

涂膜结合冷藏 对鲜切甘薯抗氧化性的影响

刘 玥,李冉冉,徐梦婷,成纪予*,陆国权

(浙江农林大学农业与食品科学学院,浙江省农产品品质改良技术研究重点实验室,浙江临安 311300)

摘 要:为了保持鲜切甘薯的色泽及抗氧化性,延长其货架期,研究黄原胶、壳聚糖、海藻酸钠及羧甲基纤维素钠涂膜处理对鲜切甘薯贮藏期间色泽及抗氧化性的影响。结果表明,随贮藏时间延长,对照组的褐变程度不断加重,多酚含量和抗氧化活性明显降低;涂膜处理能明显降低褐变程度,防止贮藏后期酚类物质的氧化,从而减缓鲜切甘薯的整体抗氧化能力的下降程度。

关键词:鲜切甘薯,涂膜,色泽,抗氧化性

Effect of coating combined with cold storage on antioxidant activity of fresh-cut sweet potato

LIU Yue, LI Ran-ran, XU Meng-ting, CHENG Ji-yu*, LU Guo-quan

(School of Agriculture and Food Science, Zhejiang Agriculture & Forestry University, The Key Laboratory for Quality Improvement of Agricultural Products of Zhejiang Province, Lin'an 311300, China)

Abstract: In order to preserve the color and antioxidant activity of fresh-cut sweet potato and extend its shelf life, the effects of different types of coating treatment (xanthan gum, chitosan, sodium alginate, and carboxymethyl cellulose sodium) on the color and antioxidant activity of fresh-cut sweet potato during storage were studied. The results showed that the browning degree increased during storage period of blank treatment, and the polyphenol content and the antioxidant activity decreased obviously, but coating treatment could reduce the browning degree markedly, and prevent polyphenol oxidation and delay the decreasing degree of the total antioxidant activity of fresh-cut sweet potato during the late period of storage.

Key words: fresh-cut sweet potato; coating; color; antioxidant activity

中图分类号: TS215

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2014)15-0343-03

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2014.15.067

甘薯 (*Ipomoea batatas* Lam.) 块根营养丰富, 富含淀粉、膳食纤维、维生素、矿物质等组分, 且含有花色苷、黄酮、酚酸等多酚类天然抗氧化成分, 是近年来倍受消费者欢迎的天然保健食品之一^[1]。随着人们的消费态度的转变, 除了传统的食用方法以外, 甘薯亦以方便、卫生的鲜切形式出现在饮食行业和家庭中。但是, 在鲜切过程中, 甘薯中的酚类物质的多酚氧化酶的催化下容易发生酶促褐变, 会引起鲜切甘薯的外观和食用品质的劣变, 严重影响甘薯的营养价值和保健功能^[2]。涂膜处理可以在鲜切果蔬表面形成具有一定阻隔性的膜, 抑制氧化反应、减少水分蒸发、预防微生物侵染, 因此能更好地保持果蔬货架

期内的营养成分及色、香、味、形^[3]。目前, 将涂膜保鲜技术应用于鲜切甘薯的相关研究报道匮乏。本文用几种常见的涂膜剂对鲜切甘薯进行处理, 研究涂膜处理后鲜切甘薯的色泽、酚类物质含量及抗氧化活性的变化, 旨在为保持鲜切甘薯的抗氧化性提供一种可行的方法。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

甘薯, 市售心香品种, 选择新鲜、无虫害、无损伤、无烂斑且大小均一的薯块; 没食子酸、 Fe^{3+} -三吡啶三吡啶 (TPTZ)、2,2'-联氮-二(3-乙基-苯并噻唑-6-磺酸) 二铵 (ABTS)、二苯代苦味酰基自由基 (DPPH)、Folin-酚试剂 均购于美国 Sigma 公司; 羧甲基纤维素钠 (CMC)、海藻酸钠、壳聚糖 (脱乙酰度 $\geq 95\%$)、黄原胶均 购于淄博中轩生化有限公司; 其它试剂均为国产分析纯; 实验用水为蒸馏水。

FW100 高速万能粉碎机 天津市泰斯特仪器有限公司; 紫外可见分光光度计 北京普析通用仪器有限责任公司; HH-4 数显恒温水浴锅 常州国华电

收稿日期: 2014-01-13 * 通讯联系人

作者简介: 刘玥 (1992-), 女, 本科, 研究方向: 农产品贮藏与加工。

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金资助 (CARS-11-B-18); 浙江省自然科学基金 (LY13C200012); 全国大学生创新创业训练计划项目 (201210341004); 浙江省大学生科技创新活动计划 (新苗人才计划) (2012R412003)。

器有限公司;WSC-S 测色色差计 上海精密科学仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 鲜切甘薯的涂膜处理 甘薯洗净去皮,切分为厚度 0.5cm 的薄片,然后分别用 1% 的黄原胶、壳聚糖、海藻酸钠及羧甲基纤维素钠涂膜液浸泡处理 2min,取出风干后装入塑料盒中,用 PE 薄膜密封,在 5℃ 下进行贮藏。同时用蒸馏水处理作对照。每 2d 取样 1 次,记录和检测颜色的变化,然后将样品采用液氮冷冻,贮存于 -80℃,备用。各项指标测定重复 3 次。

1.2.2 鲜切甘薯的褐变程度 鲜切甘薯贮藏期间每 2d 取样 1 次,用色差计测定其 L、a、b 值,计算 ΔE 值^[4],计算公式为: $\Delta E = [(L-L_0)^2 + (a-a_0)^2 + (b-b_0)^2]^{0.5}$,其中 L_0 、 a_0 、 b_0 均为甘薯新切分时的色泽值。 ΔE 值越大,颜色变化程度越大,表明褐变程度越严重^[5]。

1.2.3 多酚的提取与含量测定 称取 5g 甘薯冷冻样品,加 50mL 80% 甲醇溶液在 65℃ 水浴中搅拌提取 2h,提取液经过滤后定容至 50mL,用于测定总酚含量和抗氧化活性。

总酚含量的测定采用 Folin-Ciocalteu 法^[6]。取 1mL 提取液,加 1mL 1mol/L Folin-Ciocalteu 试剂,混匀,加入 3mL 20% Na_2CO_3 溶液,定容至 10mL,充分混匀,37℃ 水浴 10min 后,在 760nm 处测定吸光值。实验结果以没食子酸(GA)当量表示。通过没食子酸标准曲线($y = 2.8062x + 0.2196$, $R^2 = 0.9960$)计算出总酚含量(mg GAE/g 样品)。

1.2.4 清除 DPPH· 自由基的测定 准确吸取 0.3mL 提取液与 2.7mL 0.2mmol/L DPPH 试剂充分混合均匀,避光反应 30min 后,在 515nm 处测定吸光值 A_1 ;同时用甲醇做空白对照,测定吸光值 A_0 ^[7]。DPPH 自由基清除率(%) 计算公式为:清除率 = $[(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$ 。

1.2.5 清除 ABTS⁺· 自由基的测定 ABTS⁺· 溶液的制备^[8]:取 440μL 浓度为 140mmol/L 的过硫酸钾溶液加入到 25mL 浓度为 7mmol/L 的 ABTS 溶液中混合,避光反应 12~16h。测定前用无水乙醇将 ABTS⁺· 溶液稀释吸光值为 0.700 ± 0.002 (734nm)。准确吸取 0.3mL 提取液与 2.7mL ABTS⁺· 溶液充分混合均匀,室温反应 10min,在 734nm 处测定吸光值 A_1 ,同时用蒸馏水做空白对照,测定吸光值 A_0 。ABTS⁺· 自由基清除率(%) 计算公式为:清除率 = $[(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$ 。

1.3 数据分析

采用 Excel 和 SPSS15.0 软件进行数据处理和统计分析。测定结果用平均值 ± 标准偏差 (means ± SD) 表示,实验数据采用 ANOVA 分析并进行邓肯 (Duncan) 差异分析, $p < 0.05$ 为显著。

2 结果与分析

2.1 涂膜处理对鲜切甘薯褐变程度的影响

褐变是决定鲜切甘薯品质优劣的重要感官指标之一。新鲜甘薯被切分后,由于组织被破坏,会加速

鲜切甘薯贮藏期间的褐变程度,这也是限制鲜切甘薯加工的重要问题。鲜切甘薯经可食性涂膜处理后,其褐变程度的变化如图 1 所示,结果表明,鲜切甘薯的褐变程度随贮藏时间延长不断加重,但黄原胶、壳聚糖、海藻酸钠和羧甲基纤维素钠涂膜处理对鲜切甘薯的褐变均有一定的抑制作用,与对照褐变程度相比,贮藏至第 12d 分别减少 36.66%、46.06%、58.28% 和 46.17%,显著地阻止了鲜切甘薯的褐变 ($p < 0.05$)。其中,海藻酸钠组处理的褐变程度变化最小,说明海藻酸钠处理能较为有效地抑制鲜切甘薯的褐变。

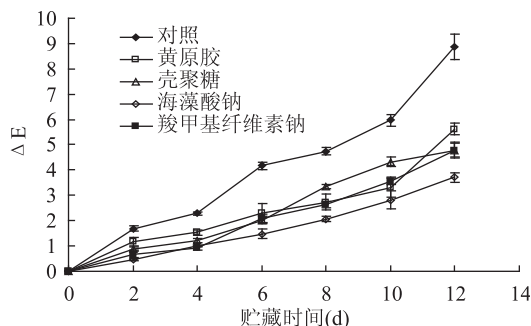


图 1 鲜切甘薯贮藏过程中褐变程度的变化

Fig.1 Change of browning degree of fresh cut sweet potato during storage

2.2 涂膜处理对鲜切甘薯多酚含量的影响

酚类物质是植物体内重要的次生代谢物,不仅对植物的品质、色泽、风味和抗逆性有一定的影响,而且具有天然的抗氧化活性,在一些植物中是发挥抗氧化作用的主要成分^[9]。因此,研究贮藏过程中酚类物质含量的变化规律对于调控鲜切果蔬的品质具有重要意义。不同涂膜处理后鲜切甘薯的多酚含量变化如图 2 所示,结果表明,多酚含量随贮藏期延长呈现先略微上升后逐渐下降的趋势。贮藏 12d,对照组的酚类物质下降最为明显,由最初的 42.31mg/g 降至 28.09mg/g,仅保留 66.38% 的酚类物质;涂膜处理有效地抑制了多酚含量的下降速度 ($p < 0.05$),黄原胶、壳聚糖、海藻酸钠和 CMC 涂膜后鲜切甘薯的酚类物质分别保留 78.42%、84.64%、89.96%、87.37%,其中,海藻酸钠涂膜对酚类物质的保留程度最大,其次为羧甲基纤维素钠涂膜。

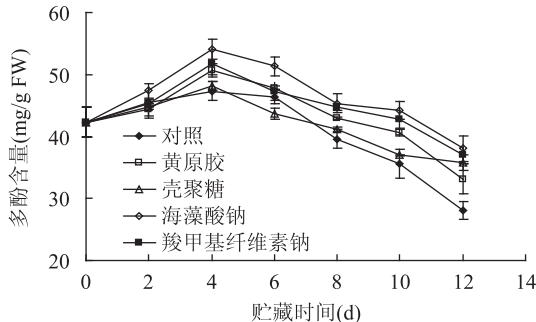


图 2 鲜切甘薯在贮藏过程中多酚含量的变化

Fig.2 Change of total phenolic of fresh cut sweet potato during storage

2.3 涂膜处理对鲜切甘薯抗氧化活性的影响

鲜切甘薯在贮藏过程中对 DPPH· 和 ABTS⁺· 自由基的清除能力如图3所示。结果表明,鲜切甘薯自由基清除能力在不断下降,空白对照组下降明显,经涂膜处理后能保持较高的自由基清除率。贮藏至第12d 时,对照组的 DPPH· 自由基清除率为40.54%,而黄原胶、壳聚糖、海藻酸钠和羧甲基纤维素钠涂膜组分别为 58.87%、60.01%、61.51% 和 54.36%,均显著高于对照组 ($p < 0.05$);对照组的 ABTS⁺· 自由基清除率为34.96%,而黄原胶、壳聚糖、海藻酸钠和羧甲基纤维素钠涂膜组分别为 47.73%、46.12%、49.07% 和 52.01%,均显著高于对照组 ($p < 0.05$)。表明鲜切甘薯的抗氧化活性随贮藏时间的延长而不断降低,涂膜处理能明显地延缓其抗氧化活性的下降速度。

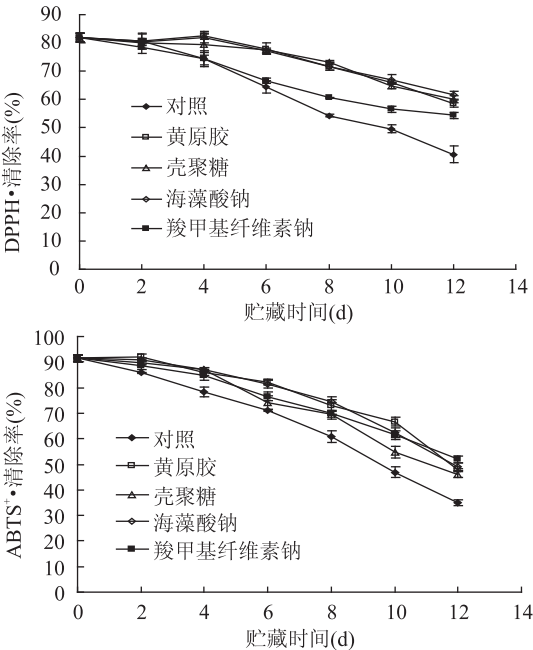


图3 鲜切甘薯在贮藏过程中清除 DPPH· 和 ABTS⁺· 能力的变化

Fig3 Changes of DPPH· and ABTS⁺·

scavenging activities of fresh cut sweet potato during storage

2.4 相关性分析

鲜切甘薯的褐变程度、多酚含量与抗氧化活性之间的相关性分析结果如表 1 所示。褐变程度与多酚含量之间的相关系数为-0.92,呈显著负相关;褐变程度与 DPPH· 和 ABTS⁺· 清除率之间的相关系数分别为-0.98 和-0.95,表明鲜切甘薯贮藏过程中的褐变程度与其抗氧化活性之间呈显著负相关;多酚含量与 DPPH· 和 ABTS⁺· 自由基清除率之间的相关系数分别为0.88 和0.87,表明鲜切甘薯多酚含量与其抗氧化活性之间呈显著正相关。由此可见,多酚是甘薯中重要的抗氧化物质,多酚含量越高抗氧化活性越强;褐变程度越大多酚含量越低,说明多酚是甘薯褐

变的主要物质。

表1 鲜切甘薯的褐变程度、多酚含量与抗氧化活性之间的相关性

Table 1 Correlation between browning degree, total phenolic and antioxidant capacity of fresh cut sweet potato

	褐变程度	多酚含量	DPPH·	ABTS ⁺ ·
褐变程度	1.00	-0.92 **	-0.98 **	-0.95 **
多酚含量	-0.92 **	1.00	0.88 **	0.87 *
DPPH·	-0.98 **	0.88 **	1.00	0.98 **
ABTS ⁺ ·	-0.95 **	0.87 *	0.98 **	1.00

注: * 表示显著 ($p < 0.05$), ** 表示极显著 ($p < 0.01$)。

3 结论

多酚物质既是鲜切甘薯褐变的主要底物,又是主要的抗氧化物质。因此,在贮藏过程中鲜切甘薯的多酚含量因发生褐变而减少,从而使抗氧化活性不断降低,经可食性涂膜处理后,能明显地降低其褐变程度,维持较高的多酚含量和抗氧化活性。

参考文献

[1] 张启贵,魏梓芳,杨婷婷,等.不同品种甘薯汁抗氧化活性的研究[J].食品工业科技,2012,33(22):119-122.

[2] 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.

[3] Falguera Víctor, Quintero Juan Pablo, Jiménez Alberto, et al. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use[J].Trends in Food Science & Technology,2011,22:292-303.

[4] Rocculi P, Galindo FG, Mendoza F, et al. Effects of the application of anti-browning substances on the metabolic activity and sugar composition of fresh-cut potatoes [J]. Postharvest Biology and Technology,2007,43(5):151-157.

[5] 段欣,薛文通,张惠.浸糖工艺对鲜切甘薯片护色效果的研究[J].食品科技,2009,34(8):29-31.

[6] Pinelo Manuel, Zeuner Birgitte, Meyer Anne S. Juice clarification by protease and pectinase treatments indicates new roles of pectin and protein in cherry juice turbidity[J].Food and Bioproducts Processing,2010,88(2-3):259-265.

[7] Gorinstenin Shela, Haruenkit Ratiporn, Park Yong-Seo, et al. Bioactive compounds and antioxidant potential in fresh and dried Jaffa sweeties, a new kind of citrus fruit[J].Journal of the Science of Food and Agriculture,2004,84:1459-1463.

[8] Re Roberta, Pellegrini Nicoletta, Progettante Anne, et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay[J].Free Radical Biology & Medicine,1999,26:1231-1237.

[9] Zhang Lihua, Yang Xuemei, Zhang Yuanhu, et al. In vitro antioxidant properties of different parts of pomegranate flowers [J]. Food and Bioproducts Processing,2011,89(3):234-240.