

外源抗氧化剂对馒头抗氧化性及贮藏期感官品质的影响

冯卫华¹, 黄诗琪¹, 李冰², 白卫东¹, 邓婉君¹

(1. 仲恺农业工程学院轻工食品学院, 广东广州 510225) (2. 华南理工大学轻工与食品学院, 广东广州 510640)

摘要: 本研究比较了在馒头加工贮藏中添加外源抗氧化剂维生素 C (Vc) + 大豆卵磷脂、维生素 E (VE) + 大豆卵磷脂两种处理组与对照组的馒头比容、老化及感官品质。通过采用 DPPH 自由基清除法 (DPPH 法) 和铁还原比色法 (FRAP 法) 探讨了外源抗氧化剂对馒头加工贮藏中内源抗氧化剂多酚的含量及其抗氧化性变化的影响。试验表明, 馒头制作时添加了 Vc、VE 和大豆卵磷脂, 可以使馒头松软, 在 12~48 h 的贮藏时间抑制馒头的老化; 比容比对照高 0.67~0.81 mL/g 可以极显著增大馒头的比容 ($p < 0.01$); 馒头的感官品质总评均明显高于对照组; 增强了馒头加工贮藏中的 DPPH 自由基清除能力、铁离子还原能力, 即抗氧化性; 然而, 无论在馒头加工还是贮藏过程中其多酚含量变化不显著 ($p < 0.05$)。总的来说, 在馒头加工贮藏中添加外源抗氧化剂 Vc、VE 和大豆卵磷脂, 综合改善了馒头的品质。

关键词: 馒头; 抗氧化性; 感官品质

文章编号: 1673-9078(2015)2-218-224

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.2.036

Effect of Exogenous Antioxidants on the Antioxidant Activity and Sensory Quality of Steamed Bread

FENG Wei-hua¹, HUANG Shi-qi¹, LI Bing², BAI Wei-dong¹, DENG Wan-jun¹

(1. College of Light Industry and Food Science, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China) (2. College of Light Industry and Food Sciences, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: In this study, the specific volumes, aging processes, and sensory qualities of steamed breads in two exogenous antioxidant-treatment groups: Vitamin C (Vc) + soybean lecithin group, and Vitamin E (VE) + soybean lecithin group during processing and storage were investigated. The 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays were used to explore the effect of exogenous antioxidants on the content and antioxidant activity of polyphenols- the endogenous antioxidant-during processing and storage. The results demonstrated that the addition of Vc, VE, and soybean lecithin during the steamed bread-making process produced softer steamed bread and slowed down the aging process during a 12~48 h storage time; the specific volumes were 0.67~0.81 mL/g higher than that of the control group, showing a significant increase in specific volumes ($p < 0.01$); the overall sensory qualities were apparently higher than that of the control group. The DPPH radical scavenging capacity and FRAP (*i.e.*, antioxidant activity) were enhanced during processing and storage. However, the change in total phenolic content (TPC) was not significant ($p < 0.05$) during the processing and storage of steamed bread. Thus, the addition of Vc, VE, and soybean lecithin could comprehensively improve the quality of steamed bread during processing and storage.

Key words: steamed bread; antioxidant activity; sensory quality

收稿日期: 2014-05-13

基金项目: “十二五”国家科技支撑 主食工业化关键技术与装备及其产业化示范 (2012BAD37B00), 主食工业化共性技术研究及关键装备研制 (2012BAD37B01)

作者简介: 冯卫华 (1968-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 生物活性成分提取纯化及功能分析, 食品化学

通讯作者: 白卫东 (1967-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 食品化学

在人们的膳食结构中, 馒头是重要的主食之一。在馒头生产中, 常遇见的问题有面粉筋力过低, 表皮龟裂, 表皮颜色太浅, 表皮有气泡, 内部结构不均匀, 有大空洞, 老化过快等等^[1~2]。改善馒头品质和控制馒头的老化是馒头生产中的重要环节^[1, 3~4]。抗氧化剂是一种很重要的食品添加剂, 它主要用于阻止或延缓油脂的自动氧化, 还可以防止食品在贮藏中

因氧化而使营养损坏,褐变,褪色等。它使面筋的强度增强,提高面团持水性和保气能力,改善面团组织结构,降低面团粘性^[5]。近几年来,国外对面粉制品抗老化的研究取得了显著的进展,但目前这些研究多是集中在添加剂的使用、生产工艺和保存的条件等因素上,而对外源抗氧化剂在面粉制品内源抗氧化剂对面粉制品品质和保藏期的影响的研究较少^[2, 5-6]。多酚是小麦粉中一种主要的内源抗氧化剂,且鉴于目前对小麦多酚类物质的研究主要集中在提取方法上^[7],对其抗氧化特性及外源抗氧化剂对其作用的影响尚无系统深入的研究,本课题分别采用维生素 C (Vc) + 大豆卵磷脂、维生素 E (VE) + 大豆卵磷脂作为馒头加工的外源抗氧化剂,分别考察对照组、Vc+大豆卵磷脂组和 VE+大豆卵磷脂组馒头的比容、硬度及感官指标;提取对照组、Vc+大豆卵磷脂组和 VE+大豆卵磷脂组馒头加工过程中的多酚,通过 DPPH 自由基清除法^[8]和铁还原比色法 (FRAP 法)^[9]来确定其抗氧化性,研究 Vc+大豆卵磷脂、VE+大豆卵磷脂对馒头内源抗氧化剂多酚的含量及抗氧化性的影响,旨在进一步研究抗氧化剂对馒头品质及其老化作用的影响。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 材料

高筋面粉:购于海珠区万寿路市场,密封备用;酵母购于海珠区超市家乐福;Vc、VE、大豆卵磷脂购广州化学试剂厂。

1.1.2 试验试剂

没食子酸(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO)、福林试剂(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO)、2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO)、2, 4, 6-tris-2, 4, 6-tripyrizyl-2-triazine (TPTZ)(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO)、Na₂CO₃、无水乙醇(广州化学试剂厂)等均为分析纯。

1.1.3 试验主要设备

主要仪器设备:紫外可见分光光度计, DU730, 美国 BECKMAN COUCTER; 调速多用振荡器, HY-2, 国华电器有限公司; 电子天平, FA1004, 北京赛多利斯仪器系统有限公司; 远红外食品烘炉, VH 系列, 旭众食品机械有限公司; 醒发箱, ST003187, 皇信厨业有限公司; 粉碎机, 400 g, 银爵五金有限公司; 硬度计, GYB 型, 上海双旭电子有限公司。

1.2 馒头的制备

馒头加工工艺参照刘斜等人^[10]的方法, Vc+大豆卵磷脂、VE+大豆卵磷脂的添加参照严晓鹏^[11]的方法,并且在预试验的基础上做如下配方处理:

对照组: 500 g 的高精面粉, 50 g 糖, 5 g 干酵母;

Vc+卵磷脂组: 500 g 的高精面粉, 50 g 糖, 5 g 干酵母, 大豆卵磷脂 3.33 g/500 g, Vc 10 mg/kg

VE+卵磷脂组: 500 g 的高精面粉, 50 g 糖, 5 g 干酵母, 大豆卵磷脂 3.33 g/500 g, Ve 10 mg/kg

按照以上的配方准确称取各原料, 依照以下工艺要点加工馒头。

(1) 和面: 5 g 干酵母, 用温水化开, 将温水化开的酵母倒入面粉中。再加 200 g 左右的水和 500 g 的面粉, 揉制成表面光滑的面团。

(2) 发酵: 把揉好的面团放进醒发箱发酵(温度为 36 °C, 相对湿度为 50%), 进行发酵。面团发酵到原来的 2 倍大即发酵完成。

(3) 醒发: 轻揉发酵好的面团, 以排除其中多余空气。将面团分成切分成等份大小的面剂, 整形, 放在室温下醒发 10 min 左右。

(4) 蒸制: 将醒发好的面剂放入蒸锅中, 蒸制大约 20 min, 取出后在室温下自然冷却。

1.3 馒头样品多酚提取液的制备

分别取发酵前面团, 发酵后面团, 馒头成品, 馒头贮藏(室温) 12、24、36、48 h 七个不同阶段的样品在 55 °C 下烘干至恒重, 分别粉碎。分别称取 4 g 样品粉末加入 20 mL 80% (V/V)乙醇溶液在室温下避光振荡 5 h, 过滤, 测定其多酚含量及抗氧化指标。

1.4 总酚 (TPC) 的测定

总酚 (TPC) 的测定采用福林-肖卡法^[12], 样品中总酚的含量表示为每克干重样品中含有的多酚量 (以没食子酸计, mg GAE/g DW)。

1.5 DPPH 自由基清除法 (DPPH 法)

多酚提取液的 DPPH 自由基清除测定参照 Kitts et al^[8]的方法。样品 DPPH 自由基清除能力评价指标为 EC₅₀ 值。EC₅₀ 值指的是将原始 DPPH 乙醇溶液的浓度降低 50% 所需的抗氧化剂 (样品) 的浓度 (g DW/L)。EC₅₀ 值越小, 其所对应的样品的清除 DPPH 自由基的能力越强, 抗氧化性越高。

1.6 铁还原比色法 (FRAP 法)

多酚提取液的铁还原比色法 (FRAP) 测定参照 Benzie and Strain^[9]的方法。样品铁还原能力评价指标

为 EC₁ 值。EC₁ 值指的是与 1 mmol/L FeSO₄ · 7H₂O 有相同抗氧化能力的抗氧化剂(样品)的量(μmol Fe²⁺/g DW)。EC₁ 值越大,其所对应的样品铁还原能力越强,抗氧化化活性越高。

1.7 馒头比容的测定

比容的测定方法参照 GB/T 21118-2007。

将待测馒头称重 W(g)。取容量适宜(使能容纳馒头的体积)的烧杯、用小米充满整个烧杯。倒出小米,将待测馒头放入烧杯内,用小米边放边摇填满烧杯。用量筒量取剩余的小米体积 V(mL),即为馒头的实测体积。

$$\text{馒头比容} P(\text{mL/g}) = V/W$$

1.8 馒头硬度的测定

用 GY-B 型硬度计测定。

将蒸熟的馒头在室温放置 1 h, 切开馒头为两半, 使硬度计垂直于切开的馒头表面, 在均匀力的作用下将压头压入馒头内, 此时指针开始旋转, 当压到压头刻线时停止, 此时指针指的刻度值即为所测的硬度值。每处理每次测定 3 个馒头, 重复 3 次。

1.9 馒头的感官评价

馒头感官评价指标及方法参照 GB/T17320-1998。馒头感官评价总分为 100 分, 各个指标所占权重及等级分类标准如表 1。

表 1 馒头感官评价表

Table 1 Sensory evaluation table of steamed bread

评定项目	标准	分值
内部 (15%)	质构特征均一, 有弹性, 呈海绵状, 无粗糙大孔洞、局部硬块、干面粉痕迹及黄色碱斑;	11~15
	质构均一, 弹性略差, 海绵状不够明显, 内部不够柔软;	6~10
	质构不一致, 没有弹性, 不呈海绵状, 干面粉痕迹明显, 有硬块等。	1~5
外形 (-15%)	形态完整, 色泽正常, 表面无皱缩、塌陷, 无色斑等缺陷;	11~15
	形态略为完整, 色泽正常但不光滑, 略有少许小凹凸;	6~10
	形态参差不齐, 有斑点, 有皱缩、塌陷等。	1~5
香气与滋味(-30%)	具有小麦粉经发酵、蒸制后特有的滋味和气味, 无异味;	21~30
	香味较淡, 小麦粉经发酵、蒸制后特有的滋味和气味较淡;	11~20
	无清香味, 有异味;	1~10
口感 (-40%)	无生感, 不粘牙, 不牙碜, 口感细腻, 不黏口	26~40
	口感略为细腻, 少许粘牙等	11~25
	有生感, 口感不纯正, 有异味, 具有发酵的酒酸味等	1~10
总分	100	

1.10 数据统计与分析

每个试验均重复三次, 结果表示为平均值±标准偏差。应用 SPSS11.5 软件(SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 中的 One-Way ANOVA 对所有数据进行方差分析, 利用邓肯式多重比较对差异显著性进行分析。p<0.05 表示显著, p<0.01 表示极显著。

2 结果与分析

2.1 外源抗氧化剂对馒头硬度的影响

馒头是中国最主要发酵面食, 是我国人民日常主食之一。馒头在贮藏中会产生老化现象。老化后的淀粉难以复水并变硬, 难以消化吸收^[1]。在春秋两季馒头最长保质期一般为 3~7 d, 在炎热夏天, 尤其高温、

高湿天气, 保质期缩短。

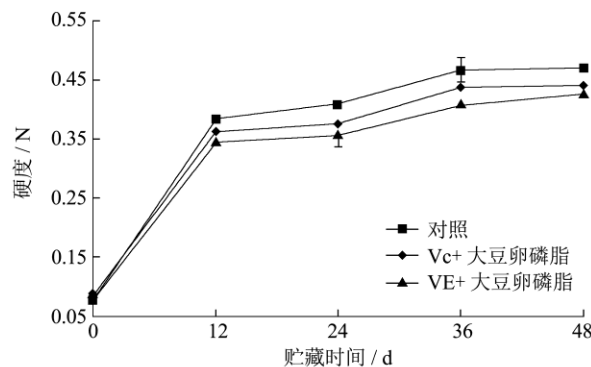


图 1 外源抗氧化剂对馒头硬度的影响

Fig.1 Effect of exogenous antioxidants on the hardness of steamed bread

注: 结果表示为平均值±标准偏差 (n=3)。

馒头的老化主要是由淀粉的老化造成, 淀粉的老

化是 α -淀粉生成规则的 β -淀粉的过程^[3-4]。馒头老化受到贮存温度、含水量、原辅料及添加剂的影响。馒头在老化后失去水分、变硬，其变硬程度可作为衡量馒头老化程度的指标。此外，赵谋明等在研究发现面包的老化速度与面团的发酵程度关系密切，发酵越充分面筋膨胀及扩展越充分，所形成的空间网状结构越稳定，持气能力就越强，所烤制的面包体积就越大，比容也越大；面团发酵越充分，面粉的 α 化程度越高，面包的老化速度越慢，同时面筋的网状结构所形成的气孔就越均匀，所烤制的面包口感也就越细腻^[2]。

因此，试验在将馒头的硬度变化作为馒头抗老化指标同时，将馒头的比容和感官评价也作为比较馒头抗老化性能的依据^[6]。

图 1 为对照组、Vc+大豆卵磷脂组与 VE+大豆卵磷脂组所生产馒头在室温条件下 0~48 h 贮藏中其硬度的变化。无论对照还是添加了复合抗氧化剂 Vc+大豆卵磷脂、VE+大豆卵磷脂的馒头在室温条件下 0~48 h 贮藏中其硬度均呈现显著上升 ($p < 0.05$)；然而，添加了复合抗氧化剂 Vc+大豆卵磷脂、VE+大豆卵磷脂的馒头在贮藏过程中 (12~48 h) 硬度均显著低于对照 ($p < 0.05$)，并且，VE+大豆卵磷脂组的馒头硬度在贮藏过程中低于 Vc+大豆卵磷脂组的；试验结果表明馒头制作时添加了 Vc+大豆卵磷脂、VE+大豆卵磷脂可以使馒头松软，抑制馒头的老化。这与徐皎云、聂艳花、何雅蕾等人的研究结果相一致^[5,13-14]。

许多研究表明，VE 和 Vc 均是具有抗氧化作用的维生素，可作为一种面粉改良剂，添加在面粉中可以增加面制品的体积和面团弹性，体积增大的面团内部结构相应的就会表达疏松，孔壁变薄，易压缩，从而使馒头的硬度值降低^[13-15]。大豆卵磷脂是一种天然优良表面活性剂，将其添加到馒头中，可以起乳化作用，有利于原料的搅拌混合均匀性和稳定性，并能增加面筋的弹性和柔韧性，改善面团持气性。而且大豆卵磷脂具有抗氧化作用，也可以防止馒头的老化，延长馒头的保质期^[6]。

2.2 外源抗氧化剂对馒头比容的影响

馒头中比容指标反映的是面团体积膨胀程度及保持能力。比容直接影响到成品馒头的外形、口感、组织。因此，比容指标是馒头的重要质量指标之一，是生产企业控制质量的重点控制对象之一，也是生产企业及监督部门的常规检验指标^[13]。

图 2 为对照组、Vc+大豆卵磷脂组与 VE+大豆卵磷脂组所生产馒头的比容。添加了复合抗氧化剂 Vc+大豆卵磷脂、VE+大豆卵磷脂的馒头比容均极显著大

于对照 ($p < 0.01$)，并且，VE+大豆卵磷脂组的馒头比容略大于 Vc+大豆卵磷脂组的。试验结果表明馒头制作时添加了 Vc+大豆卵磷脂、VE+大豆卵磷脂可以极显著增大馒头的比容 ($p < 0.01$)。

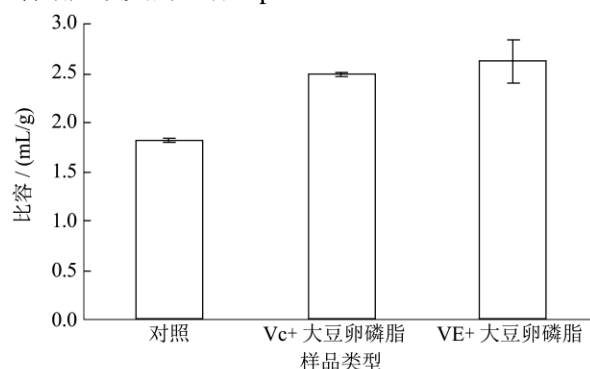


图 2 外源抗氧化剂对馒头比容的影响

Fig.2 Effect of exogenous antioxidants on the specific volume of steamed bread

注：结果表示为平均值±标准偏差 (n=3)。

为了改善和提高馒头的品质，经常使用各种添加剂，如增白剂、乳化剂、酶制剂、Vc、VE 等。许多研究报道^[2-3,6,11]，发酵面团体积膨胀不是由面筋蛋白质单方面引起，更主要是通过面筋与淀粉之间交互作用所引起。Vc、VE 具有较强的抗氧化作用，可以改变面粉筋力；大豆卵磷脂不但具有抗氧化作用，而且具有乳化作用。乳化剂是最理想的抗老化剂和保鲜剂。乳化剂能够同淀粉分子发生相互作用形成稳定的复合物，这一点在保持淀粉类食品品质方面有着特殊的意义^[16]。添加适当的大豆卵磷脂能使面团忍受较大的机械耐力，不但改善内部的组织结构，而且面团具备更好、更均匀地贮气能力，增大面团体积；馒头蒸制期间，淀粉颗粒膨润，部分直链淀粉从淀粉颗粒中溶出，与面筋蛋白之间发生一定交联作用，使焙烤产品获得更大的体积^[17]。

2.3 外源抗氧化剂对馒头感官评价的影响

图 3 为对照组、Vc+大豆卵磷脂组与 VE+大豆卵磷脂组所生产馒头的感官品质评价结果。对照组馒头形状对称，色泽为乳白色，内部气孔大小不一，有大空洞，弹柔性一般，口感一般，比较黏牙；Vc+大豆卵磷脂组面包，形状对称性好，包心色泽为乳白色，气孔细密均匀，呈海绵状，有较强的弹柔性，口感良好，有馒头香味，不黏牙；VE+大豆卵磷脂组馒头形状对称性良好，包心色泽为乳白色，气孔细密均匀，呈海绵状，弹柔性较强，口感良好，有馒头香味，较 Vc 组稍有点黏牙。

感官评价结果显示，添加了 Vc+大豆卵磷脂、VE+

大豆卵磷脂后,馒头的感官品质总评均明显高于对照的。此结果与茆艳花、何雅蔷等人的结果相一致^[13-14]。

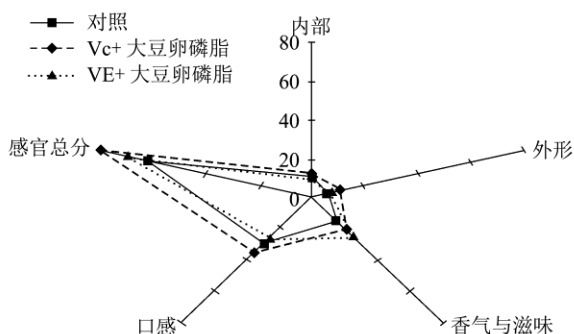


图3 外源抗氧化剂对馒头感官品质的影响

Fig.3 Effect of exogenous antioxidants on the sensory quality of steamed bread

2.4 外源抗氧化剂对馒头加工贮藏中多酚含量变化的影响

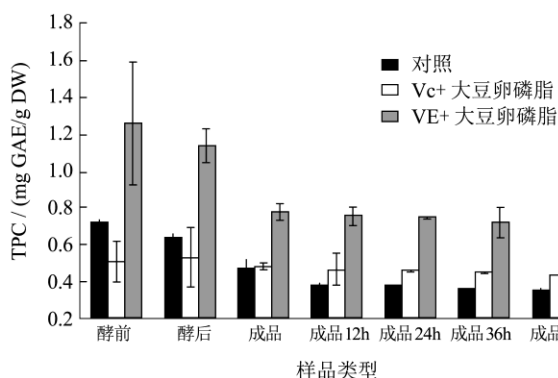


图4 外源抗氧化剂对馒头加工贮藏中多酚含量变化的影响

Fig.4 Effect of exogenous antioxidants on the TPC of steamed bread during processing and storage

注: 结果表示为平均值±标准偏差 (n=3)。

图4为配方中添加了Vc+大豆卵磷脂、VE+大豆卵磷脂与对照加工的馒头在加工及贮藏过程中其多酚含量的变化。结果显示,VE+大豆卵磷脂组和对照组加工的馒头在发酵至蒸制的成品过程其多酚含量均显著降低 ($p<0.05$),馒头成品在贮藏(室温)过程中其多酚含量均较稳定;然而,在馒头配方中添加Vc+大豆卵磷脂,无论在馒头加工还是贮藏过程中其多酚含量变化不显著 ($p<0.05$);并且,VE+大豆卵磷脂组的馒头加工还是贮藏过程中其多酚含量显著高于Vc+大豆卵磷脂组和对照组。

福林-肖卡法不是测定多酚含量的特异方法,测定的结果不仅仅是样品中所有酚类物质的含量,还包括带有酚羟基基团的氨基酸、蛋白质和具有还原能力的维生素也可能被测出^[18]。本试验中,Vc+大豆卵磷脂、

VE+大豆卵磷脂添加于配方中,可能干扰了样品馒头在加工及贮藏过程中其多酚含量的测定结果,对照组与两个处理组的多酚含量差异较大。但是由于福林-肖卡法便捷、易操作、重现性好的特点,已经成为多酚含量测定的常规方法^[19]。

鉴于此,仅研究外源抗氧化剂对内源抗氧化剂多酚含量的影响还不能揭示对馒头品质及货架期的影响,需进一步考察外源抗氧化剂的添加对馒头加工贮藏中抗氧化性的影响,从而揭示外源抗氧化剂和内源抗氧化剂的联合作用对馒头品质及货架期的影响机理。

2.5 外源抗氧化剂对馒头加工贮藏中DPPH自由基清除能力的影响

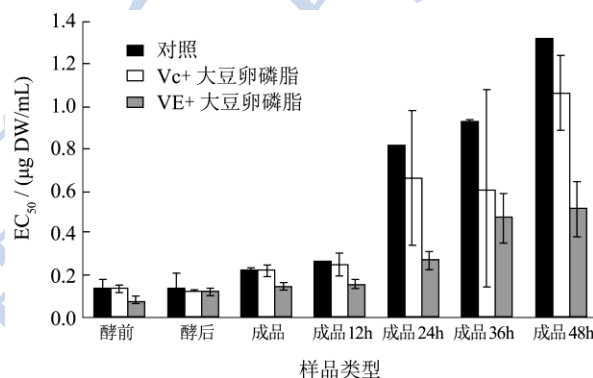


图5 外源抗氧化剂对馒头加工贮藏中EC₅₀的影响

Fig.5 Effect of exogenous antioxidants on the EC₅₀ of steamed bread during processing and storage

注: 结果表示为平均值±标准偏差 (n=3)。

DPPH自由基是含有一个单电子、稳定的自由基,常被用来测定抗氧化物质的自由基清除能力。反应液的吸光值越低,清除DPPH自由基的能力越强,抗氧化性越高^[5]。

图5为配方中添加了Vc+大豆卵磷脂、VE+大豆卵磷脂与对照加工的馒头在加工及贮藏过程中DPPH自由基清除能力的变化。结果显示,三种处理加工的馒头在加工过程其DPPH自由基清除能力变化不显著 ($p<0.05$),基本稳定;而在贮藏过程中其DPPH自由基清除能力变化呈降低显著下降趋势 ($p<0.05$);Vc+大豆卵磷脂与VE+大豆卵磷脂两组加工的馒头在加工及贮藏过程其DPPH自由基清除能力均高于对照组。

2.6 外源抗氧化剂对馒头加工贮藏中铁离子还原能力的影响

铁还原比色法 (FRAP) 是测定样品还原铁离子的能力, 根据反应液吸光值的大小反映出样品的抗氧化性。吸光值越高, 样品还原铁离子的能力越强, 其抗氧化性越高^[20]。

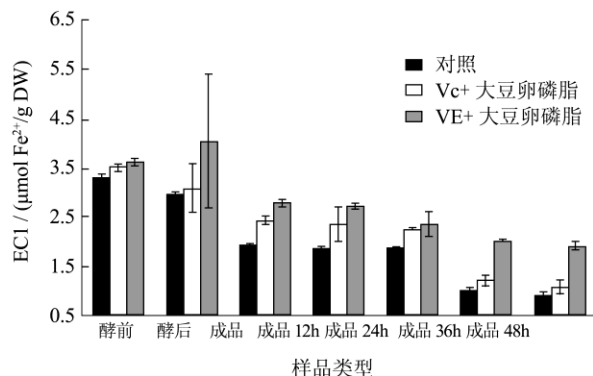


图 6 外源抗氧化剂对馒头加工贮藏中 EC_1 的影响

Fig.6 Effect of exogenous antioxidants on the EC_1 of steamed bread during processing and storage

注: 结果表示为平均值±标准偏差 (n=3)。

图 6 为配方中添加了 Vc+大豆卵磷脂、VE+大豆卵磷脂与对照加工的馒头在加工及贮藏过程中铁离子还原能力的变化。结果显示, 三种处理的馒头在加工与贮藏过程中其铁离子还原能力均呈下降趋势, 且总的下降变化显著 ($p < 0.05$); 但是, Vc+大豆卵磷脂与 VE+大豆卵磷脂两组加工的面包在加工及贮藏过程其铁离子还原能力均高于对照组。

结果说明 Vc+大豆卵磷脂、VE+大豆卵磷脂的添加增强了馒头在加工及贮藏过程中其铁离子还原能力。

通过外源抗氧化剂对馒头加工贮藏中 TPC (图 4)、 EC_{50} (图 5) EC_1 (图 6) 变化的影响结果, 以及得出, 外源抗氧化剂的添加不但增强了馒头加工贮藏中的 DPPH 自由基清除能力、铁离子还原能力, 即抗氧化能力, 而且增加了馒头的比容, 减缓了馒头的老化, 改善了馒头的品质。

众多研究表明^[2, 6, 13-15], 小麦粉的氧化度对面团流变学特性、筋蛋白的形成和馒头加工特性均有影响, 进而影响到馒头的在贮存期内品质的变化。在馒头生产过程中添加抗氧化剂、氧化剂、乳化剂等物质来防止或延缓面包的老化, 改变面筋的筋力, 提高面团的机械加工性能, 改善馒头品质^[21-23]。氧化剂可氧化面粉蛋白质当中的硫氢基团, 形成分子内和分子间二硫键, 并能够诱导蛋白质分子间产生聚合, 使蛋白质分子变得更大, 从而提高了面团的筋力, 使面筋网络结构更加牢固, 馒头的持气性能增强; 但是也会导致面粉蛋白间的交联增加, 使面团的筋力网络结构过强, 延伸性降低, 面团干而发硬; 制品质地过于紧实, 结

构变差, 比容减小, 出品率低, 各项品质不高^[5, 24]。

抗氧化剂可以阻碍面团蛋白质二硫基氧化为硫氢基, 从而降低面团筋力, 使面团具有良好的可塑性和延展性^[5]。在面粉中含有多种抗氧化物质, 多酚是其中之一^[7]。然而, 生产上还经常添加一些外源抗氧化物质来提高制品加工与贮藏过程中的抗氧化性, 防止制品老化, 品质劣变^[5]。Vc、VE 是天然抗氧化物质, 无毒, 具有生物学功能, 对面粉内的成份没有不良反应, 且加工使用量范围广^[5, 20], 故常作为抗氧化剂应用于生产中。

在调制面团中, 卵磷脂作为乳化剂可以促使面筋组织的形成, 增强面筋的保气性, 它与面筋蛋白相互作用时, 强化了面筋的网络结构, 使面团保气性得到改善, 同时也可增加面团的耐揉合性和提高其机械加工性。另外, 卵磷脂也具有抗氧化作用, 与 Vc、VE 复配, 可以达到更好的效果^[24-25]。

本试验中, 加入外源抗氧化剂 Vc 和 VE, 并分别与乳化剂大豆卵磷脂复配, 配合面粉中的内源抗氧化剂多酚, 在馒头加工中, 不但增加了馒头的比容, 而且减缓了馒头的老化, 改善了馒头的品质。

3 结论

本试验研究了外源抗氧化剂对馒头内源抗氧化剂含量及抗氧化性的影响, 探讨了外源抗氧化剂对馒头老化及感官品质的影响。研究表明, Vc+大豆卵磷脂、VE+大豆卵磷脂的添加不但能增强馒头加工贮藏中的 DPPH 自由基清除能力、铁离子还原能力, 即抗氧化性; 而且增加了馒头的比容, 减缓了馒头的老化, 改善了馒头的品质。研究结果对改善馒头的品质、延长其货架期、促进我国主食产业的提供了理论依据。

参考文献

- [1] 李云波, 胡燕. 淀粉质食品的抗老化研究进展[J]. 现代商贸工业, 2009, 10: 272-273
LI Yun-bo, HU Yan. Research progress on retrogradation of starch food [J]. Modern Business Trade Industry, 2009, 10: 272-273
- [2] 赵谋明, 赵秋艳. 对改良剂增大面包体积和提高面包品质的研究[J]. 食品科学, 2000, 5: 23-26
ZHAO Mou-ming, ZHAO Qiu-yan. Study on modifying agent about increasing bread volume and improving bread quality [J]. Food Science, 2000, 5: 23-26
- [3] Pylar E J, Baking Sci and Tech [M], Chicago: Sciebel Publishing Company.
- [4] 熊凤平, 赵亚军. 影响面包老化的因素[J]. 食品与机械, 1998,

- 3:15-16
XIONG Feng-ping, ZHAO Ya-jun. Influencing factors of the staling of the bread [J]. Food and Machinery, 1998, 3: 15-16
- [5] 徐皎云. 新型面包改良剂的研制[D]. 广州: 华南理工大学, 2011
XU Jiao-yun. Study on new type bread improver [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2011
- [6] 王建伟, 温成志, 刘全伟. 几种食品添加剂对面包抗老化及面包品质改良的研究[J]. 粮食加工, 2010, 35(1): 54-56
WANG Jian-wei, WEN Cheng-zhi, LIU Quan-wei. Study on several kinds of food additives about aging-resistant and improving bread quality [J]. Grain Processing, 2010, 35(1): 54-56
- [7] Yu L, Perret J, Harris M, et al. Antioxidant properties of bran extracts from "Akron" wheat grown at different locations [J]. J. Agric. Food Chem., 2003, 51: 1566-1570
- [8] Calliste CA, Trouillas P, Allais DP, et al. Castanea sativa mill. leaves as new sources of natural antioxidant: an electronic spin resonance study [J]. J. Agric. Food Chem., 2005, 53: 282-288
- [9] Benzie IFF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. [J] Anal. Biochem., 1996, 239: 70-76
- [10] 刘斜, 曲法洁. 浅谈馒头生产工艺[J]. 粮油食品科技, 1992, 3: 13-15
LIU Xie, QU Fa-jie. Discussion on production process of steamed bread [J]. Oil and Foodstuffs Technology, 1992, 3: 13-15
- [11] 严晓鹏. 麸皮面包改良剂的研究[D]. 江南大学, 2007
YAN Xiao-peng. Research in recipe of compound additives for bran bread [D]. Jiangnan University, 2007
- [12] Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents [J]. Am. J. Enol. Vitic., 1965, 16, 37(3): 144-158
- [13] 茆艳花, 刘长虹, 黄松伟, 等. 维生素 C 对馒头品质影响的研究[J]. 粮食科技与经济, 2010, 35(6): 43-44
CHANG Yan-hua, LIU Chang-hong, HUANG Song-wei, et al. Study on the effect of vitamin c on steamed bread quality [J]. Grain Science and Technology and Economy, 2010, 35(6): 43-44
- [14] 何雅蔷, 马铁明, 刘钟栋, 等. 复合维生素对面团流变学特性和馒头品质的影响研究[J]. 中国食品添加剂, 2009, 6: 59-66
HE Ya-qiang, MA Tie-ming, LIU Zhong-dong, et al. A study on the influences of compound vitamins to dough rheological property and the quality of steamed bread [J]. China Food Additives, 2009, 6: 59-66
- [15] 林旻. 维生素 C 在食品工业中的应用[J]. 化工之友, 2000, 3: 15
LIN Min. The application of vitamin c in food industry [J]. Friend of Chemical Industry, 2000, 3: 15
- [16] 顾艳丽. 淀粉的老化及抗老化方法[J]. 广西工学院学报, 2006, 17(6): 40-53
GU Yan-lee. Retrogradation and the method of starch anti-aging [J]. Journal of Guangxi University of Technology, 2006, 17(6): 40-53
- [17] 滕晓焕. 大豆卵磷脂对面包品质的影响[J]. 广东轻工职业技术学院学报, 2010, 4: 13-16
TENG Xiao-huan. The effect of soya bean lecithin on bread quality [J]. Journal of Guangdong Industry Technical College, 2010, 9(4): 13-16
- [18] Kapasakalidis PG, Rastall RA, Gordon MH. Extraction of polyphenols from processed black currant (ribes nigrum) residues [J]. J. Agric. Food Chem., 2006, 54: 4016-4021
- [19] Huang DJ, Ou B, Prion RL. The chemistry behind antioxidant capacity assays [J]. J. Agric. Food Chem., 2005, 53: 1841-1856
- [20] 刘延奇, 王永杰. 抗坏血酸/瓜尔豆胶复合作用对玉米淀粉回生特性的影响[J]. 农产品加工学刊, 2011, 8: 21-24
LIU Yan-qi, WANG Yong-jie. Retrogradation of corn starch by ascorbic acid/guar gum compound action [J]. Academic Periodical of Farm Products Processing, 2011, 8: 21-24
- [21] 潘丽军, 方坤, 马道荣, 等. 复合改良剂对馒头低温储藏抗老化效果的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(12): 284-247
PAN Li-jun, FANG kun, MA Dao-rong, et al. Effect of compound improvers on anti-retrogradation of steamed bread after frozen storage [J]. Food Science, 2010, 31(12): 284-247
- [22] 王显伦, 王凤成. 复合乳化剂酶制剂对馒头品质的影响研究[J]. 中国粮油学报, 2006, 21(3): 241-244
WANG Xian-lun, WANG Feng-cheng. Study on the effect of compound emulsifier and enzymic preparation on steamed bread quality [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2006, 21(3): 241-244
- [23] 易诚, 程胜高. 速冻水饺加工工艺及配方研究[J]. 现代食品科技, 2007, 7(23): 55-58
YI Chen, CHENG Sheng-gao. Study on processing technology and formula of fast-frozen dumpling [J]. Modern Food Science and Technology, 2007, 7(23): 55-58
- [24] 滕月斐, 丛琛, 杨磊. 乳化剂影响新鲜及冷冻面团面包品质的研究[J]. 食品科技, 2011, 36(7): 130-135
TENG Yue-fei, CONG Chen, YANG Lei, et al. Study on

- emulsifiers for improved fresh and frozen dough bread quality [J]. Food Science and Technology, 2011, 36(7): 130-135
- [25] 郭焯,林映华,万速文,等.乳化剂在烘焙食品中的应用[J].现代食品科技,2006,3(22):297-298
- GUO Hua, LIN Ying-hua, WAN Su-wen, et al. Application of emulsifier in baking food [J]. Modern Food Science and Technology, 2006, 3(22): 297-298

