

文章编号: 1673 1689(2010)05-0704-06

热风干燥红甜椒粒前处理的护色研究

江玲¹, 张懋^{*1}, 孙金才²

(1. 食品科学与技术国家重点实验室, 江南大学, 江苏 无锡 214122; 2. 浙江海通集团食品有限公司, 浙江 慈溪 315300)

摘要: 研究了热烫处理和添加各种抗氧化剂对于甜椒粒贮藏过程中颜色的影响。结果表明, 热烫对于甜椒色素在贮藏期内的稳定有很好的作用, 以 90 °C 热烫 2 min 的效果最好; 抗氧化剂的添加对于颜色的稳定性有明显的保护作用, 两种抗氧化剂的协同作用效果更明显, 其中以 TBHQ 和 VC 复合的作用效果最好。

关键词: 干燥; 甜椒粒; 护色; 热烫; 抗氧化剂

中图分类号: S 37

文献标识码: A

Colour Protection of the Hot Air Drying Red Bell Pepper

JIANG Ling¹, ZHANG Min^{*1}, SUN Jir cai²

(1. State Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Zhejiang Haitong Food Company, Cixi 315300, China)

Abstract: In this manuscript, the effect of blanching and addition of antioxidant treatment to the colour of red bell pepper during the storage were carefully studied by single factor experiment. Based on the results, the following conclusions could be made: (1) blanching has good effect on the pigments, 90 °C 2 min is the optimum pretreatment condition, (2) the addition of antioxidant could maintain the stability of the red colour, (3) the combination of TBHQ and Vc shown a more synergistic effect on red bell pepper.

Key words: drying, red bell pepper, colour protection, blanching, antioxidant

甜椒(*capsicum frutescens* L. Var. *grossum* sendt.) 属于茄科辣椒属植物, 在我国各地均有栽培^[1], 由于其营养丰富、口味独特受到广大消费者的喜欢。新鲜的红甜椒极易腐烂不易贮藏, 因此红甜椒通常被制成脱水甜椒粒, 便于长期保藏^[2], 被广泛用于混合食品、即食汤料中或者被加工成调料品。

脱水干制是最传统的食品保藏方法之一。由于水分含量很低, 贮藏期相对较长, 但是在贮藏过程中仍会发生理化变化, 使得产品质量下降, 最主要的就是颜色的褪变, 导致消费者难以接受。干制品的质量不仅取决于干燥工艺条件, 还受干燥前后的其它处理过程的影响。因此, 对于热风干燥的产品进行必要的预处理, 尽量减少干燥过程带来的负

收稿日期: 2009-02-30

基金项目: 国家自然科学基金项目(20776062)。

* 通信作者: 张懋(1962-), 男, 浙江平湖人, 工学博士, 教授, 博士生导师, 主要从事农产品加工的研究。

Email: min@jiangnan.edu.cn

面影响就显得十分重要。

红甜椒中主要的色素与辣椒相似,主要有辣椒红素、辣椒玉红素、黄质素、玉米黄质和叶黄素等,这些色素属于类胡萝卜素,容易受外界条件的影响而发生变化^[3]。高蓝等研究发现,由热和光引起的色素氧化降解是辣椒工业中的一个重要问题,与品种本身的遗传性、加工及贮藏条件有关。降解的机理有很多,例如偶合氧化、缓慢氧化、光的催化降解等^[4]。

目前关于干燥辣椒颜色的研究相对较少,Ibrahim Doymaz, Mehmet Pala 等通过浸泡油酸乙酯和碳酸钾溶液对辣椒进行护色,护色效果很好,而且该处理提高了干燥速度^[5]。但是油酸乙酯对于人体有一定的危害,很多国家限量或者禁止添加。因此,本实验的主要目的就是根据甜椒粒变色的主要原因,寻找一种安全、简单的护色方法,保证干燥甜椒粒的颜色在贮藏期内的稳定。

1 材料与方 法

1.1 材料与设备

红甜椒:购于无锡市雪浪菜市场;热泵除湿干燥箱(非标):上海桑菱环境能源研究所产品;烘箱:上海跃进医疗器械厂生产;721型分光光度计:上海第三分析仪器厂生产;全自动测色色差计(kangguang@SC-80C):上海精密仪器有限公司。

1.2 试验流程及方法

1.2.1 试验流程 原料→清洗→切粒→热烫护色→冷却→干燥→包装

1) 甜椒洗净后切割成8 mm×8 mm的正方粒状; 2) 对甜椒粒进行护色处理,处理后进行漂洗; 3) 沥干水后,将甜椒粒放入干燥箱内干燥,条件设为70℃; 4) 干燥好的甜椒粒包装在聚乙烯袋内,置于45℃烘箱中贮藏。每隔一段时间进行样品指标测定,每个样品重复3次。

1.2.2 样品护色方法 护色液的选择很重要,本着安全简单的原则,选择如下的几种护色液:抗坏血酸(Vc)、柠檬酸、植酸、乙二胺四乙酸(EDTA)以及油脂类抗氧化剂特丁基对苯二酚(TBHQ)和2,6-二叔丁基对甲酚(BHT)。护色的形式为浸泡和热烫2种。

浸泡处理即将甜椒粒于各种护色液中浸泡30 min。

热烫处理即将甜椒粒置于护色液中热烫。本试验设计了3组不同的热烫条件,低温长时间和高温短时热烫,分别为:65℃下5 min、80℃下3 min

和90℃下2 min。

1.2.3 试验安排 本试验一共分为3组实验,每个处理做3次重复试验。

首先进行热烫预处理试验,通过热烫处理组与未处理组的比较,确定热烫的效果和最佳的热烫条件。然后根据前面得到的最佳热烫条件,采用热烫和浸泡处理,接着进行抗氧化剂的选择和优化试验,得出对于色素稳定效果最好的抗氧化剂种类和配比。最后讨论一下较好的护色处理对于甜椒粒营养成分的影响。

1.3 试验测定方法

1.3.1 水分测定 105℃烘箱干燥法

1.3.2 可提取辣椒红色素含量的测定

根据美国香料贸易协会的颜色值(ASTA-20.1方法)来判断甜椒粒颜色的强度。准确称取0.07 g~0.11 g样品置于100 mL丙酮中,于黑暗中浸提16 h。测定提取液460 nm下的吸光度。色价按下面的公式进行计算^[6]。

$$ASTA20.1 = \frac{A_{460\text{ nm}} \times 16.4 \times I}{W(\text{g})}$$

其中 $A_{460\text{ nm}}$ 为提取液460 nm下的吸光度, I 为校正因数(1), $W(\text{g})$ 为样品的重量。

1.3.3 色差测定 将甜椒粒磨成粉状,测定其色差值。

1.3.4 VC含量的测定 根据张丙春等研究的2,6-二氯酚反滴定法进行测定^[7]。

1.3.5 蛋白质含量的测定 采用考马斯亮蓝染色的方法进行测定^[8]。

2 结果与讨论

2.1 热烫预处理结果

选择热烫处理作为一个关键步骤,是因为热烫可以杀灭酶的活性、排除组织中的空气、减少残留在产品表面的微生物。这些作用对于消除影响甜椒粒质量的酶、微生物以及氧气均起到了很好的作用,提高了甜椒粒的卫生质量和色素稳定。

根据之前的研究可知^[9],早期的酶失活对甜椒粒的质量,主要是颜色和微生物起着重要的作用,其中多酚氧化酶和脂肪氧合酶都与色素的稳定性有直接的联系。这两种酶都属于不耐热型酶,而且在甜椒中的含量都相对较低,热烫较容易使其失活,所以本组试验采用高温短时(90℃热烫2 min和80℃热烫3 min)和低温长时(65℃热烫5 min)2种方法进行热烫处理。

图1为热烫组与未处理对照组贮藏过程中 a 值

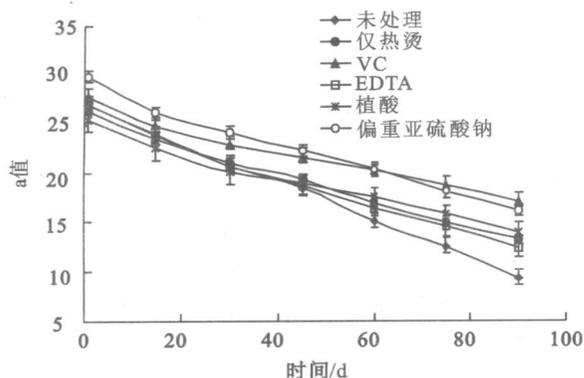


图1 热烫处理后 a 值变化曲线

Fig. 1 Curve of a value under different blanching conditions

的变化曲线, 每个处理均做3个重复, 数据取3次重复平均值。从图中可以看出, 热烫处理对于色素有一定的损失, 初始 a 值中未处理组最高, 在贮藏期的前期各组 a 值的变化趋势基本一致, 外观颜色没有太大差异, 数据存在重叠现象, 但是随着时间的延长, 各组的差距慢慢变大, 到贮藏后期, 90 °C 热烫 2 min 组的 a 值明显较其他组大, 变化趋势明显要较其他组缓慢, 其中对照组的降解最快, 红色损失最严重, 其次为 65 °C 热烫 3 min。由此可见, 在红色的稳定方面, 热烫确实起到了一定的作用, 红色损失明显较未处理的对照组少。

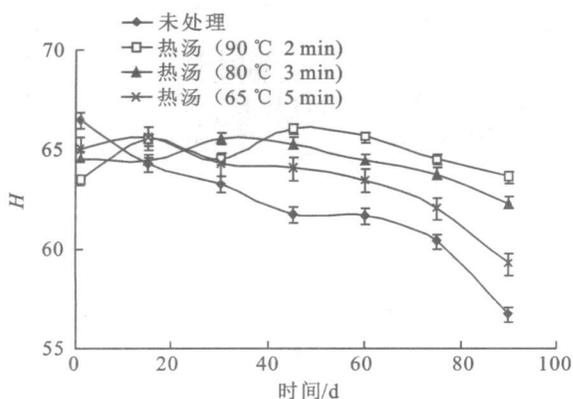


图2 热烫处理后 H 值变化曲线

Fig. 2 Curve of H value under different blanching conditions

H 值反映的是甜椒粒的整体颜色感觉, 数值越大越红, 反之越黄。从图 2 中可以看出, 一开始时 H 值相差不大, 感官上看不出来差别, 但是随着贮藏时间的延长, 差距逐渐增大, 其中 90 °C 热烫 2 min 组和 80 °C 热烫 3 min 组的 H 值最大, 感官颜色上要明显红于其他组, 更接近于贮藏初始的颜色。

总色差(TCD)表示的是色素总量的变化规律, 从图 3 中可以看出较明显的差距, 90 °C 热烫 2 min

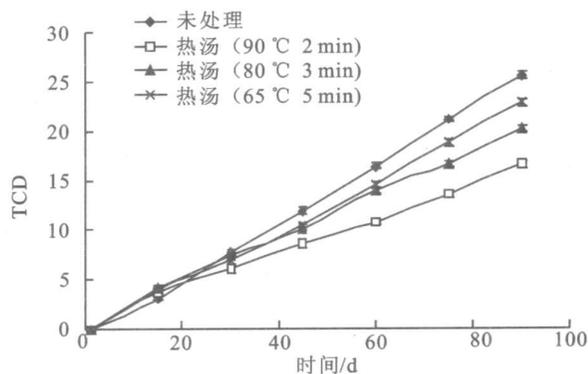


图3 热烫处理后 TCD 值变化曲线

Fig. 3 Curve of TCD value under different blanching conditions

组的 TCD 损失最慢, 也就是色素损失最少, 该组的护色效果最好。其他两个热烫组的效果均没有 90 °C 的好, 原因主要是热烫不彻底, 酶活没有完全杀灭, 为后期的颜色稳定性留下了隐患。

从上面的色差结果中可以看出, 热烫对于甜椒粒贮藏过程中的颜色有很好的稳定作用, 降低了颜色降解的速度。热烫的这些效果主要归因于, 各种酶活和微生物的杀灭以及组织中空气的去除, 这些作用为后期的颜色稳定起到了重要的作用。

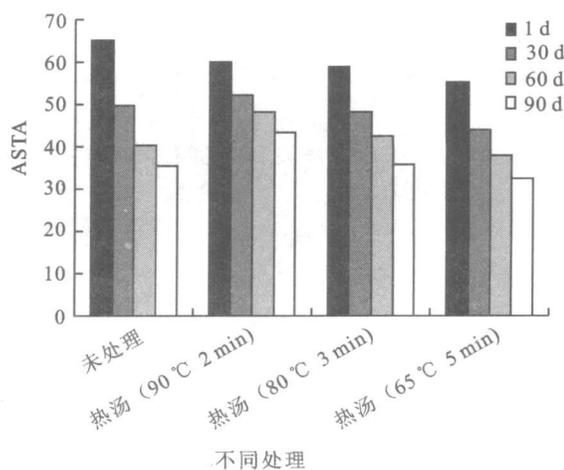


图4 ASTA 值变化曲线

Fig. 4 Curve of ASTA value under different blanching conditions

从图 4 中可以明显看出, 各组 ASTA 值的差距较大。贮藏末期, 90 °C 热烫 2 min 组要明显好于未处理和其他热烫组, 可见热烫对于色素的稳定起了增强作用, 但是热烫条件的选择很重要, 条件不合理, 会导致色素很大的损失, 例如图中的 65 °C 热烫 5 min 组, 色素降解速度比未处理组还快。

通过热烫组的试验可以看出将热烫对于色素有一定的稳定作用, 确定了热烫作为前处理的可行性, 并确定了最佳的热烫条件, 即将甜椒切割好后

90℃下热烫 2 min。热烫存在的一个弊端就是, 热烫对色素的损失, 会导致初始的颜色较未处理组的浅, 为了尽量减少热烫的损失, 考虑进行抗氧化剂的添加, 热烫与抗氧化剂共同作用于甜椒粒。

2.2 抗氧化剂的选择及复配

根据前面确定的最佳热烫条件, 通过添加抗氧化剂保护色素, 考虑到抗氧化剂的渗入效果, 处理过程先浸泡在抗氧化溶液中 20 min, 然后进行热烫, 下面即各种抗氧化剂作用效果的比较。本组中选择了偏重亚硫酸钠作为一个对照, 因为亚硫酸盐的护色效果很好, 但是由于其安全性而被排除在外, 希望可以找到能够代替亚硫酸盐的抗氧化剂。试验安排如下表所示。

表 1 抗氧化剂配方

Tab. 1 Combination of different antioxidants

抗氧化剂种类	处理条件
未处理组	
热烫组	90℃自来水中热烫 2min
VC	配置 0.1% VC 溶液
植酸	配置 0.03% 植酸溶液
EDTA	配置 0.5% EDTA 溶液
偏重亚硫酸钠	配置 0.02% 偏重亚硫酸钠溶液

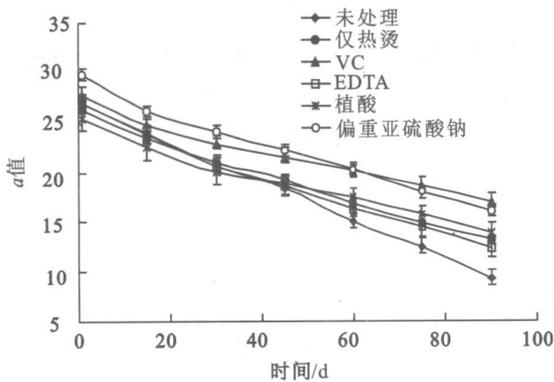


图 5 各种抗氧化剂处理后 a 值的变化曲线

Fig. 5 Curve of a value with different antioxidants treatment

上图为经过不同抗氧化剂处理后贮藏期内 a 值的变化曲线。各组的初始值存在一定的差距, 其中偏重亚硫酸钠最好, 其余组差距不大。前期的下降趋势差不多, 但是随着时间的延长, 尤其是到了中后期, 差距逐渐出现, 其中未处理组的值最低, 下降速度明显要比其他组快; VC 和偏重亚硫酸钠的护色效果是所有组中最好的, a 值比仅热烫组要高, 下降趋势要慢; 植酸和 EDTA 的护色效果不是很理想, 所以本组可以得出 VC 的护色效果与偏重亚硫酸

酸钠相似, 成为本组中最理想的护色剂。

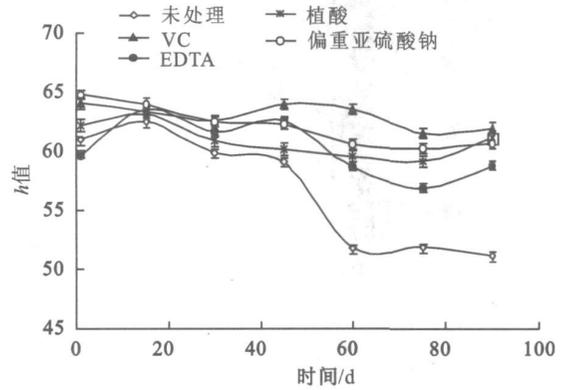


图 6 各种抗氧化剂处理后 h 值的变化曲线

Fig. 6 Curve of H value with different antioxidants treatment

图 6 中列出了 h 值的变化, h 值从一定程度上可以反映出感官颜色的差异性。从图中可以看出, 除了未处理组有很大的差距外, 其他处理的 h 值一般都在 60~65 之间, 差异不是很大。后期未处理组的 h 值降到了 50 左右, 这个颜色感官上已经很难接受了。

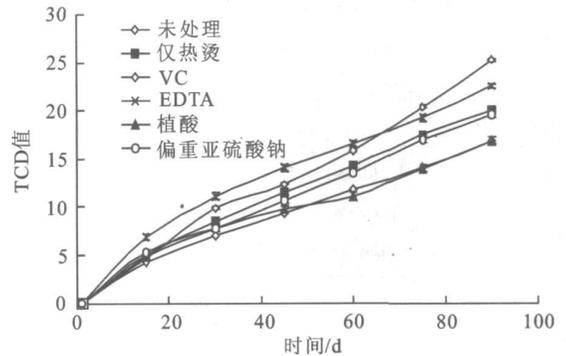


图 7 各种抗氧化剂处理后 TCD 值的变化曲线

Fig. 7 Curve of TCD value with different antioxidants treatment

图 7 中所示的即各种抗氧化剂对 TCD 值的影响, 从图中可以明显看出抗氧化剂的作用效果, 所有组中未处理组的降解速率最快, 到贮藏的末期可以达到 30% 左右, 也就是色素损失最多, 而添加抗氧化剂的各组中 VC、植酸和偏重亚硫酸钠较好, 色素最稳定。

从图 8 中可以看出, 添加抗氧化剂组的总色素的损失明显要小于未处理组, 所以推出本组添加的抗氧化剂对于甜椒里的色素起到了稳定的作用。

RG Ladron de Guevara 等于 2002 年研究表明, 迭迭香提取物对于辣椒颜色的稳定起到了很好作用^[10], 本文与他的研究结果基本上一致, 从这组抗氧化剂选择试验中可以明显的比较出, 抗氧化

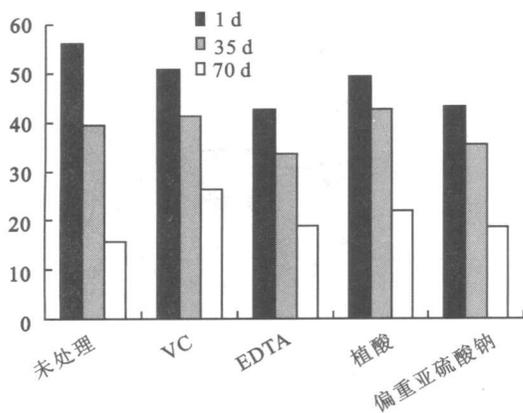


图8 抗氧化剂处理后贮藏中ASTA值的变化趋势

Fig. 8 Curve of ASTA value with different antioxidants treatment

剂的添加对于甜椒的颜色确实起到保护的作用,其中VC的作用对于色素的保存是最好的。下面的试验中选择了油脂类抗氧化剂,防止甜椒中脂肪酸的降解,从而更好地保护色素,并添加本组效果最好的VC进行复配,观察复配抗氧化剂的效果。

2.3 复配抗氧化剂效果比较

复配抗氧化剂的好处就在于可以互相弥补各种抗氧化剂的不足,从而对色素起到更全面的保护。本实验主要是采用油脂型抗氧化剂与水溶性抗氧化剂复合,按照国标中的添加剂限量标准,复配抗氧化剂配比如表2所示。

表2 复配抗氧化剂护配方

Tab. 2 Compounds of different antioxidants

抗氧化剂种类	处理条件
TBHQ	配成 0.02% 的溶液
BHT	配成 0.02% 的溶液
TBHQ+ VC	配成 0.02% TBHQ+ 0.2% VC 的溶液
BHT+ VC	配成 0.02% 的溶液
VC+ 柠檬酸	配成 0.2% VC+ 0.005% 柠檬酸的溶液
VC	配成 0.2% 的溶液

如图9中所示,从a值的变化中可以看出,复配抗氧化剂的效果要好于单独使用一种抗氧化剂,VC加柠檬酸要较单独使用VC效果好,所有组中以TBHQ与VC的配伍对a值的保护效果最好,BHT与VC,VC和柠檬酸的配合作用效果也不错,处于中间水平。

从图10中H值的变化曲线可以看出,各组初始的颜色差距不大,但是到了贮藏后期,BHT组的颜色最浅,其次为BHT与VC的结合组,最好的颜色为TBHQ与VC的组合,颜色变化最小。

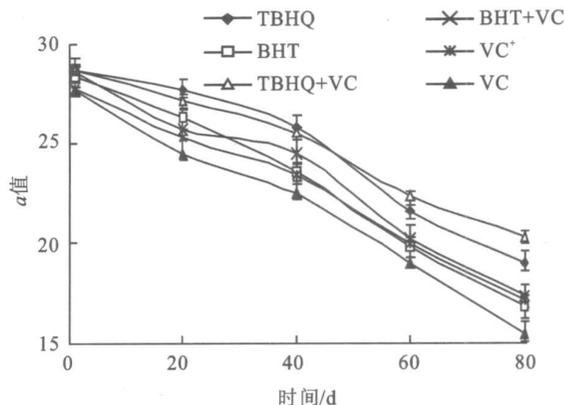


图9 复配抗氧化剂组的a值变化曲线

Fig. 9 Curve of a value with different antioxidants compounds treatment

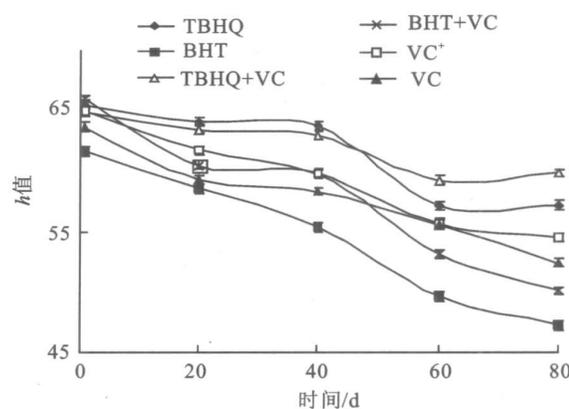


图10 复配抗氧化剂组的h值变化曲线

Fig. 10 Curve of H value with different antioxidants compounds treatment

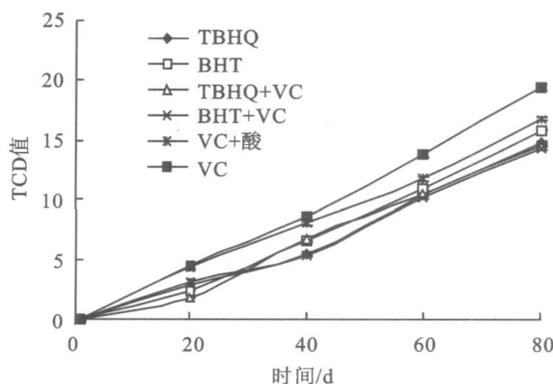


图11 复配抗氧化剂组的TCD降解曲线

Fig. 11 Curve of TCD value with different antioxidants compounds treatment

从图11中可以看出,除了VC组在贮藏的后期降解较大,其余各组的TCD值变化趋势差距不大,对于TCD的稳定效果都不错。

综合上面各图的结论,可以得出组合抗氧化剂的效果好于单独使用一种,其中最佳组合抗氧化剂为TBHQ与VC,BHT与VC组合效果也很好。

2.4 护色处理对营养成分的影响

根据前面试验得出的有效护色处理方法,本组试验对各种处理后的甜椒粒中各营养物质的含量进行测定,从而得出各种护色处理对营养成分的影响。

表3为经过5个月的常温贮藏后,甜椒粒中VC和蛋白质的含量。通过数据的比较可以明显看出,护色处理对于甜椒粒中的营养物质不但没有破坏,而且具有很明显的保护作用。热烫过程虽然导致了一定的VC和蛋白质损失,但是由于去除了后期氧化的隐患,以及添加的各种抗氧化剂的作用,在贮藏过程中保护了营养物质,使得后期的营养物质含量明显高于未处理组。

表3 不同处理后甜椒粒中Vc和蛋白质含量的变化

Tab. 3

不同护色处理	100 g 样品中质量/mg	100 g 样品中蛋白质质量/mg
未处理	556.10	3.84
90℃热烫2min	614.56	3.79
VC+ 柠檬酸	670.59	4.02
TBHQ+ VC	746.92	5.94
BHT+ VC	653.72	4.87

3 结 语

从本文的实验中可以得出以下结论。首先,在甜椒粒干燥的前期,先经过90℃的热烫2min的处理,对于保证甜椒粒的卫生质量、去除组织中的氧气、杀灭各种酶活都有很好的作用;其次,浸入抗氧化剂溶液中浸泡20min,将抗氧化剂添加到甜椒粒中,可以增加甜椒粒的抗氧化性,对于干燥过程以及贮藏过程中的氧化都起到了一定的保护作用;再次,抗氧化剂的选择最好选用油脂型抗氧化剂和水溶性抗氧化剂的复配,保证色素底物脂肪酸的稳定,从而更好地保证甜椒粒贮藏过程中的颜色稳定;另外,热烫处理和抗氧化剂的加入对于甜椒粒的营养物质也起到了很好的保护作用。

参考文献(References):

- [1] 吴永兰. 甜椒红色素的提取及性质的研究[J]. 精细化工中间体, 2005(35): 62- 65
WU Yong lan The Extraction of the red pigment from sweet pepper and the study of its propertie[J]. **FINE CHEMICAL INTERMEDIATES**, 2005(35): 62- 65. (in Chinese)
- [2] 李华. 脱水甜椒粒加工技术及市场价值[J]. 加工技术, 2005(11): 40- 41.
LI Hua. The processing technonlogy and market prospect of the dehydration of sweet pepper[J]. **processing technology**, 2005(11): 40- 41. (in Chinese)
- [3] 金青哲, 齐策, 王兴国等. 辣椒红色素的分离及光稳定性研究[J]. 食品与生物技术学报, 2007(2) 26: 53- 57.
JIN Qing zhe, QI ce, Wang xing guo et al. Study on the separation and photostabil ity of the paprika pigments[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2007(2) 26: 53- 57. (in Chinese)
- [4] 高蓝, 李浩明. 辣椒类胡萝卜素在加工及贮存中的变化[J]. 中国食品添加剂, 1995(2): 10- 13.
GAO Lan, LI Haor ming. Changes of carotenoid in capsicum during processing and storage[J]. **China Food Additives**, 1995 (2): 10- 13. (in Chinese)
- [5] Ibrahim Doymaz, Mehmet Pala et al. Hot- air drying characteristics of red pepper[J]. **Journal of Food Engineering**, 2002 (55) : 331- 335.
- [6] Official analytical method of the American Spice Trade Association, 2ndEd, Englewood Cliffs, NJ: AST A; 1968.
- [7] 张丙春, 聂燕等. 水果、蔬菜有色浸提液中Vc的测定一反滴定法[J]. 食品研究与开发, 2001(3) 22: 54- 55.
ZHANG Bing chun, NIE Yan. The mensuration of the coloured solution of fruit and vegetable Opp titration method[J]. **Food Research and Development**, 2001(3) 22: 54- 55. (in Chinese)
- [8] 陈建勋, 王晓峰. 植物生理学试验指导[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2002. 54- 55.
- [9] Ute Schw eigert, Andreas Schieber et al. Inactivation of peroxidase, polyphenoloxidase, and lipoxygenase in paprika and chili powder after immediate thermal treatment of the plant material[J]. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, 2005(6): 403- 411.
- [10] RG Ladron de Guevara et al. Effect of adding natural antioxidants on colour stability of paprika[J]. **Journal of the science of food and agriculture**, 2002(82): 1061- 1069.

(责任编辑: 杨萌)