exhibited significantly higher  $a^*$  values after 4 d of refrigerated storage as compared to the control ( $P < 0.05$ ), 0.09% rosemary extract displayed significantly lower  $L^*$  values during the storage period ( $P < 0.05$ ) and the  $b^*$  values of these two treatments were both significantly higher than that of the control ( $P < 0.05$ ) during the refrigerated storage. No significant differences in flavor, texture or overall acceptability of pork patties among treatments were observed with increasing rosemary extract addition ( $P > 0.05$ ). This study shows that rosemary extract has great anti-oxidative and antibacterial activities in pork patties. The color of pork patties also can be improved by rosemary extract while having no negative influence on the sensory quality.

**Key words:** rosemary extract; pork patties; lipid oxidation; antibacterial activity; quality

中图分类号: TS251.51

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2014) 22-0287-06

doi:10.7506/spkx1002-6630-201422056

收稿日期: 2014-03-11

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD28B03)

作者简介: 殷燕(1990—), 女, 硕士研究生, 研究方向为肉品质量安全控制。E-mail: della12345@163.com

\*通信作者: 张万刚(1977—), 男, 教授, 博士, 研究方向为肉品质量安全控制。E-mail: wangang.zhang@yahoo.com

近年来, 调理肉制品因便捷、营养、符合人们快节奏生活需求而兴起, 但其食用品质在贮藏过程中极易因脂肪氧化和微生物污染而受到影响<sup>[1-2]</sup>, 从而使贮藏期缩短。目前, 为解决这一问题所采用的最普遍的方法是添加人工合成的抗氧化剂和防腐剂。合成抗氧化剂及防腐剂的抗氧化、抑菌效果突出, 但其安全问题得不到保障<sup>[3]</sup>。因而天然的抗氧化剂及防腐剂的开发利用日益成为焦点。有研究显示, 迷迭香是一种同时具备抑菌和抗氧化功效的天然香辛料<sup>[4-5]</sup>。Ojeda-Sana等<sup>[5]</sup>认为迷迭香所含的丰富二萜类化合物, 能够通过改变细菌细胞膜通透性引起蛋白质和糖类的流失, 从而阻碍细菌的生长达到抑菌的效果。Fadel等<sup>[6]</sup>研究表明迷迭香中的酚类物质如迷迭香酸, 能够保护多不饱和脂肪酸免受氧自由基的攻击, 防止脂质过氧化。徐燕等<sup>[7]</sup>通过滤纸片扩散实验发现, 提取自迷迭香的防腐物质能够有效抑制金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌和大肠杆菌等常见食品污染菌的生长。郭艳华<sup>[8]</sup>比较了16种常用天然香辛料提取物的抗氧化活性, 发现迷迭香提取物所含总酚含量最高, 抗脂质过氧化能力最强。Seydim等<sup>[9]</sup>发现迷迭香提取物显著抑制了鸵鸟肉饼的脂肪氧化。Bragagnolo等<sup>[10]</sup>采用电子自旋谐振光谱法检测到添加迷迭香的鸡胸肉脂肪氧化程度明显下降。

目前, 关于迷迭香提取物的研究主要集中在其化学成分中提取方法、功能及作用机理方面, 有关迷迭香提取物添加到调理肉制品当中, 对其抗氧化、抑菌效果以及品质特性的影响的报道还不多见。本研究探讨了添加不同剂量的迷迭香提取物对调理猪肉饼冷藏过程中品质的影响, 并与0.02% (GB 2760—2011《食品添加剂使用标准》允许最大使用量) 的人工合成抗氧化剂二丁基羟基甲苯 (butylated hydroxytoluene, BHT) 进行对比, 为迷迭香提取物能否替代合成防腐、抗氧化剂在肉制品中应用提供一定依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与试剂

迷迭香提取物购于南京泽朗医药公司, 以迷迭香叶子为原材料, 乙醇回流提取, 提取率为10%, 无额外添加物, 提取物为棕褐色粉末, 带有清甜松木香, 香味浓郁, 甜中略带苦味, 提取物中主要功能性成分为鼠尾草酚、鼠尾草酸和迷迭香酸, 含量分别为3.3%、5.3%和5.5%。

猪后腿瘦肉、猪背膘脂肪 江苏食品集团; 聚丙烯托盘 希悦尔(中国)有限公司; 聚乙烯保鲜膜 苏州市苏容塑料制品有限公司。

平板计数琼脂培养基 (plate count agar, PCA) 北京陆桥技术有限公司; 2-硫代巴比妥酸 (2-thiobarbituric acid reactive, TBA) 国药集团化学试剂有限公司;

卡拉胶 滕州市金凤凰卡拉胶有限责任公司; BHT 郑州豫中生物科技有限公司; 吡啶、正丁醇 上海申博化工有限公司。

### 1.2 仪器与设备

T-25数字匀浆机 德国IKA公司; M2e多功能酶标仪 德国MD公司; HVE-50高压灭菌锅 日本Hirayama公司; SG403A生物安全柜 美国Baker公司; FE20台式pH计 瑞士Mettler Toledo公司; CR-400便携式色差仪 日本Konica Minolta公司; VTO-34A电烤箱 北美电器(珠海)有限公司; BZBI-15斩拌机 嘉兴艾博不锈钢机械有限公司; TC 12E绞肉机 意大利Sirman公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 猪肉饼的制备方法

基本配方: 以猪后腿瘦肉400 g计, 猪背膘100 g、卡拉胶3 g、淀粉15 g、盐7.5 g、复合磷酸盐1 g、糖2.5 g、味精0.5 g、酱油2.5 g、料酒9.5 g、冰水65 g。对照组为基本配方, 4个实验组: 分别添加0.03%、0.06%、0.09%迷迭香提取物和0.02% BHT。

工艺流程: 原料肉的预处理(去除可见筋膜, 分割)→瘦肉和背膘均绞碎→配料→拌料→斩拌→成型→包装→冷藏。

猪后腿瘦肉和背膘均用筛孔直径为4 mm的绞肉机绞碎, 将准确称量的基本配料和原料肉(肥瘦比1:4)手动搅拌均匀后, 放入斩拌机中, 用最低斩拌速率(刀速1 400 r/min; 锅速10 r/min)充分斩拌, 用模具将斩拌均匀的肉糜定型成直径为8 cm、厚度为1.5 cm的肉饼, 再参照Jia Na等<sup>[11]</sup>的肉饼包装及贮藏方法, 将肉饼放入聚丙烯托盘中, 用聚乙烯保鲜膜严密覆盖, 然后将包装好的肉饼放入4℃冷库冷藏, 并模拟超市环境, 用日光灯进行照射。

#### 1.3.2 硫代巴比妥酸值(thiobarbituric acid reactive substance, TBARS)的测定

采用Zhang Lin等<sup>[12]</sup>的方法。取1 g切碎的肉样, 加入10 mL蒸馏水, 12 000 r/min匀浆2次, 每次30 s。取0.2 mL匀浆液放入试管中, 依次加入0.2 mL 8.1%十二烷基硫酸钠(sodium dodecyl sulfate, SDS)溶液, 1.5 mL 20%醋酸缓冲液, 1.5 mL 0.8% TBA溶液和0.6 mL蒸馏水。将这4 mL溶液混合均匀后放入95℃水浴中加热1 h, 使溶液颜色变为粉红色。用流动水冷却该溶液10 min, 再加入1 mL蒸馏水和4 mL吡啶和正丁醇的混合物(体积比1:15), 剧烈摇晃试管后以4 000 r/min的速率离心10 min, 取上清液。在532 nm波长处测上清液的吸光度。

用1,1,3,3-四乙氧基丙烷做标准曲线, TBARS值以每1 kg肉样中所含丙二醛(malonaldehyde, MDA)的质量表示。

1.3.3 菌落总数的测定

按照GB 4789.2—2010《食品卫生微生物学检验：菌落总数测定》执行。

1.3.4 pH值的测定

按照GB/T 9695.5—2008《肉与肉制品pH测定》执行。

1.3.5 颜色(L\*, a\*, b\*值)的测定

参照Moroney等<sup>[13]</sup>的方法, 并略作修改。色差仪使用前先用标准板进行校正(Y = 94.0, x = 0.315 6, y = 0.332 1), 再采用D65光源, 8mm直径测量范围及2°视角对肉饼表面的颜色(亮度L\*、红度a\*、黄度b\*)进行测定。

1.3.6 出品率的测定

采用Gao Xueqin等<sup>[14]</sup>的方法。将肉饼烤熟并冷却至室温, 用纸巾将肉饼表面可见的汁液轻轻吸干, 称质量。按下式计算出品率:

$$\text{出品率}/\% = \frac{\text{熟肉饼净质量}}{\text{生肉饼质量}} \times 100$$

1.3.7 感官指标的测定

感官评定由本实验室的17名研究生共同完成。肉饼放入电烤箱托盘中, 190℃烤制10min(5min时翻面), 使肉饼中心温度达到75℃<sup>[15]</sup>。将肉饼冷却至室温(20℃左右)后切成小块(1cm<sup>3</sup>)进行评定。采用9点快感标度法对烤熟的肉饼进行评价, 评价指标包括色泽、香气、滋味、质地和总体可接受程度, 评价标准: 9分为非常喜欢, 8分为比较喜欢, 7分为一般喜欢, 6分为稍微喜欢, 5分为既不喜欢也不讨厌, 4分为稍微不喜欢, 3分为一般厌恶, 2分为比较厌恶, 1分为非常厌恶。

1.4 统计分析

实验重复3次。所得数据用SAS 8.1进行方差分析, 用Duncan's Multiple Range Test进行显著性(P < 0.05)分析, 采用Origin 8.6软件进行作图。

2 结果与分析

2.1 迷迭香提取物对猪肉饼TBARS值的影响

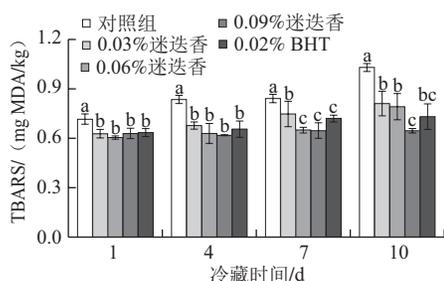


Fig.1 Effects of different amounts of rosemary extract on TBARS values of pork patties during chilled storage

脂肪氧化是决定食品质量的最主要因素之一, 它能导致食物发生色变, 产生不良气味, 甚至生成有害物质<sup>[16]</sup>。

因此, 抑制脂肪氧化是保持食品品质, 延长食品货架期的关键。由图1可知, 添加了迷迭香提取物的肉饼在冷藏期间TBARS值显著低于对照组(P < 0.05), 且除了第7天添加量为0.03%的实验组TBARS值高于BHT组外(P < 0.05), 其余各时间点的各个实验组TBARS值与对应的BHT组无显著差异(P > 0.05), 说明迷迭香提取物具有很好的抗氧化效果, 且不同添加量的抗氧化效果基本均与0.02% BHT相当。随着冷藏时间的延长, 对照组的TBARS值明显升高(P < 0.05), 而添加0.03%和0.06%迷迭香提取物的实验组前7 d的TBARS值没有显著增长(P > 0.05), 添加量为0.09%的实验组和BHT组在10 d的冷藏过程中TBARS值均没有显著增长(P > 0.05)。由此可见, 迷迭香提取物能有效延缓肉饼冷藏过程中的氧化速率, 从而延长贮藏时间, 并且随着添加量的增加, 延长贮藏时间的能力增强。在1、4 d时, 迷迭香提取物的抗氧化效果受添加量的影响不大(P > 0.05), 但随着冷藏时间的进一步延长, 添加量大的实验组在抗氧化方面表现出了更大的优势。脂肪氧化是自由基作用于不饱和脂肪酸导致脂质过氧化产生MDA等过氧化产物的过程<sup>[17]</sup>。有报道<sup>[6,9]</sup>指出, 迷迭香中的迷迭香酸、鼠尾草酸、迷迭香酚等化合物可以取代自由基作用于不饱和脂肪酸, 达到抑制脂肪氧化的效果。Lara等<sup>[18]</sup>研究表明, 添加了迷迭香提取物的熟猪肉饼在0~3 d的冷藏期间, 自由基的含量显著高于对照组, 说明迷迭香发挥了替代自由基与不饱和脂肪酸结合的作用。与本实验结果不同的是, 在Lara等<sup>[18]</sup>的实验中, 添加0.03%迷迭香提取物的熟猪肉饼在0~6 d的贮藏期间抗脂肪氧化效果显著高于添加0.02% BHT的实验组。而Sebranek等<sup>[19]</sup>以新鲜猪肉肠为实验载体, 发现当迷迭香提取物添加量达到0.25%时才能表现出与0.02% BHT相当的抗脂肪氧化效果。迷迭香提取物化学成分复杂, 其种类和含量受到种植环境、提取方法等多方面的影响, 因此, 有关迷迭香提取物抗氧化能力高低的问题目前还没有统一的定论, 有待进一步研究。

2.2 迷迭香提取物对猪肉饼菌落总数的影响

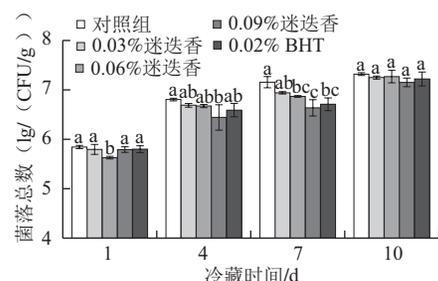


Fig.2 Effects of different amounts of rosemary extract on total bacterial counts of pork patties during chilled storage

微生物污染是除脂肪氧化以外, 导致食品腐败的主要原因<sup>[19]</sup>。孙响<sup>[20]</sup>、徐燕<sup>[7]</sup>等分别通过平板法和滤纸片扩

散法证明,迷迭香提取物能够抑制大肠杆菌和金黄色葡萄球菌等常见食品污染菌的生长。Jiang Yang等<sup>[21]</sup>研究指出迷迭香精油对于绝大部分真菌和细菌的生长都有很好的抑制作用,但Seydim等<sup>[9]</sup>将迷迭香提取物添加到鸵鸟肉饼中,却发现肉饼中的微生物生长并没有得到有效控制, Mohamed等<sup>[22]</sup>也指出添加迷迭香提取物和BHT的牛肉饼与对照组相比菌落总数没有显著降低。由图2可知,迷迭香提取物添加量为0.03%的实验组在整个贮藏期间菌落总数与对照组相比没有显著差异 ( $P>0.05$ ); 添加量为0.06%和0.09%的实验组菌落总数分别在1、7d和4、7d时显著低于对照组 ( $P<0.05$ ); BHT组则仅在7d时菌落总数有明显的降低 ( $P<0.05$ )。当冷藏时间延长至第10天时,所有实验组的菌落总数与对照组均无明显差异。可见迷迭香提取物(尤其是低浓度添加量)和BHT在冷藏初期对肉饼的抑菌效果并不明显,当冷藏时间达到7d时,抑菌作用开始显现,而随着冷藏时间进一步延长,抑菌能力又开始下降。

### 2.3 迷迭香提取物对猪肉饼pH值的影响

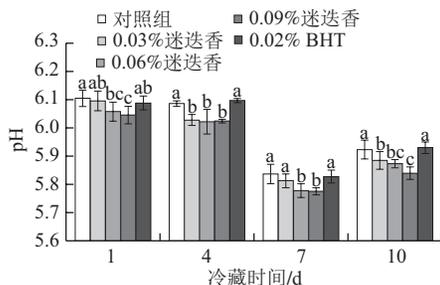


图3 迷迭香提取物添加量对猪肉饼冷藏过程中pH值的影响

Fig.3 Effects of different amounts of rosemary extract on pH values of pork patties during chilled storage

由图3可知,与对照组相比,迷迭香提取物添加量为0.06%和0.09%的实验组在每个时间点pH值均显著降低 ( $P<0.05$ ), 添加量为0.03%的实验组在第4天和第7天pH值也明显低于对照组 ( $P<0.05$ ), 而BHT处理组的pH值在冷藏过程中与对照组相比没有显著的差异 ( $P>0.05$ ), 可以推测迷迭香提取物的加入导致了肉饼pH值的改变。Lara等<sup>[18]</sup>的实验同样发现迷迭香提取物可以显著降低猪肉饼的pH值,并推断迷迭香中所含的鼠尾草酸和迷迭香酸是造成pH值下降的主要原因。低pH值可以导致迷迭香提取物对金黄色葡萄球菌的抑菌能力减弱<sup>[23]</sup>, 而迷迭香酸和鼠尾草酸本身又能通过改变细菌细胞膜通透性达到抑菌的效果<sup>[5,20]</sup>, 因而迷迭香与肉饼的pH值及微生物生长情况存在着复杂而紧密的联系,有待进一步探讨。在10d的冷藏期间,对照组和实验组肉饼的pH值均呈现先下降后上升的趋势, pH值在第7天显著下降 ( $P<0.05$ ), 随着时间的延长又开始上升 ( $P<0.05$ )。在Seydim等<sup>[9]</sup>的实验中,添加迷迭香提取物的鸵鸟肉饼

pH值在9d的冷藏过程中一直处于显著下降的趋势,也有报道指出迷迭香提取物对猪肉冷藏过程中的pH值变化并不会产生明显影响<sup>[24]</sup>。

### 2.4 迷迭香提取物对猪肉饼颜色的影响

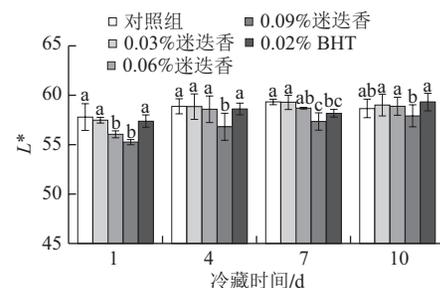


图4 迷迭香提取物添加量对猪肉饼冷藏过程中L\*值的影响

Fig.4 Effects of different amounts of rosemary extract on L\* values of pork patties during chilled storage

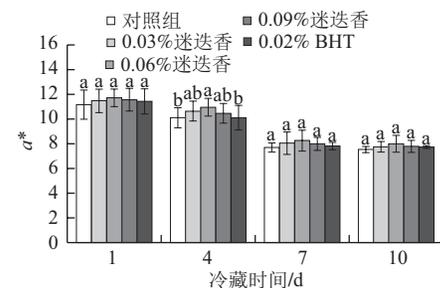


图5 迷迭香提取物添加量对猪肉饼冷藏过程中a\*值的影响

Fig.5 Effects of different amounts of rosemary extract on a\* values of pork patties during chilled storage

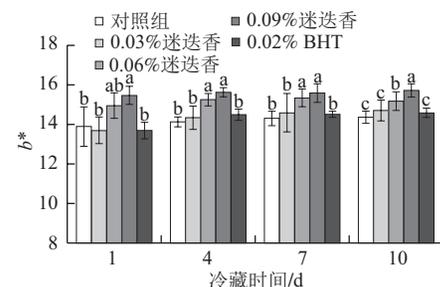


图6 迷迭香提取物添加量对猪肉饼冷藏过程中b\*值的影响

Fig.6 Effects of different amounts of rosemary extract on b\* values of pork patties during chilled storage

颜色是判断食品质量的关键因素,更是消费者挑选食品的重要依据。肉类的颜色主要由肌红蛋白提供,当肌红蛋白中的二价铁被氧化为三价铁而变为高铁肌红蛋白时,肉就会发生褐变<sup>[25]</sup>。很多研究表明迷迭香提取物具有保持肉色稳定的功能<sup>[8,18,24]</sup>。Fernández-lópez等<sup>[24]</sup>提出迷迭香提取物之所以能够稳定肉色是因为它能抑制高铁肌红蛋白的形成。结果表明,肉饼的a\*值随着迷迭香提取物添加量的增加呈现先上升后下降的过程(图5),

添加量为0.06%的实验组 $a^*$ 值最高,并且在4 d时显著高于对照组( $P<0.05$ ),随着添加量的进一步加大, $a^*$ 值反而下降,这可能是由于迷迭香提取物本身的棕褐色对肉色造成了影响。与对照组相比,添加量为0.03%和0.06%的实验组的 $L^*$ 值基本没有明显的变化,当添加量增至0.09%时,肉饼的 $L^*$ 值显著降低(图4)。由图6可知,肉饼的 $b^*$ 值随贮藏时间的延长变化不大,但随着迷迭香提取物添加量的增加, $b^*$ 值逐渐上升,当添加量为0.06%和0.09%时, $b^*$ 值显著高于对照组( $P<0.05$ )。Lara等<sup>[18]</sup>认为迷迭香提取物中的色素含量会影响猪肉饼的颜色,高色素含量会降低 $a^*$ 和 $L^*$ 值,这一结论与本实验的结果相符。由此推断, $b^*$ 值的上升可能与迷迭香提取物所含的色素有关。

### 2.5 迷迭香提取物对猪肉饼出品率的影响

**表 1 添加不同量的迷迭香提取物对猪肉饼冷藏过程中出品率的影响**  
**Table 1 Effects of different amounts of rosemary extract on cooking yield of pork patties during chilled storage** %

处理组	贮藏时间/d			
	1	4	7	10
对照组	92.620 0±1.059 2 <sup>b</sup>	92.040 0±0.219 1 <sup>d</sup>	90.220 0±0.801 2 <sup>b</sup>	93.140 0±1.047 9 <sup>c</sup>
0.03%迷迭香	94.460 0±1.687 6 <sup>c</sup>	93.060 0±1.008 9 <sup>f</sup>	92.020 0±0.148 3 <sup>a</sup>	93.300 0±0.974 7 <sup>c</sup>
0.06%迷迭香	94.468 0±1.676 0 <sup>c</sup>	94.180 0±0.303 3 <sup>b</sup>	91.940 0±0.512 8 <sup>a</sup>	93.900 0±0.479 6 <sup>c</sup>
0.09%迷迭香	95.260 0±0.841 4 <sup>d</sup>	95.920 0±0.164 3 <sup>a</sup>	92.280 0±0.481 7 <sup>a</sup>	93.300 0±1.232 9 <sup>c</sup>
0.02% BHT	94.420 0±0.917 6 <sup>c</sup>	94.980 0±0.923 0 <sup>b</sup>	92.080 0±0.164 3 <sup>a</sup>	93.880 0±0.327 1 <sup>c</sup>

注:同列肩标小写字母不同表示差异显著( $P<0.05$ )。下同。

从表1可以看出,在前7 d的冷藏过程中,添加了迷迭香提取物和BHT的肉饼出品率均显著高于对照组( $P<0.05$ ),并且肉饼第4天的出品率随着提取物添加量的增加而显著上升( $P<0.05$ )。肉制品的出品率与水分和脂肪含量的高低直接相关<sup>[14]</sup>。脂肪氧化会破坏肌纤维膜完整性,造成水分和脂肪流失<sup>[12]</sup>,从而降低肉制品出品率。本实验结果显示,迷迭香提取物具备很好的抗脂肪氧化功效,说明迷迭香提取物能够减缓猪肉饼水分和脂肪的流失,从而提高出品率。在Lara等<sup>[18]</sup>的实验中,添加了迷迭香提取物的猪肉饼出品率同样显著高于对照组,但Lara等<sup>[18]</sup>认为肉饼烹饪损失是蛋白质变性导致汁液渗出造成的,迷迭香提取物能够通过抑制蛋白质变性来减小烹饪损失。

### 2.6 迷迭香提取物对猪肉饼感官指标的影响

**表 2 添加不同量的迷迭香提取物对猪肉饼感官指标的影响**  
**Table 2 Effects of different amounts of rosemary extract on sensory attributes of pork patties**

组别	色泽	香气	滋味	质地	总体可接受程度
对照组	4.777 8±0.441 0 <sup>b</sup>	5.555 6±0.527 0 <sup>b</sup>	6.700 0±0.674 9 <sup>a</sup>	5.300 0±0.483 0 <sup>b</sup>	5.750 0±0.500 0 <sup>b</sup>
0.03%迷迭香	5.400 0±0.516 4 <sup>c</sup>	5.333 3±0.516 4 <sup>c</sup>	6.444 4±0.527 0 <sup>b</sup>	5.272 7±0.467 1 <sup>a</sup>	5.875 0±0.629 2 <sup>b</sup>
0.06%迷迭香	5.333 3±0.500 0 <sup>c</sup>	5.363 6±0.504 5 <sup>c</sup>	5.800 0±0.447 2 <sup>b</sup>	5.300 0±0.483 0 <sup>b</sup>	5.666 7±0.516 4 <sup>c</sup>
0.09%迷迭香	5.250 0±0.462 9 <sup>ab</sup>	5.125 0±0.353 6 <sup>c</sup>	5.375 0±0.517 5 <sup>b</sup>	5.333 3±0.500 0 <sup>b</sup>	5.583 3±0.491 6 <sup>c</sup>
0.02% BHT	5.100 0±0.567 6 <sup>ab</sup>	5.384 6±0.506 4 <sup>c</sup>	5.400 0±0.547 7 <sup>b</sup>	5.250 0±0.500 0 <sup>b</sup>	5.500 0±0.577 4 <sup>c</sup>

由表2可知,添加了0.03%和0.06%迷迭香提取物的肉饼色泽得分显著高于对照组( $P<0.05$ ),说明迷迭香提取物可以改善肉饼的色泽使其更加趋向于消费者青睐的颜色。但随着添加量的增加,色泽得分逐渐下降,0.09%处理组得分与对照组差异不显著( $P>0.05$ )。这是因为迷迭香提取物本身为深棕褐色,添加量增大会导致肉饼的颜色变暗而影响外观。迷迭香提取物对肉饼的滋味产生了不良影响,随着提取物添加量的增加,滋味得分逐渐下降,并且当添加量增至0.06%和0.09%时,得分显著低于对照组( $P<0.05$ )。迷迭香起源于欧洲,引入我国的时间并不长,国内消费者对于迷迭香的特殊气味接受度还不高,这是导致添加迷迭香提取物的肉饼滋味得分偏低的主要原因。肉饼的香气、质地及总体可接受程度与对照组相比均无显著差异( $P>0.05$ )。与BHT相比,迷迭香提取物在改善肉饼色泽方面具有更大的优势。

## 3 结论

迷迭香提取物能有效抑制猪肉饼脂肪氧化,效果与BHT相当,当冷藏时间延长至第10天时,添加量为0.09%的处理组抗氧化效果甚至好于BHT。在前7 d的冷藏过程中,添加迷迭香提取物的猪肉饼的出品率和抑菌能力均有显著提高。迷迭香提取物在一定程度上可以稳定并改善肉饼颜色,但由于提取物本身颜色的干扰以及其特殊气味对滋味感官的影响,添加量不宜过大,应控制在0.06%以内。此外,尽管迷迭香提取物会降低肉饼的pH值,但这对肉饼的感官质量并没有造成不良影响。可见,迷迭香提取物具备改善食品品质、延长食品贮藏期的潜力,可以考虑在肉制品中用于替代BHT。

### 参考文献:

- [1] GEORGANTELIS D, AMBROSIADIS I, KATIKOU P, et al. Effect of rosemary extract, chitosan and  $\alpha$ -tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4 °C[J]. Meat Science, 2007, 76(1): 172-181.
- [2] KANNER J. Oxidative processes in meat and meat products: quality implications[J]. Meat Science, 1994, 36(1/2): 169-189.
- [3] 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.
- [4] BUBONJA-SONJE M, GIACOMETTI J, ABRAM M. Antioxidant and antilisterial activity of olive oil, cocoa and rosemary extract polyphenols[J]. Food Chemistry, 2011, 127(4): 1821-1827.
- [5] OJEDA-SANA A M, BAREN C M, ELECHOSA M A, et al. New insights into antibacterial and antioxidant activities of rosemary essential oils and their main components[J]. Food Control, 2013, 31(1): 189-195.
- [6] FADEL O, KIRAT K E, MORANDAT S. The natural antioxidant rosmarinic acid spontaneously penetrates membranes to inhibit lipid peroxidation *in situ*[J]. Biochimica et Biophysica Acta, 2011, 1808(12): 2973-2980.

- [7] 徐燕, 黄敬华. 迷迭香中天然防腐剂的提取方法及其抑菌作用研究[J]. 氨基酸和生物资源, 2007, 29(2): 1-4.
- [8] 郭艳华. 常用天然香辛料抗氧化性的比较研究[J]. 中国酿造, 2010, 29(7): 154-156.
- [9] SEYDIM A C, GUZEL-SEYDIM Z B, ACTON J C, et al. Effects of rosemary extract and sodium lactate on quality of vacuum-packaged ground ostrich meat[J]. Journal of Food Science, 2006, 71(1): 71-76.
- [10] BRAGAGNOLO N, DANIELSEN B, SKIBSTED L H. Rosemary as antioxidant in pressure processed chicken during subsequent cooking as evaluated by electron spin resonance spectroscopy[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2007, 8(1): 24-29.
- [11] JIA Na, KONG Baohua, LIU Qian, et al. Antioxidant activity of black currant (*Ribes nigrum* L.) extract and its inhibitory effect on lipid and protein oxidation of pork patties during chilled storage[J]. Meat Science, 2012, 91(4): 533-539.
- [12] ZHANG Lin, LIN Yuhai, LENG Xuejiao, et al. Effect of sage (*Salvia officinalis*) on the oxidative stability of Chinese-style sausage during refrigerated storage[J]. Meat Science, 2013, 95(2): 145-150.
- [13] MORONEY N C, O'GRADY M N, O'DOHERTY J V, et al. Effect of a brown seaweed (*Laminaria digitata*) extract containing laminarin and fucoidan on the quality and shelf-life of fresh and cooked minced pork patties[J]. Meat Science, 2013, 94(3): 304-311.
- [14] GAO Xueqin, ZHANG Wangang, ZHOU Guanghong. Effects of glutinous rice flour on the physicochemical and sensory qualities of ground pork patties[J]. LWT-Food Science and Technology, 2014, 58(1): 135-141.
- [15] CHOI Y S, CHOI J H, HAN D J, et al. Effects of *Laminaria japonica* on the physico-chemical and sensory characteristics of reduced-fat pork patties[J]. Meat Science, 2012, 91(1): 1-7.
- [16] YU S H, HSIEH H Y, PANG J C, et al. Active films from water-soluble chitosan/cellulose composites incorporating releasable caffeic acid for inhibition of lipid oxidation in fish oil emulsions[J]. Food Hydrocolloids, 2013, 32(1): 9-19.
- [17] ROJAS M C, BREWER M S. Effect of natural antioxidants on oxidative stability of cooked, refrigerated beef and pork[J]. Journal of Food Science, 2007, 72(suppl 4): 282-288.
- [18] LARA M S, GUTIERREZ J I, TIMON M, et al. Evaluation of two natural extracts (*Rosmarinus officinalis* L. and *Melissa officinalis* L.) as antioxidants in cooked pork patties packed in MAP[J]. Meat Science, 2011, 88(3): 481-488.
- [19] SEBRANEK J G, SEWALT V J H, ROBBINS K L, et al. Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage[J]. Meat Science, 2005, 69(2): 289-296.
- [20] 孙响, 汪靖超, 李洪涛, 等. 迷迭香酸的抗菌机理研究[J]. 青岛大学学报, 2005, 18(4): 41-45.
- [21] JIANG Yang, WU Nan, FU Yujie, et al. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of rosemary[J]. Environmental Toxicology and Pharmacology, 2011, 32(1): 63-68.
- [22] MOHAMED H M H, MANSOUR H A. Incorporating essential oils of marjoram and rosemary in the formulation of beef patties manufactured with mechanically deboned poultry meat to improve the lipid stability and sensory attributes[J]. LWT-Food Science and Technology, 2012, 45(1): 79-87.
- [23] CAMPO D J, AMIOT M J, NGUYEN-THE C. Antimicrobial effect of rosemary extracts[J]. Journal of Food Protection, 2000, 63(10): 1359-1368.
- [24] FERNÁNDEZ-LÓPEZ J, SEVILLA L, SAYAS-BARBERÁ E, et al. Evaluation of the antioxidant potential of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extracts in cooked pork meat[J]. Journal of Food Science, 2003, 68(2): 660-664.
- [25] 马汉军, 周光宏, 徐幸莲, 等. 高压处理对牛肉肌红蛋白及颜色变化的影响[J]. 食品科学, 2004, 25(12): 36-39.