

# 青梅添加量对牛肉饼贮藏品质的影响

Effects of addition of *Prunus mume* on the quality of beef patties during storage

罗 鸣 马 嫒 袁乙平 罗钰婕

LUO Ming MA Yuan YUAN Yi-ping LUO Yu-jie

张桂容 殷晓翠 徐影平

ZHANG Gui-rong YIN Xiao-cui XU Ying-ping

(西华大学食品与生物工程学院, 四川 成都 610039)

(College of Food and Bioengineering, Xihua University, Chengdu, Sichuan 610039, China)

**摘要:**以未添加抗氧化剂和添加 0.02% 二丁基羟基甲苯 (butylated hydroxytoluene, BHT) 的牛肉饼作对比, 研究添加 5%, 10%, 15%, 20% 青梅 (*Prunus mume*, PM) 对 -18 °C 冻藏 10 d 的牛肉饼脂肪氧化、蛋白质氧化、抑菌能力及品质特性的影响。结果表明: 与对照组相比, 10%, 15%, 20% PM 试验组的 TBARS 值显著降低 ( $P < 0.05$ ), 且 20% PM 试验组的抗脂肪氧化效果与添加 0.02% BHT 效果相当; 所有 PM 试验组在 4 d 后 TVB-N 值显著低于对照组 ( $P < 0.05$ ), 而 20% PM 试验组在贮藏期间的 TVB-N 值与添加 0.02% BHT 无显著差异 ( $P > 0.05$ ); 10%, 15%, 20% PM 试验组在贮藏期间具有显著的抑菌效果 ( $P < 0.05$ ), 且 20% PM 试验组 4 d 后的抑菌能力与添加 0.02% BHT 的相当; 此外, 添加青梅能显著增加牛肉饼总酚含量, 降低 pH 值、红色度, 增大黄色度 ( $P < 0.05$ ), 并能提升肉饼的多汁性, 降低油腻感, 改善感官特性。

**关键词:**青梅; 牛肉饼; 脂肪氧化; 抑菌; 品质

**Abstract:** Using beef patties without and with 0.02% butylated hydroxytoluene (BHT) as controls, effects on lipid oxidation, protein oxidation, antibacterial activity and quality of beef patties supplemented with 5%, 10%, 15% and 20% *Prunus mume* (PM) were studied after storage at -18 °C. The results showed that the beef patties with addition of 10%, 15% and 20% PM decreased TBARS values significantly compared to the control samples ( $P < 0.05$ ), and the lipid antioxidation of 20% PM was commensurate

with 0.02% BHT during the storage. The TVB-N value of all treated samples reduced significantly after 4 d ( $P < 0.05$ ), and the beef patties added 20% PM exhibited no significant difference with 0.02% BHT samples during the storage ( $P > 0.05$ ). All the treated samples except the 5% PM treated one represented stronger antibacterial capacity than the control ones ( $P < 0.05$ ), and the total bacterial count of 20% PM treated samples showed no significant difference with the ones treated with 0.02% BHT for 4 d. Furthermore, compared with control samples, the addition of PM increased total phenolic content but decreased pH observably ( $P < 0.05$ ). The addition of PM showed lower  $a^*$  value and higher  $b^*$  value significantly ( $P < 0.05$ ), enhancing the juiciness, reducing greasy feel and improving sensory characteristics.

**Keywords:** *Prunus mume*; beef patties; lipid oxidation; antibacterial; quality

青梅又称果梅、梅子, 是蔷薇科杏属一种药食同源植物, 原产于中国, 后传入日本、韩国、越南等地<sup>[1-2]</sup>。青梅富含丰富的有机酸、糖类、氨基酸、挥发性成分及黄酮类、花青素等酚类物质, 具有很高的营养保健和药用价值, 故被加工成青梅酵素、梅精、青梅丸、青梅 SOD 降糖保健液等保健产品<sup>[3-4]</sup>。除了青梅营养价值备受关注外, 其抗氧化性和抑菌性也成为研究热点。青梅汁的总抗氧化能力强于 1.0 mg/mL 的 VC、BHA 和 BHT, 同时对  $\cdot\text{OH}$ 、 $\text{O}_2\cdot$  等自由基具有较强的清除能力, 具有良好的抗氧化性<sup>[5]</sup>。同时, 添加青梅提取物到食用油脂、湿面、鸡胸肉等产品中能抑制油脂、蛋白氧化和细菌生长, 有效延长食品货架期<sup>[6-8]</sup>。目前对青梅的抗氧化和抑菌机制的研究及其在食品工业的应用越来越深入, 但是作为天然防腐剂的研究及应用, 中国的文献报道仍是空白。

随着生活水平的提高和生活节奏的加快, 食品方便化已

**基金项目:**四川省科技厅科技扶贫(示范基地)项目(编号: 2018NFP0007); 四川省科技厅软科学项目(编号: 2018ZR0283); 西华大学研究生创新基金(编号: ycyj2018001, ycyj2018026, ycyj2018043)

**作者简介:**罗鸣, 女, 西华大学在读硕士研究生。

**通信作者:**马嫒(1978—), 女, 西华大学副教授, 硕士。

E-mail: 24526643@qq.com

**收稿日期:**2018-05-09

经成为现代人的必然需求,市场上以汉堡包为代表的快餐食品越来越受到人们的青睐,而牛肉饼作为汉堡包中必不可少的组成部分承载着提供营养、增加口感的作用。但相比于一般肉制品,牛肉饼这类调理肉制品往往由屠宰后的下脚料经绞碎等工艺制作而成,更容易在贮藏期间因蛋白质和脂肪氧化及微生物污染而引起腐败变质,严重影响其品质和安全。因此,为了控制肉类变质并延长肉制品货架期,BHA、BHT等常见的肉制品防腐剂开始广泛应用到肉制品加工中。本试验研究了添加不同剂量的青梅对牛肉饼冻藏过程中的品质影响,以期为开发天然食品防腐剂提供一定理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与试剂

牛肉、猪肉、食盐:市售;

青梅:四川省阿坝州当年6月所采,于-80℃超低温冰箱中冻藏;

三聚磷酸钠:食品级,青岛优索化学有限公司;

甲醇:色谱纯,赛默飞世尔科技(中国)有限公司;

芦丁:纯度≥98%,四川省维克奇生物科技有限公司;

没食子酸(纯度≥95%)、福林酚试剂、铁氰化钾、亚硝酸钠、碳酸钠、乙醇、戊二醛等:分析纯,成都市科龙化工试剂厂。

### 1.2 仪器与设备

色差仪:WF32-16mm型,深圳市威福光电科技有限公司;

酶标仪:I3X型,美谷分子仪器(上海)有限公司;

pH计:PHS-3C型,成都世纪方舟有限公司;

全自动高压灭菌锅:GI54DWS型,致微(厦门)仪器有限公司;

自动凯氏定氮仪:K1100型,济南海能仪器股份有限公司。

### 1.3 方 法

#### 1.3.1 牛肉饼的工艺流程

原料肉→分割→绞碎→腌制→添加青梅、BHT→斩拌→充填→速冻

#### 1.3.2 操作要点

(1)原料肉处理:将新鲜瘦牛肉和猪背膘分别分割成100g肉块,按照4:1的比例混合。

(2)绞碎:用绞肉机把肉块绞碎。

(3)腌制:添加3%食盐,0.3%三聚磷酸盐,在2~4℃腌制24~48h。

(4)打浆:青梅洗净、去核,不加水打浆,备用。

(5)斩拌:将不同量青梅浆(0%,5%,10%,15%,20%)和0.02%BHT分别添加到腌制好的肉中,5~10℃斩拌5~10min。

(6)充填:将肉糜用圆饼状模具定型。

(7)将牛肉饼进行速冻,使产品中心温度迅速通过最大结晶生成带,达到-18℃以下。

#### 1.3.3 指标的测定

(1)硫代巴比妥酸值(thiobarbituric acid reactive substance, TBARS)的测定:根据文献[9]修改如下,取10g肉样碾磨细,加入7.5%的三氯乙酸(含0.1%EDTA)50mL,振荡30min,双层滤纸过滤2次,取上清液5mL,加入0.02mol/LTBA溶液5mL,90℃水浴保温40min,冷却至室温,移入试管,1600r/min离心5min,取上清液加入5mL氯仿振荡,静置分层后取上清液,分别在532,600nm处测量吸光值。

(2)挥发性盐基氮(TVB-N)含量的测定:参考文献[10]。

(3)菌落总数的测定:按GB4789.2—2016《食品安全国家标准食品微生物学检验菌落总数测定》执行。

(4)pH的测定:按GB5009.237—2016《食品安全国家标准食品pH值的测定》执行。

(5)总酚的测定:参考文献[11],以没食子酸含量为横坐标,吸光度值为纵坐标,得出没食子酸含量(x)与吸光值(y)之间的标准曲线,得回归方程 $y = 104.35x - 0.0103$ ,  $R^2 = 0.9994$ 。

(6)色差的测定:参考文献[12]。

(7)感官评价:感官评价小组由经专业培训的20名同学组成,男生10名,女生10名,结合差别检验和描述性评定方法独立进行评定。选取色泽、香气、滋味、口感、外观5个方面进行综合评分,评分标准见表1。

### 1.4 数据处理

样品测定均重复3次,结果以( $X \pm SD$ )的形式表示,采用Excel2010、Origin8.6、SPSS17.0软件对试验数据进行统计分析、图形处理及差异显著性分析。

表1 牛肉饼产品的感官评价标准

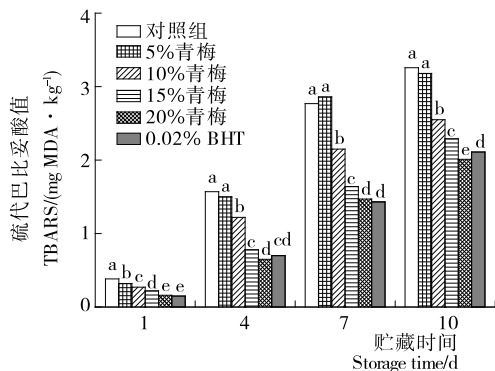
Table 1 Sensory evaluation standard of beef patties

评分	色泽	香气	滋味	口感	外观
0~25	无光泽,颜色过深或过浅	无牛肉(青梅)特有气味,稍有哈喇味	味道平淡,有哈喇味	干硬、难咀嚼或太软、无韧性	各组分混合不均匀,弹性差,外形不完整
25~50	光泽度不高,颜色不均匀	牛肉(青梅)特有气味很淡,无异味	牛肉(青梅)特有滋味很淡,无异味	较硬或较软,口感不细腻	各组分混合较均匀,弹性稍差,外形不完整
50~75	略有光泽,颜色均匀,肉色较好	较淡牛肉(青梅)特有气味,无异味	牛肉(青梅)滋味正常,无异味	软硬较适宜,汁液较少,口感较细腻	各组分混合较均匀,有一定弹性,外形完整
75~100	有光泽,颜色均匀,肉色佳		牛肉(青梅)滋味佳,无油腻感		各组分混合均匀,弹性好,外形完整
权重	20%	20%	20%	20%	20%

## 2 结果与分析

### 2.1 对牛肉饼 TBARS 值的影响

从图 1 可以看出,10%,15%,20% PM 试验组在贮藏过程中的 TBARS 值显著低于对照组( $P<0.05$ ),且在第 10 天 20% PM 试验组的 TBARS 值显著低于添加 0.02% BHT 的( $P<0.05$ ),其他各时间点 20% PM 试验组与添加 0.02% BHT 组无显著差异( $P>0.05$ ),表明青梅有较好的抗脂肪氧化能力,20%青梅添加量的效果与 0.02% BHT 相当,甚至比 0.02% BHT 有更大的优势。Gülen 等<sup>[13]</sup>将欧洲李添加到牛肉饼中,其 TBARS 值也较对照组显著降低。随着贮藏时间的延长,各组牛肉饼中脂肪氧化越严重,但添加青梅能有效控制脂肪的氧化,是因为青梅中含有多种酚类物质,酚类物质具有抗氧化活性,能够在脂肪氧化过程中及时提供氢自由基,与脂肪酸自由基结合,使自由基形成更稳定的产物,终止链式反应,从而防止油脂自动氧化<sup>[14]</sup>。加之青梅中的柠檬酸、苹果酸、酒石酸等有机酸可以将金属离子螯合,消除油脂中金属离子的影响,防止氧化<sup>[15]</sup>。



不同字母表示同一贮藏时间不同牛肉饼之间差异显著( $P<0.05$ )

图 1 青梅添加量对牛肉饼 TBARS 值的影响

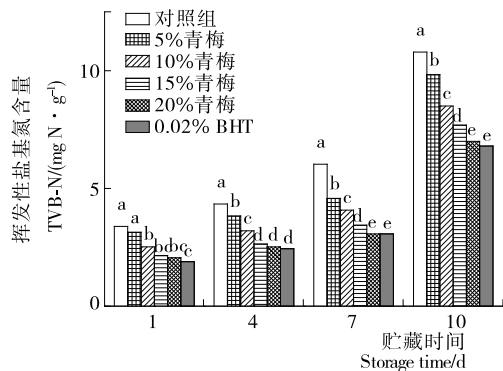
Figure 1 Effect of different amounts of *Prunus mume* on the TBARS of beef patties

### 2.2 对牛肉饼 TVB-N 值的影响

由图 2 可知,除第 1 天的 5% PM 试验组外,所有添加青梅的试验组在贮藏期间的 TVB-N 值显著低于对照组( $P<0.05$ ),且在各时间点 20% PM 试验组的 TVB-N 值与添加 0.02% BHT 的均无显著差异( $P>0.05$ ),说明 20%的青梅抑制蛋白质氧化的效果与 0.02% BHT 相当。青梅添加量越高,肉饼的 TVB-N 值越低,说明青梅的添加能有效控制肉饼中挥发性盐基氮的增加。牛肉饼在贮藏期间由于微生物代谢所分泌的蛋白酶引起肉中蛋白质分解,产生肽、氨基酸及产生胺、氨等碱性化合物,导致肉饼腐败变质<sup>[16]</sup>。而青梅中含有丰富的酮、酸及酸酐、醛、酯等,可以通过干扰细菌的糖代谢、破坏细菌的细胞壁和细胞膜等方式抑制微生物代谢分解蛋白质,进而延缓肉饼的腐败变质、延长肉饼的货架期<sup>[17-18]</sup>。

### 2.3 对牛肉饼菌落总数的影响

由图 3 可知,10%,15%,20% PM 试验组在贮藏期间菌落总数显著低于对照组( $P<0.05$ ),并随着添加量的增加,菌

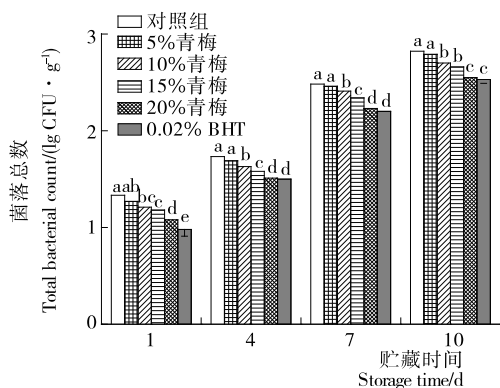


不同字母表示同一贮藏时间不同牛肉饼之间差异显著( $P<0.05$ )

图 2 青梅添加量对牛肉饼 TVB-N 值的影响

Figure 2 Effect of different amounts of *Prunus mume* on the TVB-N of beef patties

落总数逐渐减少。除第 1 天外,其他各个时间点 20% PM 试验组的菌落总数与添加 0.02% BHT 的无显著差异( $P>0.05$ ),表明 20%青梅与 0.02% BHT 抑菌能力相当,作为天然抑菌剂具有巨大的潜力。在贮藏过程中,微生物的代谢活动会分解牛肉饼中的蛋白质,导致肉饼的腐败变质,而添加青梅后,由于青梅富含的有机酸,通过破坏细胞壁和细胞膜,对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、枯草芽孢杆菌、霉菌等均有抑制作用,因而能较好地降低菌落总数<sup>[17]</sup>。



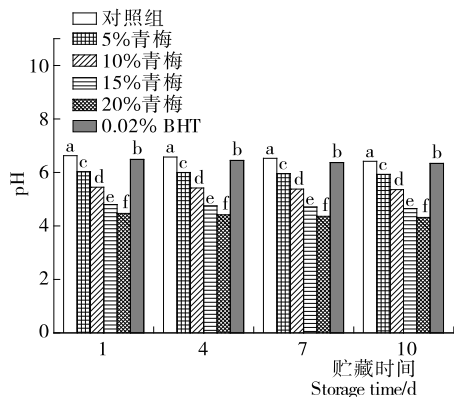
不同字母表示同一贮藏时间不同牛肉饼之间差异显著( $P<0.05$ )

图 3 青梅添加量对牛肉饼菌落总数的影响

Figure 3 Effect of different amounts of *Prunus mume* on the total bacterial count of beef patties

### 2.4 对牛肉饼 pH 的影响

由图 4 可知,相比于对照组,所有 PM 试验组和添加 0.02% BHT 组的 pH 值均显著降低( $P<0.05$ ),且随着青梅添加量的增大,pH 降低幅度越大,可以推测青梅的添加导致了肉饼的 pH 值降低。青梅中含有丰富的有机酸,其总酸量高达 6.8%<sup>[19]</sup>,因而可以推测,青梅中的有机酸是造成肉饼 pH 值下降的原因。一定范围内的低 pH 值不会影响肉制品的品质变化,而青梅中富含的柠檬酸、苹果酸等活性成分能够通过改变或破坏细胞膜和细胞壁通透性达到抑菌和抗氧化的作用<sup>[20-21]</sup>,因此肉饼 pH 值与微生物的生长和脂肪氧化存在着紧密的联系,有待进一步探讨。



不同字母表示同一贮藏时间不同牛肉饼之间差异显著(P<0.05)

图4 青梅添加量对牛肉饼pH值的影响

Figure 4 Effect of different amounts of *Prunus mume* on the pH of beef patties

2.5 对牛肉饼总酚含量的影响

由表2可知,相比于添加0.02% BHT的牛肉饼,PM试验组的总酚含量均显著增加(P<0.05),其中添加20%青梅的肉饼总酚含量为157.90 mg/100 g,显著高于其他组(P<0.05)。而添加0.02% BHT的肉饼总酚含量为11.21 mg/100 g,显著低于所有青梅肉饼组(P<0.05)。青梅

中含有丰富的黄酮、绿原酸、花青素等酚类物质,可以与肉饼中油脂反应,通过破坏游离基并与游离基相结合,终止链式反应的传递,延长脂肪氧化的诱导期,从而延缓油脂氧化。

2.6 对牛肉饼色差的影响

由表3可知,各试验组在贮藏期间明亮度没有发生显著变化(P>0.05),但PM试验组的红色度在第4天后显著低于对照组,而添加0.02% BHT组在第7天后才开始显著降低(P<0.05)。在第4天后,对照组的b\*值显著降低,而15%,20% PM试验组和0.02% BHT组没有明显变化,说明青梅具有稳定肉色的功效。

相比于对照组,同一贮藏时间下,10%,15%,20% PM试验组的明亮度显著增加(P<0.05),且与添加0.02% BHT的无显著差异(P>0.05),是因为青梅色素呈黄绿色,中和了肉的红色。同时由于青梅和BHT具有抗氧化性,部分抑制肉的氧化变质,而对照组肌红蛋白被氧化,肉色变成红褐色,因而颜色较深。添加青梅的肉饼红色度降低,显著低于对照组(P<0.05),红色度的减少在一定程度上会降低对消费者的吸引力;而添加青梅的肉饼黄色度显著高于对照组(P<0.05)。添加0.02% BHT的肉饼红色度剧烈升高,显著高于添加青梅的肉饼和对照组(P<0.05),而黄色度与10%,15%,20% PM试验组无显著差异(P>0.05)。

表2 青梅添加量对牛肉饼总酚含量的影响†

Table 2 Effect of different amounts of *Prunus mume* on the total phenolic content of beef patties mg/100 g

5% PM	10% PM	15% PM	20% PM	0.02% BHT	对照组
51.58±1.13 <sup>d</sup>	78.87±1.68 <sup>c</sup>	115.14±2.75 <sup>b</sup>	157.90±2.09 <sup>a</sup>	11.21±1.43 <sup>e</sup>	—

† 同行不同字母表示差异显著(P<0.05)。

表3 青梅添加量对牛肉饼色泽的影响†

Table 3 Effect of different amounts of *Prunus mume* on the color of beef patties

指标	处理组	贮藏天数/d			
		1	4	7	10
L*	对照组	64.65±2.55 <sup>aA</sup>	65.67±2.95 <sup>aA</sup>	66.16±2.82 <sup>aA</sup>	66.35±2.44 <sup>aA</sup>
	5% PM	62.36±2.59 <sup>abA</sup>	62.65±2.54 <sup>baA</sup>	62.85±2.39 <sup>baA</sup>	62.99±2.38 <sup>baA</sup>
	10% PM	60.35±1.10 <sup>abA</sup>	60.53±1.17 <sup>bcA</sup>	60.69±1.12 <sup>bcA</sup>	61.05±1.12 <sup>bcA</sup>
	15% PM	57.80±1.85 <sup>cdA</sup>	57.96±1.55 <sup>cdA</sup>	58.24±1.33 <sup>cdA</sup>	58.44±1.08 <sup>deA</sup>
	20% PM	57.09±0.53 <sup>dA</sup>	57.23±0.53 <sup>dA</sup>	57.45±0.64 <sup>dA</sup>	57.63±0.61 <sup>eA</sup>
	0.02% BHT	59.41±0.83 <sup>bcA</sup>	59.87±0.74 <sup>bcA</sup>	60.29±0.65 <sup>bcA</sup>	60.45±0.48 <sup>cdA</sup>
	a*	对照组	6.16±0.50 <sup>bA</sup>	5.97±0.31 <sup>bB</sup>	5.57±0.28 <sup>bBC</sup>
5% PM		3.78±0.16 <sup>cA</sup>	3.44±0.16 <sup>cB</sup>	3.17±0.14 <sup>cC</sup>	3.00±0.13 <sup>cC</sup>
10% PM		3.20±0.20 <sup>dA</sup>	2.90±0.16 <sup>dB</sup>	2.70±0.15 <sup>dBC</sup>	2.52±0.10 <sup>dC</sup>
15% PM		2.99±0.13 <sup>dA</sup>	2.64±0.07 <sup>deB</sup>	2.43±0.11 <sup>deB</sup>	2.17±0.08 <sup>eC</sup>
20% PM		2.81±0.10 <sup>dA</sup>	2.46±0.09 <sup>eB</sup>	2.24±0.14 <sup>eB</sup>	2.14±0.10 <sup>eB</sup>
0.02% BHT		8.27±0.42 <sup>aA</sup>	7.96±0.33 <sup>aA</sup>	7.52±0.21 <sup>aB</sup>	7.26±0.23 <sup>aB</sup>
b*		对照组	12.14±0.50 <sup>cA</sup>	11.65±0.52 <sup>dB</sup>	11.13±0.50 <sup>dBC</sup>
	5% PM	14.23±0.51 <sup>bA</sup>	13.91±0.43 <sup>bBC</sup>	13.69±0.47 <sup>bBC</sup>	13.37±0.48 <sup>bcC</sup>
	10% PM	13.50±0.25 <sup>bA</sup>	13.00±0.32 <sup>cb</sup>	12.75±0.24 <sup>cbC</sup>	12.48±0.12 <sup>cC</sup>
	15% PM	13.69±0.63 <sup>bA</sup>	13.51±0.53 <sup>bcA</sup>	13.25±0.47 <sup>bcB</sup>	12.95±0.43 <sup>bcB</sup>
	20% PM	15.36±0.70 <sup>aA</sup>	15.05±0.67 <sup>aAB</sup>	14.69±0.58 <sup>aAB</sup>	14.41±0.61 <sup>aB</sup>
	0.02% BHT	13.38±0.31 <sup>bA</sup>	12.98±0.45 <sup>cAB</sup>	12.71±0.41 <sup>cb</sup>	12.30±0.42 <sup>cC</sup>

† 不同大写字母表示同行间差异显著(P<0.05),不同小写字母表示同列间差异性显著(P<0.05)。

## 2.7 对牛肉饼感官品质的影响

由表 4 可知,5%,10%,15% PM 试验组的色泽、滋味、口感得分高于对照组,且 10% PM 试验组滋味、口感得分与 0.02% BHT 对照组无显著差异( $P>0.05$ ),但色泽得分显著高于 0.02% BHT 对照组( $P<0.05$ )。这是因为青梅中富含天然色素且口味酸甜清爽,可以提升肉饼的鲜艳度和多汁

性,降低油腻感,进而得到消费者的青睐<sup>[22]</sup>。但是任一添加量的青梅肉饼外观得分均显著低于对照组( $P<0.05$ ),且添加量越大,外观得分越低,这是由于青梅含水量高,会在一定程度上降低肉饼的弹性,同时影响其完整的外形。添加了 15% 青梅的肉饼香气得分显著高于对照组( $P<0.05$ ),青梅中含有十二烷-1-硫醇、沉香醇、亚乙基二丙烯酸酯、己烯醛、

表 4 青梅添加量对牛肉饼感官品质的影响<sup>†</sup>Table 4 Effect of different amounts of *Prunus mume* on the sensory evaluation of beef patties

感官特征	处理组	贮藏天数/d			
		1	4	7	10
色泽	对照组	13.87±0.61 <sup>cdA</sup>	12.80±0.53 <sup>dB</sup>	12.40±0.36 <sup>DBC</sup>	11.63±0.40 <sup>dC</sup>
	5% PM	17.60±0.60 <sup>abA</sup>	17.27±0.31 <sup>abA</sup>	16.63±0.45 <sup>abAB</sup>	16.00±0.62 <sup>abB</sup>
	10% PM	18.33±0.31 <sup>aA</sup>	17.73±0.81 <sup>aAB</sup>	17.30±0.75 <sup>aAB</sup>	16.87±0.71 <sup>abB</sup>
	15% PM	14.67±0.83 <sup>cA</sup>	14.33±0.31 <sup>cA</sup>	13.87±0.23 <sup>cAB</sup>	13.37±0.15 <sup>cB</sup>
	20% PM	13.13±0.42 <sup>dA</sup>	13.47±0.61 <sup>cdA</sup>	12.73±0.25 <sup>dAB</sup>	12.27±0.30 <sup>dB</sup>
	0.02% BHT	16.80±0.35 <sup>bA</sup>	16.50±0.50 <sup>bA</sup>	15.87±0.61 <sup>bAB</sup>	15.03±0.64 <sup>bbB</sup>
香气	对照组	14.53±0.61 <sup>bA</sup>	11.93±0.61 <sup>cB</sup>	11.33±0.35 <sup>cBC</sup>	10.90±0.44 <sup>cC</sup>
	5% PM	9.47±0.61 <sup>dA</sup>	8.90±0.56 <sup>dAB</sup>	8.53±0.45 <sup>dAB</sup>	8.30±0.41 <sup>dB</sup>
	10% PM	15.00±0.60 <sup>bA</sup>	13.73±0.32 <sup>bB</sup>	13.13±0.21 <sup>bBC</sup>	12.63±0.40 <sup>bC</sup>
	15% PM	16.80±0.35 <sup>aA</sup>	15.83±0.49 <sup>aAB</sup>	15.33±0.58 <sup>aB</sup>	14.73±0.76 <sup>abB</sup>
	20% PM	12.93±0.70 <sup>cA</sup>	12.33±0.95 <sup>cA</sup>	12.03±0.95 <sup>cA</sup>	11.57±0.60 <sup>cA</sup>
	0.02% BHT	16.67±0.50 <sup>aA</sup>	15.57±0.55 <sup>abB</sup>	14.97±0.25 <sup>abcC</sup>	14.43±0.15 <sup>aC</sup>
滋味	对照组	15.80±0.72 <sup>cdA</sup>	13.47±0.50 <sup>bB</sup>	12.87±0.42 <sup>cB</sup>	12.53±0.45 <sup>bB</sup>
	5% PM	16.67±0.31 <sup>bcA</sup>	13.67±0.31 <sup>bB</sup>	13.17±0.29 <sup>bcBC</sup>	12.77±0.29 <sup>bC</sup>
	10% PM	17.73±0.12 <sup>abA</sup>	16.17±0.60 <sup>aB</sup>	15.60±0.46 <sup>abC</sup>	15.23±0.55 <sup>aC</sup>
	15% PM	18.27±0.23 <sup>aA</sup>	16.60±0.72 <sup>abB</sup>	16.13±0.42 <sup>abB</sup>	15.63±0.51 <sup>abB</sup>
	20% PM	15.00±0.60 <sup>dA</sup>	14.33±0.28 <sup>bAB</sup>	13.83±0.29 <sup>bBC</sup>	13.30±0.30 <sup>bC</sup>
	0.02% BHT	17.47±1.14 <sup>abA</sup>	16.13±0.83 <sup>aAB</sup>	15.67±0.59 <sup>abB</sup>	15.17±0.42 <sup>abB</sup>
口感	对照组	13.93±0.31 <sup>cA</sup>	13.00±0.20 <sup>dB</sup>	12.57±0.40 <sup>dbcC</sup>	12.20±0.20 <sup>cC</sup>
	5% PM	14.87±0.42 <sup>cA</sup>	14.03±0.35 <sup>cB</sup>	13.47±0.21 <sup>cBC</sup>	13.13±0.23 <sup>dC</sup>
	10% PM	16.93±0.70 <sup>bA</sup>	16.07±0.60 <sup>abAB</sup>	15.43±0.51 <sup>bbB</sup>	14.97±0.55 <sup>bbB</sup>
	15% PM	18.07±0.31 <sup>aA</sup>	16.90±0.56 <sup>abB</sup>	16.40±0.40 <sup>abcC</sup>	16.10±0.30 <sup>aC</sup>
	20% PM	14.73±0.64 <sup>cA</sup>	13.83±0.74 <sup>cdAB</sup>	13.60±0.53 <sup>cB</sup>	13.13±0.31 <sup>dB</sup>
	0.02% BHT	16.60±0.53 <sup>bA</sup>	15.53±0.61 <sup>bB</sup>	14.97±0.45 <sup>bBC</sup>	14.30±0.44 <sup>cC</sup>
外观	对照组	17.80±0.20 <sup>aA</sup>	16.87±0.33 <sup>abB</sup>	16.40±0.20 <sup>abcC</sup>	16.03±0.21 <sup>aC</sup>
	5% PM	16.40±0.33 <sup>bA</sup>	15.50±0.30 <sup>bB</sup>	15.10±0.17 <sup>bBC</sup>	14.73±0.31 <sup>bC</sup>
	10% PM	15.80±0.18 <sup>cA</sup>	15.00±0.20 <sup>bB</sup>	14.33±0.21 <sup>bC</sup>	14.07±0.12 <sup>cC</sup>
	15% PM	14.47±0.50 <sup>dA</sup>	14.00±0.26 <sup>cAB</sup>	13.77±0.25 <sup>dB</sup>	13.33±0.29 <sup>dB</sup>
	20% PM	14.00±0.40 <sup>dA</sup>	13.60±0.46 <sup>cAB</sup>	13.23±0.22 <sup>eB</sup>	12.93±0.40 <sup>dB</sup>
	0.02% BHT	16.13±0.12 <sup>bcA</sup>	15.57±0.32 <sup>bB</sup>	14.87±0.23 <sup>cC</sup>	14.40±0.36 <sup>bcC</sup>
总体	对照组	73.93±1.50 <sup>bA</sup>	64.67±1.10 <sup>cB</sup>	62.03±0.99 <sup>cC</sup>	59.80±1.00 <sup>dD</sup>
	5% PM	75.27±0.23 <sup>bA</sup>	67.53±0.42 <sup>bB</sup>	64.97±0.35 <sup>bC</sup>	62.97±0.40 <sup>bD</sup>
	10% PM	85.73±0.42 <sup>aA</sup>	79.87±1.85 <sup>aB</sup>	77.07±1.25 <sup>aC</sup>	74.93±1.62 <sup>aC</sup>
	15% PM	86.07±0.92 <sup>aA</sup>	80.27±0.95 <sup>abB</sup>	77.87±0.90 <sup>aC</sup>	75.47±1.11 <sup>adD</sup>
	20% PM	70.80±0.35 <sup>cA</sup>	68.30±0.66 <sup>bB</sup>	66.03±1.08 <sup>bC</sup>	63.57±1.19 <sup>bdD</sup>
	0.02% BHT	85.00±0.57 <sup>aA</sup>	79.87±1.35 <sup>abB</sup>	77.13±1.25 <sup>abcC</sup>	74.10±0.87 <sup>aC</sup>

† 不同大写字母表示同行间差异显著( $P<0.05$ ),不同小写字母表示同列间差异性显著( $P<0.05$ )。

苯酚、2,3-二氢苯并呋喃这一系列醇类、酯类、醛类、杂环类等物质,这赋予了青梅特殊的香气成分<sup>[23]</sup>。综合看来,10%、15% PM 试验组的感官评分显著高于对照组( $P < 0.05$ ),且与添加 0.02% BHT 的相当。

### 3 结论

青梅不仅能有效抑制牛肉饼的脂肪氧化和蛋白质氧化,而且具有良好的抑菌作用,添加 20%青梅对肉饼的抗氧化和抑菌效果与 0.02% BHT 相当。此外,青梅还能为肉饼赋予酚类物质,提升肉饼的鲜艳度和多汁性,降低油腻感,赋予清爽的果香味,在一定程度上改善其色泽和感官品质,延长肉饼的货架期。青梅具有安全无毒、应用范围广等优点,且相比于一般天然防腐剂价格低,因此,对于天然防腐剂的需求日益增长的今天,青梅作为肉制品天然防腐剂具有十分重要的意义。由于青梅本身水分含量较高,添加量过大会给牛肉饼感官带来不利影响,因此,今后将以脱水后的青梅或青梅提取物作为对象,在排除水分干扰的基础上,研究其对肉制品品质的改良作用。

#### 参考文献

[1] UEMATSU C, SASAKUMA T, OGIHARA Y. Phylogenetic relationships in the stone fruit group of *Prunus* as revealed by restriction fragment analysis of chloroplast DNA[J]. *The Japanese Journal of Genetics*, 1991, 66(1): 59-69.

[2] 褚孟嫒. 中国果树志: 梅卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999: 1-47.

[3] 陈坤鑫, 王伟斌. 天然青梅 SOD 降糖保健液: 中国, 101485451[P]. 2012-04-25.

[4] 马嫒, 罗鸣, 古小露, 等. 果梅的化学成分及应用研究进展[J]. *食品工业科技*, 2018, 39(4): 337-341.

[5] 张慧敏, 李远志. 青梅汁抗氧化特性的研究[J]. *食品工业*, 2016(4): 104-108.

[6] 韩明, 曾庆孝, 肖更生, 等. 青梅提取物对油脂抗氧化性能的研究[J]. *食品研究与开发*, 2005, 26(2): 143-146.

[7] LEE H A, NAM E S, PARK S I. Effect of maesil (*Prunus mume*) juice on antimicrobial activity and shelf-life of wet noodle[J]. *Journal of the Korean Society of Food Culture*, 2003, 18(5): 428-436.

[8] LEE E J, AHN D U. Quality characteristics of irradiated turkey breast rolls formulated with plum extract [J]. *Meat Science*,

2005, 71(2): 300-305.

[9] RIPOLL G, JOY M, MUÑOZ F. Use of dietary vitamin E and selenium (Se) to increase the shelf life of modified atmosphere packaged light lamb meat [J]. *Meat Science*, 2011, 87(1): 88-93.

[10] ZHANG Xin-xiao, WANG Hu-hu, LI Ming, et al. Near-freezing temperature storage ( $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) for extension of shelf life of chilled yellow-feather broiler meat: a special breed in asia[J]. *Journal of Food Processing & Preservation*, 2016, 40(2): 340-347.

[11] XIA Dao-zong, SHI Jia-yi, GONG Jin-yan, et al. Antioxidant activity of Chinese mei (*Prunus mume*) and its active phytochemicals[J]. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2010, 4(12): 1 156-1 160.

[12] 鸣谦, 刘春泉, 李大婧. 不同干燥方式对莲子品质的影响[J]. *食品科学*, 2016, 37(9): 98-104.

[13] GÜLEN Y T, MELTEM S. Effects of using plum puree on some properties of low fat beef patties[J]. *Meat Science*, 2010, 86(4): 896.

[14] 穆同娜, 张惠, 景全荣. 油脂的氧化机理及天然抗氧化物的简介[J]. *食品科学*, 2004, 25(S1): 241-244.

[15] 陈玉香, 刘阳, 周道玮. 茶多酚对豆油及猪油的抗氧化作用[J]. *食品科学*, 2001, 22(11): 27-29.

[16] 王天佑, 王玉娟, 秦文. 猪肉挥发性盐基氮值指标与其感官指标的差异研究[J]. *食品工业科技*, 2007(12): 124-126.

[17] 陈虹, 王晓芳, 陈鑫, 等. 青梅抑菌作用及其抑菌成分的分鉴定[J]. *食品科技*, 2008, 33(12): 223-228.

[18] 周水根, 吕建林, 徐晓峰, 等. 青梅萃取液有效成分提取及其对肾细胞的毒性作用[J]. *医学研究生学报*, 2013, 26(6): 568-572.

[19] 靳志飞, 陈红. 响应面法优化超声辅助提取果梅果实有机酸工艺[J]. *湖北农业科学*, 2016, 55(7): 1 782-1 787.

[20] 唐艳, 邓尚贵, 张宾, 等. 乌梅提取物脱色工艺及其抑菌机理的初步研究[J]. *中国食品学报*, 2012, 12(5): 102-109.

[21] DONG G L, KIM J J, KANG S S, et al. Effect of natural antioxidant extracted from *Citrus junos* seib. or *Prunus mume*. on the quality traits of sun-dried Hanwoo beef jerky [J]. *CNU Journal of Agricultural Science*, 2012, 39(2): 243-253.

[22] 李阿娜, 盛侠, 刘素果, 等. 青梅果皮色素的提取工艺[J]. *经济林研究*, 2010, 28(2): 29-34.

[23] 刘兴艳. 果梅(*Prunus mume*)果实、发酵梅酒香气成分及变化规律研究[D]. 成都: 四川农业大学, 2005: 24-29.

(上接第 136 页)

[28] LUO Zi-sheng, WANG Yan-sheng, JIANG Lei, et al. Effect of nano-CaCO<sub>3</sub>-LDPE packaging on quality and browning of fresh-cut yam [J]. *LWT-Food Science Technology*, 2015, 60(2): 1 155-1 161.

[29] 郁志芳, 夏志华, 陆兆新. 鲜切甘薯酶促褐变机理的研究[J]. *食品科学*, 2005, 26(5): 54-59.

[30] 庞坤, 胡文忠, 王艳颖, 等. 切割伤害对苹果营养成分及褐变相关酶活性变化的影响[J]. *食品科技*, 2008(4): 37-41.

[31] AQUINO-BOLANOS E N, SILVAE M. Effects of polyphenol

oxidase and peroxidase activity, phenolics and lignin content on the browning of cut jicama [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2004, 33: 275-283.

[32] CANO M P, LOBO M G, DE ANCOS B. Peroxidase and polyphenol oxidase in long-term frozen stored papaya slices. Differences among hermaphrodite and female papaya fruits [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1998, 76(1): 135-141.

[33] LAMIKANRA O, WATSON M A. Effects of ascorbic acid on peroxidase and polyphenoloxidase activities in fresh-cut cantaloupe melon [J]. *Food Science*, 2001, 66: 1 283-1 286.