

三种天然抗氧化剂复合对冻藏牛肉丸抗氧化效果的研究

付丽¹, 吴丽¹, 胡晓波¹, 徐飞²

(1. 河南牧业经济学院食品工程学院, 河南郑州 450046) (2. 河南伊赛牛肉股份有限公司, 河南焦作 454450)

摘要:天然抗氧化剂来源天然、安全。本文研究了茶多酚、葡萄籽提取物、Vc 三种天然抗氧化剂对冻藏牛肉丸的抗氧化效果, 以添加浓度为 0.02% BHA 的处理组为对照组, 以不添加任何抗氧化剂的处理组为空白。通过测定牛肉丸冻藏期间过氧化物值(POV)、硫代巴比妥酸值(TBARS)、羰基价等指标的变化, 确定了三种天然抗氧化剂的最适添加比例; 为了研究茶多酚、葡萄籽提取物、Vc 三种天然抗氧化剂协同对牛肉丸脂肪氧化和品质特性的抗氧化效果, 采用 $L_9(3^3)$ 正交实验进行了三种天然抗氧化剂复合配比的优化, 以 TBARS 和感官评定为测试值。研究表明, 三种天然抗氧化剂最适配比为: 茶多酚 0.5%、Vc 0.03%、葡萄籽提取物 0.05%。本研究开发的天然复合抗氧化剂对于牛肉丸冻藏期间的脂肪氧化及品质的改善均有很理想的效果, 具有潜在的应用价值。

关键词:牛肉丸; 抗氧化剂; 茶多酚; 葡萄籽提取物; 脂肪氧化

文章编号: 1673-9078(2018)03-159-166

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2018.03.023

Antioxidant Effects of Three Kinds of Natural Antioxidants on the Frozen Bovine Meatballs

FU Li¹, WU Li¹, HU Xiao-bo¹, XU Fei²

(1. Food Engineering College, Henan University of Animal Husbandry and Economy Zhengzhou 450046, China)

(2. Henan Yisai Beef Co., Ltd. Jiaozuo 454450, China)

Abstract: The antioxidative effects of tea polyphenols, grape seed extracts and vitamin C (Vc) on frozen bovine meatballs were investigated in this study, using bovine meatballs with 0.02% butylated hydroxyanisole (BHA) as the control group and bovine meatballs without antioxidant treatment group as the blank. By measuring the peroxide value (POV), the content of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), carbonyl value and other indicators during the frozen storage of bovine meatballs, the optimum dosages of three kinds natural antioxidants were determined. Then the ratio of the three kinds of natural antioxidants were optimized by $L_9(3^3)$ orthogonal experiment and the best combined use of tea polyphenols, vitamin C and grape seed extracts were 0.5%, 0.03% and 0.05%, respectively. The natural compounds tested in this study showed ideal antioxidant effects and potential applications value on lipid oxidation and quality improvement of bovine meatballs during frozen storage.

Key words: bovine meatballs; antioxidant; tea polyphenols; grape seed extract; lipid oxidation

牛肉丸营养丰富、风味独特、食用方便, 是深受消费者喜爱的速冻调理肉制品。但由于冻藏及销售期间冷链的不完善, 尤其是销售终端温度的不恒定, 而且一般包装方式比较简单或是散装, 导致牛肉丸长时间间歇性地暴露在空气中, 肉丸表层脂肪发生氧化、

收稿日期: 2017-08-23

基金项目: 河南省科技攻关项目(182102110006); 河南省科技攻关项目(142102210439); 河南省科技特派员项目

作者简介: 付丽(1971-), 女, 副教授, 硕士, 研究方向: 畜产品加工及品质控制

通讯作者: 胡晓波(1977-), 男, 副教授, 硕士, 研究方向: 畜产品加工与装备开发

风味及颜色的劣变^[1], 因而保质期大大缩短, 严重影响了牛肉丸的营养价值及其商品价值。在牛肉丸加工中添加一定量的高效抗氧化剂能很好地延缓肉丸的氧化速度。化学抗氧化剂虽成本低、抗氧化效果明显, 但安全性倍受质疑; 天然抗氧化剂在保存牛肉丸色泽、减缓油脂氧化等方面也有较明显的效果, 且安全、可靠成为研究的热点^[2]。

茶多酚是茶叶中多酚类物质的总称, 其中儿茶素最为重要, 占 60%~80%^[3], 对不饱和脂肪酸的自动氧化具有很好的延缓或阻止的作用, 是一种新型天然抗氧化剂, 使用安全且具有保健功能和抑菌作用^[4-7]。而且对水果和蔬菜也能起到保鲜作用^[8], Jones 等^[9]将茶

提取物应用于羊肉肠取得了很好的抗氧化效果。Vc 具有强还原性且可以解离出 H^+ , 具有很强的抗氧化作用^[10]。葡萄籽提取物是从葡萄籽中提取分离得到的一类多酚类物质, 具有强大的抗氧化性、清除自由基的能力, 并具有增加免疫功能的作用^[11], 是迄今发现的植物来源最高效的抗氧化剂之一, 其抗氧化效果是 Vc 和 VE 的 30~50 倍^[12~14]。资料研究表明, 单一天然抗氧化剂的效果不稳定, 开发高效安全的复合天然抗氧化剂成为肉品工业发展的重要趋势^[15]。

本项目以牛肉丸为研究对象, 探索三种天然抗氧化剂之间的协同效果, 并相应赋予产品一定的保健功效, 选取茶多酚、Vc 及葡萄籽提取物三种天然抗氧化剂对冻藏牛肉丸进行抗氧化效果的研究, 测定牛肉丸在冻藏过程中过氧化物值 (POV)、硫代巴比妥酸值 (TBARS) 和感官指标的变化, 确定其最适添加比例, 并采用正交实验优化出 3 种天然抗氧化剂的最适配比, 以大大延长牛肉丸的货架期, 确保产品的安全性和冻藏稳定性, 为天然抗氧化剂的开发提供一定的理论和指导。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

牛肉(黄瓜条), 购于河南伊赛牛肉股份有限公司; 茶多酚, 购于安徽红星药业股份有限公司; 大豆分离蛋白、维生素 C, 购于深圳恒生生物科技有限公司; 葡萄籽提取物, 购于曲阜市圣嘉德生物科技有限公司; 硫代巴比妥酸 (TBA)、四乙氧基丙烷, 购于国药集团化学试剂有限公司; 食盐、糖、味精、牛肉香精、香辛料和调味料等取自河南牧业经济学院食品工程学院畜产品研究室。

1.2 主要仪器设备

HD-6 型智能水分活度测量仪, 无锡市华科仪器仪表有限公司; BlueStar B 型紫外可见分光光度计, 北京莱伯泰科仪器股份有限公司; SHA-B 型双功能水浴恒温振荡器, 金坛市杰瑞尔电器有限公司; RY-8(S) 电动绞肉机, 正元精密机械(苏州)有限公司; S10 匀浆机, 宁波新芝生物科技股份有限公司; 600 W 多功能搅拌机, 德国博朗公司; HL-33 实验智能速冻机, 郑州亨利制冷设备有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 牛肉丸加工工艺流程及操作要点

原料牛肉的选择→修整→切条→绞肉→配料→搅拌(搋

渍)→成型→定型→煮制→冷却→包装→速冻→冻藏→成品

1.3.1.1 基本配方

大黄瓜条牛肉 1000 g、白糖 20 g、食盐 34 g、磷酸盐 4 g、牛肉精膏 0.5 g、花椒粉 2.4 g、味精 5 g、大豆分离蛋白 100 g、I+G 0.12 g、冰水(屑)600 g。

1.3.1.2 操作要点

选取检验合格的新鲜牛肉, 剔除多余的脂肪、筋膜及不可食部分, 分割成每块 200 g 的长条, 用绞肉机(6 mm)孔板绞成肉馅, 肉温控制在 $-0^{\circ}C$ 左右。将搅拌机清洗并热烫消毒, 冷却后, 将绞碎的牛肉铺满于底部, 加入磷酸盐、食盐、白糖及一部分的冰屑, 低速启动搅打 3~4 min。加入大豆分离蛋白和一部分的冰屑, 继续搅打 2~3 min; 再加入味精、I+G、牛肉精膏、花椒粉及剩余的冰水, 搅打 5 min, 间歇 1 min, 至 15 min 为止, 即可出料。用手将肉馅挤成 35 mm 的圆球形, 大小要均匀一致。煮锅内加水升温至 $50\pm 2^{\circ}C$, 放入牛肉丸定型 15~20 min, 捞入 $85\sim 90^{\circ}C$ 的另一煮锅内, 不时翻动, 继续煮制 10 min 左右后, 捞入冷水槽内冷却后, 送入 $-23\sim -25^{\circ}C$ 速冻机内进行速冻, 至中心温度达 $-18^{\circ}C$ 后进行塑料袋封装。

1.3.2 天然氧化剂的添加方法

用分析天平准确称取各抗氧化剂的质量, 在第三次添加冰水之前进行。

1.3.3 三种天然氧化剂对牛肉丸抗氧化效果的研究

经过查阅大量国内外文献以及前期预实验的进行, 最终选定了茶多酚、Vc、葡萄籽提取物三种天然抗氧化剂进行牛肉丸抗氧化效果的研究。测定牛肉丸在冻藏过程中过氧化物值 (POV)、硫代巴比妥酸值 (TBARS) 及羰基价的变化情况, 以不添加任何抗氧化剂的处理组为空白, 添加浓度为 0.02% BHA 的处理组为对照组。确定三种天然抗氧化剂最适添加比例。每种天然抗氧化剂的添加量见表 1。

表 1 三种天然抗氧化剂添加量

Table 1 Additions of three natural antioxidants

抗氧化剂种类	添加量/%					贮藏时间/d
茶多酚	0.1	0.5	1.0	1.5	2.0	5、30、60
Vc	0.01	0.03	0.05	0.07		5、30、60
葡萄籽提取物	0.05	0.1	0.15	0.2		5、15、20

1.3.4 几种天然抗氧化复合对牛肉丸抗氧化效果的研究

在单因素实验基础上, 采用 $L_9(3^3)$ 正交实验进行牛肉丸天然复合抗氧化剂配比的优化, 以冻藏期间牛肉丸的 TBARS 及感官评分为测定指标。正交实验因素水平安排见表 2。

表2 因素水平表

Table 2 Factors and Levels of orthogonal test

水平	因素		
	A(茶多酚)/%	B(维生素 C)/%	C(葡萄籽提取物)/%
1	0.1	0.01	0.05
2	0.5	0.03	0.10
3	1.0	0.05	0.15

1.3.5 样品的处理

将冻藏在-18℃的样品提前一天从冷库拿出,放置在0~4℃的冷鲜库解冻12h,将解冻后的样品在空气中暴露30min后用匀浆机打碎约15s左右,以备各项指标的检测。

1.3.6 检测指标

1.3.6.1 过氧化值(POV)

过氧化值的测定方法采用GB 5009.277-2016《食

品中过氧化值的测定》第一法滴定法。

1.3.6.2 硫代巴比妥酸值(TBARS)

硫代巴比妥酸值的测定方法采用GB 5009.181-2016《食品中丙二醛的测定》第二法分光光度法。

1.3.6.3 羰基价

羰基价的测定采用GB 5009.230-2016《食品中羰基价的测定》规定的方法。

1.3.6.4 感官评定

由6位有经过培训的感官评定人员对肉丸的滋味、组织状态、色泽和总体可接受性等4项指标进行感官评定,每项评分采用7分制,最高分7分,最低分1分,将4项分值的平均值相加得出最终感官评定分数。感官评分标准见表3。

表3 感官评分标准

Table 3 Sensory score table of beef meatballs

项目	7分	4分	1分
滋味	肉香明显、具有鲜味、无异味	肉味正常、香气不足、无异味	味道不好、有异味
组织状态	指压不裂开、能迅速恢复原状、切面密致、有分布均匀的小气孔	指压不裂开、较快恢复原状、切面细密、有分布均匀较大气孔	指压表面会破裂、切面粗糙、有分布不均匀的大气孔
色泽	色泽自然协调、均匀一致	色泽稍微改变、颜色稍有不均	色泽改变较大、改变较多
总体可接受性	可接受性高	可接受性适中	可接受性较低

1.4 数据分析

每个试验重复3次,结果表示为平均数,采用Sigmaplot 13.0作图,采用SPSS Statistics 20.0统计分析软件进行数据统计分析及显著性分析。

2 结果与讨论

2.1 三种天然氧化剂对牛肉丸抗氧化效果的研究

2.1.1 不同浓度茶多酚对牛肉丸抗氧化效果的研究

不同浓度茶多酚对牛肉丸抗氧化效果的影响如图1~2。

由图1可以看出,随着贮藏时间的延长,牛肉丸的POV值基本上呈先上升后下降的趋势。在第5d时,空白组的POV值最大,为2.60g/100g,除0.1%的茶多酚处理组外,其他处理组的POV值与0.02%BHA对照组的POV值(1.85g/100g)基本无差异;在第30d时,空白组的POV值显著高于其他处理组($p<0.01$)且增速最快,达到6.61g/100g,其次是0.02%BHA对

照组的POV值增加到4.73g/100g;除添加0.1%的茶多酚处理组外,其他处理组的POV值分别为4.05g/100g、3.73g/100g、4.23g/100g、3.63g/100g,且均显著低于0.02%BHA对照组($p<0.05$),说明添加量在0.5%以上的茶多酚就会对肉丸起到一定的抗氧化效果,这与杨飞芸等^[16]的研究结果不太一致,原因是茶多酚的添加方法不同,添加到肉馅中比浸泡效果更明显;在第60d时,所有茶多酚处理组的POV值仍显著低于空白组($p<0.05$),但与0.02%BHA对照组(3.62g/100g)差异不显著,且除0.1%茶多酚处理组外,其他所有处理组的POV值均低于0.02%BHA对照组第30d的POV值,其中0.5%的茶多酚对肉丸的抗氧化效果较好。

由图2可以看出,随着贮藏时间的延长,牛肉丸的TBARS值呈逐渐上升的趋势,空白组的TBARS值最大且增速最快。在第30d时,茶多酚处理组的TBARS值仍均低于空白组,除0.1%茶多酚处理组外,其他处理组与0.02%BHA对照组(0.100mg/kg)无显著差异($p>0.05$),分别为0.106mg/kg、0.104mg/kg、0.104mg/kg和0.103mg/kg;当达到60d时,0.5%的茶多酚处理组与0.02%BHA对照组的TBARS值最接近,显著低于其他茶多酚处理组和空白组($p<0.05$),同

样说明 0.5%的茶多酚对肉丸的抗氧化效果较好。

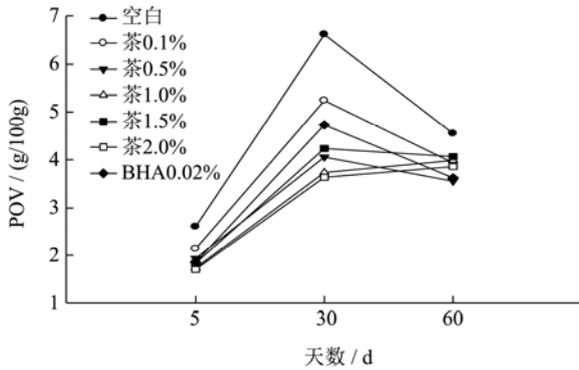


图1 不同浓度茶多酚对牛肉丸POV值的影响

Fig.1 Effects of different concentrations of tea polyphenols on the POV value of bovine meatballs

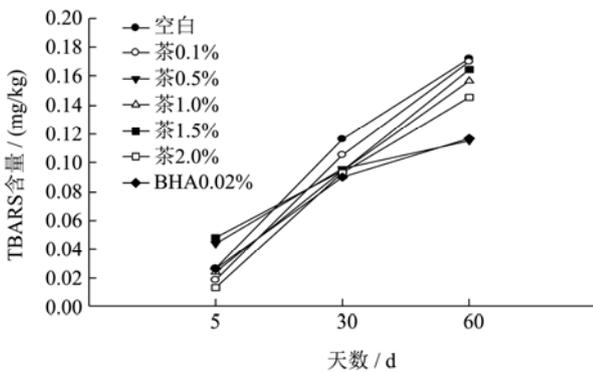


图2 不同浓度茶多酚对牛肉丸TBARS值的影响

Fig.2 Effects of different concentrations of tea polyphenols on the TBARS value of bovine meatballs

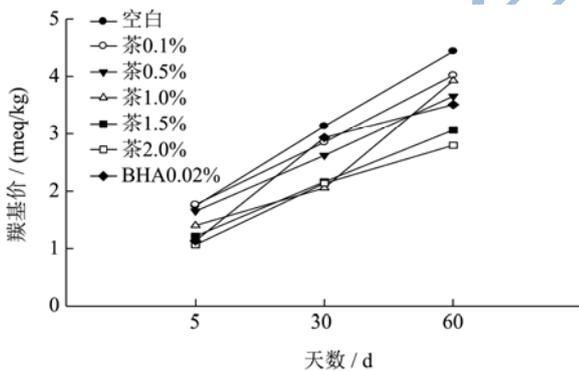


图3 不同浓度茶多酚对牛肉丸羰基价的影响

Fig.3 Effects of different concentrations of tea polyphenols on the carbonyl value of bovine meatballs

由图3可以看出,随着贮藏时间的延长,牛肉丸的羰基价呈逐渐上升的趋势,空白组的羰基价值最大且上升的最快。在第5d时,除0.1%和0.5%的茶多酚处理组的羰基价与空白组的羰基价基本一致外,其他处理组羰基价均低于空白组,1.5%、2.0%的茶多酚处理组与0.02%BHA对照组基本无差异。在第30d时,空白组还是高于其他处理组,除0.1%的茶多酚处理组外,其他茶多酚处理组的羰基价均比0.02%BHA对照

组低,其中1.0%、1.5%和2.0%茶多酚处理组的羰基价显著低于0.02%BHA的对照组($p < 0.05$);在第60d时,0.5%的茶多酚处理组与0.02%BHA的对照组无显著差异($p > 0.05$),1.5%、2.0%茶多酚处理组的羰基价显著低于0.02%BHA对照组及其他处理组($p < 0.05$)。

综合分析图1~3可知,茶多酚中儿茶素的酚羟基是优良的供氢体,可消耗自由基、螯合金属离子,阻断脂肪氧化链式反应,具有很好的抗氧化活性。将0.5%的茶多酚添加到牛肉丸中抗氧化作用较佳,与0.02%BHA的抗氧化效果基本相近。

2.1.2 不同浓度维生素C对牛肉丸抗氧化效果的研究

不同浓度维生素C对牛肉丸抗氧化效果的影响如图4~6。

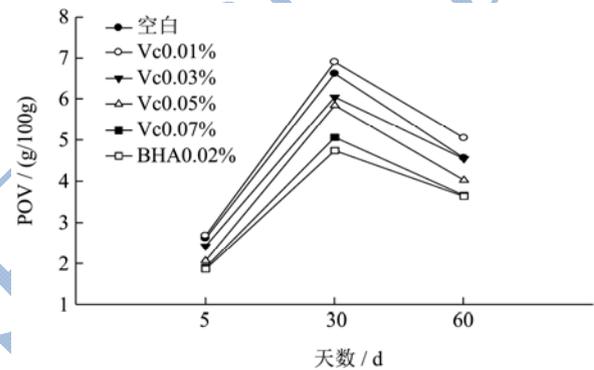


图4 不同浓度维生素C对牛肉丸POV值的影响

Fig.4 Effects of different concentrations of Vc on the POV value of bovine meatballs

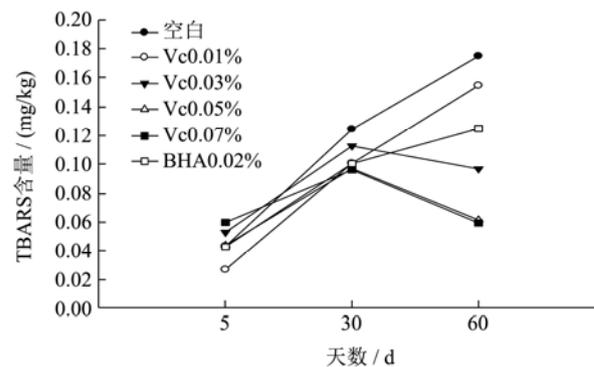


图5 不同浓度维生素C对牛肉丸TBARS值的影响

Fig.5 Effects of different concentrations of Vc on the TBARS value of bovine meatballs

由图4可以看出,随着贮藏时间的延长,牛肉丸的POV值基本上呈先上升后下降的趋势,在第30d时达到最大,达到6.61g/100g,到第60d时又有所下降,为4.55g/100g;除添加0.01%Vc的处理组外,其他处理组的POV值均低于空白组,说明牛肉丸中Vc添加量大于0.01%时具有一定的抗氧化效果,原因是Vc具有热不稳定性,加热处理对其破坏较大,浓度小

时抗氧化效果不佳;0.02%BHA 对照组 POV 值在贮藏期最低,说明单一的添加 Vc 的抗氧化性能不如 BHA。另外,第 5 d、30 d 和 60 d 时,Vc 添加量为 0.07% 的处理组 POV 值分别为 1.89 g/100 g、5.05 g/100 g、3.64 g/100 g 与 0.02%BHA 对照组最接近。

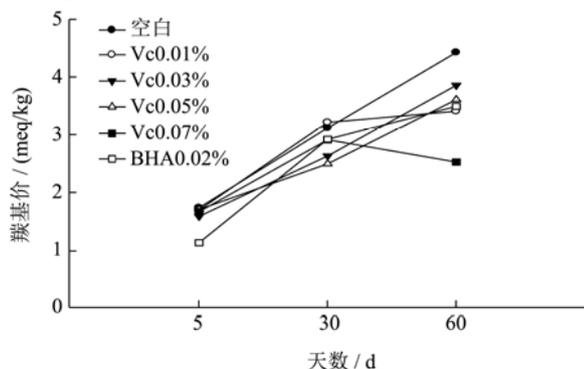


图 6 不同浓度 Vc 对牛肉丸羰基价的影响

Fig.6 Effects of different concentrations of Vc on the carbonyl value of bovine meatballs

由图 5 可以看出,随着贮藏时间的延长,空白组和 0.02%BHA 对照组的 TBARS 值均呈上升趋势,且空白组上升速度最快,其值也最大。0.01%Vc 处理组的 TBARS 值上升趋势最快,这与 Brewer^[18]的研究结论基本一致。0.03%、0.05%和 0.07%的 Vc 处理组的 TBARS 值呈先上升后下降的趋势,尤其是 0.05%和 0.07%的 Vc 处理组的 TBARS 值第 60 d 时分别为 0.061 mg/kg、0.059 mg/kg,显著低于其他处理组和对照组,原因是 Vc 具有很强的还原能力,对脂肪氧化的抑制作用较强,但其添加量在 0.05%以上时效果明显,这与许丽等研究的 0.04%时效果好的结论是不太一致^[17],原因是处理样品不同。

由图 6 可以看出,随着贮藏时间的延长,除 0.07%Vc 处理组外,牛肉丸的羰基价均呈逐渐上升的趋势,空白组的羰基价上升的最快。在第 5 d 时,0.02%BHA 对照组的羰基价最低,为 1.135 meq/kg;在第 30 d 时,0.03%和 0.05%Vc 处理组的羰基价分别为 2.635 meq/kg、2.500 meq/kg,比其他处理组均低;在第 60 d 时,0.07%Vc 处理组的羰基价为 2.532 meq/kg,显著低于 0.02%BHA 对照组($p < 0.05$)和空白组($p < 0.01$)。

综合分析图 4~6 可知,Vc 是通过捕获过氧化自由基,阻断脂肪氧化链反应;另外,Vc 具有极强的还原性,与氧反应降低油脂中的氧浓度,表现出很好的抗氧化性,且随 Vc 浓度的增加,抗氧化性增强。将 Vc 添加到牛肉丸中可以延长其货架期并阻止脂肪氧化,较适宜的浓度为 0.07%。

2.1.3 不同浓度葡萄籽提取物对牛肉丸抗氧化

效果的研究

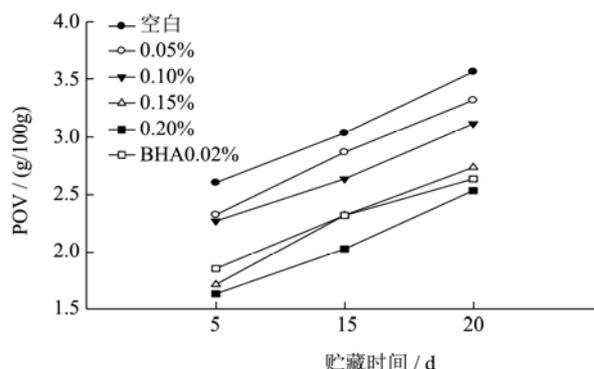


图 7 不同浓度葡萄籽提取物对牛肉丸 POV 的影响

Fig.7 Effects of different concentrations of grape seed extracts on the POV value of bovine meatballs

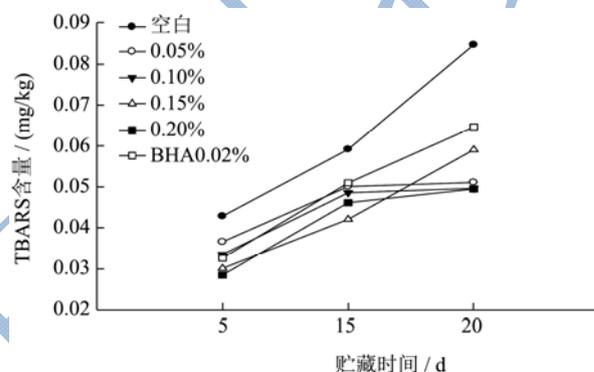


图 8 不同浓度葡萄籽提取物对牛肉丸 TBARS 的影响

Fig.8 Effects of different concentrations of grape seed extracts on the TBARS value of bovine meatball

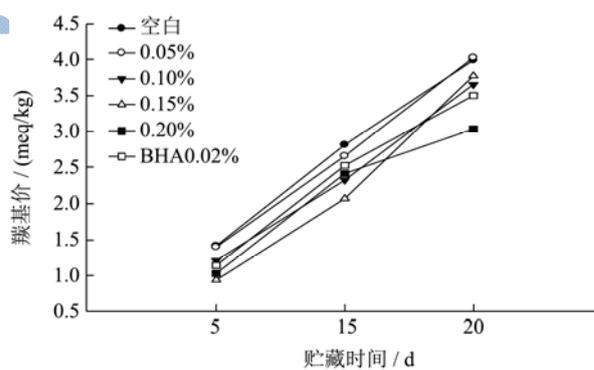


图 9 不同浓度葡萄籽提取物对牛肉丸羰基价的影响

Fig.9 Effects of different concentrations of grape seed extracts on the carbonyl value of bovine meatballs

不同浓度葡萄籽提取物对牛肉丸抗氧化效果,见图 7~9。

由图 7 可以看出,随着贮藏时间的延长,牛肉丸的 POV 值基本上呈递增的趋势,所有处理组的 POV 值显著均低于空白组($p < 0.05$),说明牛肉丸中葡萄籽提取物可以有效达到抗氧化效果。第 15 d 时,葡萄籽提取物添加量为 0.15% 的处理组 POV 值与 0.02%BHA 对照组均为 2.316 g/100 g;第 20 d 时,0.05%和 0.10%

葡萄籽处理组的 POV 值分别为 3.316 g/100 g、3.113 g/100 g，均低于空白组(3.562 g/100 g)，但显著高于对照组(2.632 g/100 g) ($p>0.05$)。0.20%葡萄籽提取物 POV 值在整个贮藏期间最低，分别为 1.633 g/100 g、2.023 g/100 g、2.532 g/100 g，说明当葡萄籽提取物添加量大于 0.20%时抗氧化效果好于 0.02%的 BHA 对照组。

由图 8 可以看出，随着贮藏时间的延长，空白组、0.15%葡萄籽提取物处理组和 0.02%BHA 的对照组的 TBARS 值均呈上升趋势，其中空白组上升速度最快，其值也最大，第 20 d 时达到 0.085 mg/kg。0.05%、0.10% 和 0.20%的葡萄籽提取物处理组的 TBARS 值呈先上升后平缓的趋势，能对 TBARS 值起到很好的控制作用，这与 Carpenter^[14]和 Brewer^[18]的研究结论基本一致。0.20%的葡萄籽提取物处理组的 TBARS 值第 20 d 时最低，为 0.050 mg/kg，且显著低于 0.02%的 BHA 对照组(0.065 mg/kg)($p<0.05$)，说明葡萄籽提取物具有清除自由基的能力，对脂肪的氧化的抑制作用较强，但其添加量在 0.20%以上时效果明显，这与闫文杰的研究结论一致^[12]。

由图 9 可以看出，随着贮藏时间的延长，牛肉丸的羰基价均呈逐渐上升的趋势，空白组的羰基价上升的最快。在第 5 d 时，0.15%葡萄籽提取物处理组的羰基价最低，为 0.093 meq/kg，空白组和 0.05%的处理组基本相等分别为 1.409 meq/kg、1.392 meq/kg。在第 15 d 时，除 0.05%葡萄籽提取物处理组以外，所有抗氧化剂处理组的羰基价均显著低于空白组 ($p<0.05$)，0.10%、0.15%和 0.20%的葡萄籽提取物处理组的羰基价分别为 2.321 meq/kg、2.065 meq/kg、2.413 meq/kg，均低于 0.02%BHA 对照组的 2.525 meq/kg；在第 20 d 时，0.2%葡萄籽提取物处理组的羰基价为 3.032 meq/kg，显著低于 0.02%BHA 的对照组(3.500 meq/kg)($p<0.05$)和空白组(3.993)($p<0.01$)。

综合分析图 7-9 可知，葡萄籽提取物的添加可有效抑制氧化反应，这与 Brewer^[18]、Brannan^[19]及 Mielnik 等^[20]的研究结果一致。本试验得出添加量为 0.15%和 0.2%的葡萄籽提取物抗氧化效果较好，比 0.02%BHA 的抗氧化效果更好，这与 Ahn 等^[21]研究得出的 1.0%的结果有所不同，可能是葡萄籽提取物纯度不同的原因。

2.1.4 小结

根据单因素试验结果并结合感官评定分析发现，Vc 较适宜的添加量为 0.05%和 0.07%，但添加量多时牛肉丸放置一段时间后颜色变浅偏黄；添加量为 0.5%时抗氧化效果较好，与 0.02%BHA 的抗氧化效果基本

相近，且加入茶多酚的产品风味更好，但添加量多时会影响产品的颜色；葡萄籽提取物的添加量为 0.15%和 0.2%时抗氧化效果较好，优于 0.02%BHA，葡萄籽提取物添加量大于 0.2%后对丸子的后味有不好的影响，并且由于含有原花青素而影响颜色，这与 Brewer^[18]的研究结果一致。综合以上分析，三种天然抗氧化剂单独作用比较合适的添加比例为：茶多酚 0.5%、Vc 0.05%、葡萄籽提取物 0.15%。

2.2 三种天然抗氧化剂复合对牛肉丸抗氧化效果的研究

2.2.1 三种天然抗氧化剂复合对牛肉丸 TBARS 值的影响

三种天然抗氧化剂复合对牛肉丸 TBARS 值影响的正交试验结果见表 5。

表 5 三种天然抗氧化剂对牛肉丸 TBARS 值影响的正交试验结果

Table 5 Results of orthogonal experiment of the influence of three natural antioxidants on TBARS of meatballs

序号	茶多酚 (A)	Vc (B)	葡萄籽提取物 (C)	TBA/(mg/kg)
1	1 (0.1%)	1 (0.01%)	1 (0.05%)	0.092
2	1 (0.1%)	2 (0.03%)	2 (0.10%)	0.090
3	1 (0.1%)	3 (0.05%)	3 (0.15%)	0.120
4	2 (0.5%)	3 (0.05%)	1 (0.05%)	0.084
5	2 (0.5%)	1 (0.01%)	2 (0.10%)	0.099
6	2 (0.5%)	2 (0.03%)	3 (0.15%)	0.087
7	3 (1.0%)	2 (0.03%)	1 (0.05%)	0.092
8	3 (1.0%)	3 (0.05%)	2 (0.10%)	0.085
9	3 (1.0%)	1 (0.01%)	3 (0.15%)	0.091
K ₁	0.302	0.282	0.268	
K ₂	0.270	0.269	0.274	
K ₃	0.268	0.289	0.298	
k ₁	0.101	0.094	0.089	
k ₂	0.090	0.090	0.091	
k ₃	0.089	0.096	0.099	
极差 R	0.012	0.006	0.010	
最优组合	A ₃	B ₂	C ₁	

如表 5 对于 TBARS 值的正交试验结果极差分析可知，三个因素对牛肉丸抗氧化效果影响的主次关系为 A>B>C，即茶多酚的影响最大，其次为葡萄籽提取物和 Vc。通过分析看出三种天然抗氧化剂对 TBARS 值的影响的最优组合为 A₃B₂C₁，即茶多酚 1.0%，Vc 0.03%，葡萄籽提取物 0.05%，三种天然抗氧化剂协同

具有很好的增效作用,这与许丽等的研究结果是一致的^[17]。

2.2.2 感官评定结果

三种天然抗氧化剂复合对牛肉丸感官指标影响的正交试验结果见表6。

如表6极差分析可知三个因素对牛肉丸感官效果影响的主次关系为B>C>A,即葡萄籽提取物的影响最大,其次为Vc和茶多酚。经分析可看出三种天然抗氧化剂对感官影响的最优组合为A₂B₂C₁,即茶多酚0.5%,Vc 0.03%,葡萄籽提取物0.05%。

表6 三种天然抗氧化剂复合对牛肉丸感官影响正交试验结果

Table 6 Results of orthogonal experiment of the influence of three natural antioxidants on the sensory of meatballs

序号	茶多酚 (A)	Vc (B)	葡萄籽提取物 (C)	评价				
				滋味	组织状态	色泽	总体可接受性	总分值
1	1 (0.1%)	1 (0.01%)	1 (0.05%)	6.6	6.5	6.6	6.4	26.1
2	1 (0.1%)	2 (0.03%)	2 (0.10%)	6.5	6.5	5.3	6.6	24.9
3	1 (0.1%)	3 (0.05%)	3 (0.15%)	6.0	6.4	4.9	6.0	23.3
4	2 (0.5%)	3 (0.05%)	1 (0.05%)	6.4	6.6	6.9	6.5	26.4
5	2 (0.5%)	1 (0.01%)	2 (0.10%)	5.9	6.4	4.8	6.2	23.3
6	2 (0.5%)	2 (0.03%)	3 (0.15%)	6.1	6.5	6.9	6.2	25.7
7	3 (1.0%)	2 (0.03%)	1 (0.05%)	6.5	6.4	6.5	6.6	26.0
8	3 (1.0%)	3 (0.05%)	2 (0.10%)	6.4	6.6	4.9	6.5	24.4
9	3 (1.0%)	1 (0.01%)	3 (0.15%)	6.1	6.6	4.8	6.4	23.9
K ₁	74.3	73.3	78.5					
K ₂	75.4	76.6	72.6					
K ₃	74.3	74.1	72.9					
k ₁	24.8	24.4	26.2					
k ₂	25.1	25.5	24.2					
k ₃	24.8	24.7	24.3					
极差 R	0.3	1.1	2.0					
最优组合	A ₂	B ₂	C ₁					

3 结论

本试验选取茶多酚、Vc和葡萄籽提取物三种天然抗氧化剂与化学抗氧化剂BHA相对照,比较分析单种抗氧化剂单一使用的抗氧化效果,并利用正交试验进行了三种天然抗氧化剂协同抗氧化的配比进行了优化。

由TBARS实验结果可知,最适抗氧化效果的配比为茶多酚1.0%,Vc 0.03%,葡萄籽提取物0.05%;而依据感官实验结果显示最适抗氧化效果的配比为茶多酚0.5%,Vc 0.03%,葡萄籽提取物0.05%。由于茶多酚的添加会引起储存后期牛肉丸颜色的加深,影响产品外观,故综合两组结果得出三种天然抗氧化剂的最适配比为茶多酚0.5%,Vc 0.03%,葡萄籽提取物0.05%。三种天然抗氧化剂协同作用有效地减缓了牛肉丸冻藏期间脂肪的氧化,且抗氧化效果比较理想,克服了单一抗氧化剂的抗氧化效果的不稳定性,很大程度上改善了牛肉丸的品质,增加了冻藏稳定性,并延长了牛肉丸的货架期。

参考文献

- [1] 贾娜,陈璐,孔保华.迷迭香提取物对牛肉丸冻藏过程中脂肪氧化和品质特性的影响[J].现代食品科技,2015, 31(9): 118-123
JIA Na, CHEN Lu, KONG Bao-hua. Effect of rosemary extract on lipid oxidation and quality of beef meat balls during frozen storage [J]. Modern Food Science and Technology, 2015, 31(9): 118-123
- [2] 刘蹇,陈璐,孔保华.香辛料提取物对冷藏牛肉丸微生物变化和抗氧化效果的研究 [J].食品科技,2013,38(4):114-120
LIU Jian, CHEN Lu, KONG Bao-hua. Effect of spice extracts on microbiological growth and antioxidative ability of beef balls during chilled storage [J]. Food Science and Technology, 2013, 38(4): 114-120
- [3] 朱军莉,王慧敏,王桂洋,等.茶多酚和葡萄籽提取物对假单胞菌抗生物被膜的抑制作用[J].中国食品学报,2016, 16(1): 84-90
ZHU Jun-li, WANG Hui-min, WANG Gui-yang, et al.

- Inhibition activity of tea polyphenols and grape seed extract on biofilm formation of pseudomonas [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2016, 16(1): 84-90
- [4] Nissen L R, Byren D V, Bertelsen G, et al. The antioxidative activity of plant extracts in cooked pork patties as evaluated by descriptive sensory profiling and chemical analysis [J]. Meat Science, 2004, 68(3): 485-495
- [5] 王丹丹,李婷婷,刘焯,等.茶多酚对冷藏带鱼品质及抗氧化效果的影响[J].食品科学,2015,36(2):210-215
WANG Dan-dan, LI Ting-ting, LIU Ye, et al. Effect of tea polyphenols on the quality of trichiurus haumela during cold storage [J]. Food Science, 2015, 36(2): 210-215
- [6] 杨皓彬,杨娜,柏雪,等.白茶中茶多酚提取工艺及抗氧化活性的研究[J].中国食品学报,2014,14(12):24-31
YANG Hao-bin, YANG Na, BAI Xue, et al. Studies on extraction technology and antioxidant activity of tea polyphenols from white tea [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2014, 14(12): 24-31
- [7] 陈小雷,胡王,周蓓蓓,等.天然抗氧化剂茶多酚对水产品的抗氧化研究[J].安徽农业科学,2016,44(1):112-114
CHEN Xiao-lei, HU Wang, ZHOU Bei-bei, et al. Study on antioxidation activity of natural antioxidant tea polyphenols in aquatic products [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2016, 44(1): 112-114
- [8] Ahn J, Mustapha A. Effects of plant extracts on microbial growth, color change, and lipid oxidation in cooked beef [J]. Food Microbiology, 2007, 24(1): 7-14
- [9] Jones M, Hoffmann C, Muller M. Effect of rooibos extract (*Aspalathus linearis*) on lipid oxidation over time and the sensory analysis of blesbok (*Damaliscus pygargus* Phillipsi) and springbok (*Antidorcas marsupialis*) droëwors [J]. Meat Science, 2015, 103: 54-60
- [10] 梁云.几种天然抗氧化剂抗氧化性能比较研究[D].无锡:江南大学,2008
LIANG Yun. Comparison research of oxidation resistance of several kinds of natural antioxidant [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008
- [11] 颜小梅,杨光,马媛,等.葡萄籽原花青素对老年病的预防作用研究进展[J].食品科学,2014,35(21):339-343
YAN Xiao-mei, YANG Guang, MA Yuan, et al. Advances in understanding the preventive of procyanidins from grape seed against geriatric diseases [J]. Food Science, 2014, 35(21): 339-343
- [12] 闫文杰,李兴民,李妙旋,等.葡萄籽提取物对无淀粉火腿肠保质期的影响[J].农业工程学报,2011,27(3):357-361
YAN Wen-jie, LI Xing-min, LI Miao-xuan, et al. Effects of grape seed extracts on shelf life of no starch ham sausage [J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(3): 357-361
- [13] 宋利国,贺显书,张红涛.天然抗氧化剂在肉制品中的应用研究[J].中国畜牧兽医,2013,40(11):221-224
SONG Li-guo, HE Xian-shu, ZHANG Hong-tao. Study on applications of natural antioxidants in meat products [J]. China Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2013, 40(11): 221-224
- [14] Carpenter R, O'Grady M, O'Callaghan Y, et al. Evaluation of the antioxidant potential of grape seed and bearberry extracts in raw and cooked pork [J]. Meat Science, 2007, 76(4): 604-610
- [15] 李丽,辛清武,朱志明,等.天然抗氧化剂在肉制品中的应用研究[J].中国畜牧兽医文摘,2015,31(10):215-216
LI Li, XIN Qing-wu, ZHU zhi-ming, et al. Study on applications of natural antioxidants in meat products [J]. China Abstracts of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2015, 31(10): 215-216
- [16] 杨飞芸,邓瑞,魏薇,等.茶多酚对猪肉的抗氧化作用[J].肉类研究,2011,25(10):12-14
YANG Fei-yun, DENG Rui, WEI Wei, et al. Antioxidant effect of tea polyphenols on pork [J]. Meat Research, 2011, 25(10): 12-14
- [17] 许丽,张海英,徐艺青,等.3种抗氧化剂对冷冻干燥牛肉抗氧化效果的比较试验[J].安徽农业科学,2015,43(7):296-298
XU Li, ZHANG Hai-ying, XU Yi-qing, et al. Comparison of antioxidative effects of three natural antioxidants on freeze-dried beef [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2015, 43(7): 296-298
- [18] Brewer M S. Effect of grape seed extract on oxidative, color and sensory stability of precooked, frozen, reheated beef sausage model system [J]. Meat Science, 2011, 76(4): 139-144
- [19] Brannan R. Effect of grape seed extract on physicochemical properties of ground, salted, chicken thigh meat during refrigerated storage at different relative humidity levels [J]. Journal of Food Science, 2008, 73(1): 36-40
- [20] Mielnik M, Olsen E, Vogt G, et al. Grape seed extract as antioxidant in cooked, cold stored turkey meat [J]. LWT-Food Science and Technology, 2006, 39(3): 191-198
- [21] Ahn J, Grün I U, Muxthapha A. Effects of plant extracts on microbial growth, color change, and lipid oxidation in cooked beef [J]. Food Microbiology, 2007, 24(1): 7-14