

蔬菜保鲜过程中营养成分的变化

黄国霞¹, 钟运技², 陈铁英², 李军生¹, 古文河¹, 张倩¹

(1. 广西工学院生物与化学工程系, 广西柳州 545006) (2. 柳州市产品质量监督检验所, 广西柳州 545001)

摘要: 研究了营养液培养的方法对延长蔬菜保鲜的作用, 并对保鲜期间蔬菜的维生素 C、可滴定酸、亚硝酸盐和微量元素镁和铁进行含量测定。结果发现本实验所使用的营养液对延长蔬菜保鲜时间有明显作用, 上海青保鲜 25 d 之内仍可食用, 菜花的保鲜期为 15 d。维生素 C、可滴定酸、亚硝酸盐测定结果显示, 使用营养液储存的蔬菜维生素 C 和可滴定酸含量均高于对照组, 亚硝酸盐含量则低于对照组。微量元素测定结果显示, 采摘后的上海青和菜花仍可吸收营养元素。

关键词: 蔬菜; 保鲜; 营养液

文章编号: 1673-9078(2012)7-792-795

Changes in Nutrients of Two Vegetables with Fresh-keeping Treatment

HUANG Guo-xia¹, ZHONG Yun-ji², CHEN Tie-ying², LI Jun-sheng¹, GU Wen-he¹, ZHANG Qian¹

(1. College of Biological and Chemical Engineering, Guangxi University of Sciences and Technology, Liuzhou 545006, China) (2. Liuzhou Product Quality Supervision and Inspection Institute, Liuzhou 545001, China)

Abstract: In this paper, the effect of nutrition solution on the freshness of vegetable was researched, and the concentrations of magnesium and ferric in vegetables were determined. The results showed that the nutrition solution could evidently prolong the freshness period. By this treatment, pakchoi cabbage and cauliflower could be freshly stored for 25 days and 15 days, respectively. The concentrations of vitamin C and titratable acids of the treated vegetables were higher than those of the controls, while the nitrite concentration was lower than that of the control group. The determination of trace elements showed that the vegetable could still absorb the nutrition elements after picking.

Key words: vegetables; preservation; nutrition solution

随着人们生活节奏的加快及我国城市化的快速发展, 人们日常生活中必不可少的蔬菜多是从外地运来的, 在运输及储藏的过程中, 部分蔬菜因脱离营养供给而黄化、腐烂, 造成营养损失, 也形成一定的经济损失。因此, 如何延长蔬菜的保鲜期和维持较高的营养也越来越重要, 目前国内外对蔬菜的保鲜方法也是形式多样^[1,2], 主要有冷藏法、气调保鲜法、涂膜法^[3,4]、植物生长调节剂法^[5]、减压储藏法^[6]、防腐保鲜法、臭氧处理法^[7]、生物技术法^[8]、热处理法等等。

蔬菜之所以在采摘后容易发黄、腐烂, 主要是因为离开土壤后失去了正常的营养供应, 缺乏维持生命力的元素, 故对外界细菌的侵入缺乏抵抗力。组织培养则可以一定程度上补充离体植物的营养元素, 以维持生命力。研究发现蔬菜中含有大量对人体有用的元素^[9,10], 其中镁和铁就是其中比较重要的两种。铁是叶绿素参与光合作用不可或缺的活性成分, 还是固氮酶中铁蛋白和铁钼蛋白的金属部分, 在固定空气中

氮起重要作用, 如果植物体中缺铁颜色会发黄^[11]。镁是促进植物生长发育的重要元素, 缺镁时, 植株矮小, 生长缓慢, 由于镁在植物体中容易转移, 首先是老叶出现症状, 呈大小不一的褐色、紫红色斑点、条纹。

本文借鉴了植物组织培养的原理, 配制了营养液, 使蔬菜根部接触营养液, 旨在为延长蔬菜保鲜期进行科学探讨。在储存过程中对蔬菜中的营养成分维生素 C (Vc)、可滴定酸、镁元素和铁元素进行含量测定, 此外还对亚硝酸盐含量进行了测定。

1 实验部分

1.1 仪器与试剂

1.1.1 仪器

iCE3500 原子吸收分光光度计 (美国热电), KDN-08A 消化炉 (上海洪纪仪器设备有限公司), AL104 电子分析天平 (梅特勒-托利多), UV2102-PC 紫外可见分光光度计 (UNICO)。

1.1.2 试剂及原料

100 μg/mL 铁标准储备液、1000 μg/mL 镁标准储备液均由国家标准物质研究中心制备, 使用时用 5% 盐酸稀释至所需浓度; 硫酸镁、硫酸铁、硼酸、硝酸、

收稿日期: 2012-04-11

作者简介: 黄国霞 (1981-), 女, 硕士, 实验师, 研究方向为生物分析

通讯作者: 李军生 (1963-), 男, 博士, 教授, 研究方向为生物分子的结果与功能研究

高氯酸、二氯靛酚钠、蒽酮等实验药品均为分析纯。实验用水为去离子水菜花和上海青新鲜蔬菜均购自柳州市潭中菜市，均为当天早上采摘。

1.2 实验方法

1.2.1 蔬菜保鲜

上海青、菜花整齐竖立放入含有培养液的塑料箱子中(营养液配方见表一)，使切口处接触培养液，并将事先打有孔的盖子盖上，置于4~5℃冰箱中。另外

做空白对比实验，即把蔬菜放入没有营养液的箱子中并盖上盖。隔一定时间观察并记录蔬菜的颜色，形态、质地，按照表二的评分标准进行打分。

表1 营养液配方

Table 1 Formulation of the nutrition solution

物质	MgSO ₄	CaCl ₂	(NH ₄) ₂ SO ₄	KH ₂ PO ₄	FeSO ₄	H ₃ BO ₃
浓度	0.537 g/L	1.260 g/L	0.237 g/L	0.350 g/L	15 mg/L	2.86 mg/L

表2 蔬菜的感官评定标准

Table 2 Standards of sensory evaluation of the vegetables

感官指标	得分				
	5	4	3	2	1
外观色泽 (50%)	鲜绿，色泽较好	较绿，色泽较好	黄化<10%，色泽正常	黄化<30%，色泽很差	黄化≥30%，无光泽
形态 (20%)	叶边平整，无老化，形态良好	叶边比较平整，形态较良好	叶边微卷曲，老化率<10%	少量叶卷曲，老化率<30%	叶边卷曲，老化率≥30%
质地 (30%)	硬挺，新鲜，无萎蔫、腐烂	较新鲜，微现萎蔫、腐烂	极少萎蔫，腐烂率<10%	萎蔫	萎蔫

1.2.2 Vc 含量测定

称取10.0 g 蔬菜样品置于研钵中，加入少量20 g/L 草酸溶液，在冰浴的条件下研磨成浆状，转入到100 mL 容量瓶中，用20 g/L 草酸溶液冲洗研钵后，亦倒入容量瓶中，再用20 g/L 的草酸溶液定容至刻度，摇匀，提取10 min 后，过滤收集溶液备用。用移液管吸取10.0 mL 滤液置于100 mL 的三角瓶中，用已标定的2,6-二氯酚靛酚溶液滴定至出现微红色且15 s 不褪色为止，记下染料的用量。同时，以10 mL 20 g/L 草酸溶液作为空白，按同样方法进行滴定。重复三次。

根据染料的滴定消耗量，计算果蔬中抗坏血酸含量，以100 g 样品(鲜重)中含有的抗坏血酸的质量表示，即10⁻² mg/g。计算公式如下：

$$\text{抗坏血酸含量} = \frac{V \times (V_1 - V_0) \times \rho}{V_s \times m} \times 100$$

式中：V₁-样品滴定消耗的染料体积，mL；V₀-空白滴定消耗的染料体积，mL；V_s-滴定时所取样品溶液体积，mL；V-样品提取液总体积，mL；ρ-1 mL 染料溶液相当于抗坏血酸的质量，mg/mL；m-样品质量，g。

1.2.3 可滴定酸含量测定

称取10.0 g 样品，用研钵磨成匀浆，用无CO₂ 的蒸馏水移入100 mL 容量瓶中，并定容至刻度，摇匀。静置30 min 后过滤。

吸取20.0 mL 滤液，转入三角瓶中，加3~4滴酚酞指示剂，用已标定的NaOH 标准溶液滴定至微红色30秒不褪，记录所耗NaOH 滴定液的体积。

$$\text{总酸度}(\%) = \frac{c \times V \times K}{m} \times \frac{V_0}{V_1} \times 100$$

式中：c-NaOH 标准溶液的浓度，mol/L；V-NaOH 标准溶液消耗的体积，mL；K-换算成主要酸的系数；m-样品质量，g；V₀-样品稀释液总体积，mL；V₁-滴定时吸取的样液体积，mL。

1.2.4 亚硝酸盐含量测定

将样品洗净，晾去表面水分，用四分法取可食部分，切碎，按比例加入一定量水，用研钵磨成匀浆，但在称取试样时，应扣除加水量。准确称取15~20 g。放入250 mL 烧杯中，加入5 mL 饱和硼砂溶液和100 mL(70~80℃)热水；置沸水浴中，加热15 min，并不断摇动。取出后冷至室温，再加入10 mL 亚氰化钾溶液，10 mL 乙酸锌溶液和2 g 活性碳粉。每次加后均充分摇匀。然后定量转入200 mL 容量瓶中，用水定容。用折成槽纹的滤纸过滤，得无色清亮提取液。具体测定方法参照国标GB 5009.33-2010《食品安全国家标准 食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定》中分光光度法进行^[12]。

1.2.5 样品微量元素测定

在保鲜期间，隔一定的时间取出部分菜叶，自然晾干，置烘箱中80℃干燥，精确称量干燥后的样品质量后置于消化管中，加入10 mL 硝酸-高氯酸(4:1)，在消化炉中进行消化，待至黄烟冒尽，溶液呈透明，颜色淡黄时取出，定容至25 mL，混匀待用，同法做样品空白。

配制浓度梯度的标准品，用原子吸收分光光度计

进行测量,记录相应的吸光值,同时做空白,绘制标准曲线。再依次进行样品测定,由标准曲线上读出样品中铁和锌的浓度,再根据稀释倍数和称样量计算出各组织中鉄和锌的含量

2 结果与分析

2.1 蔬菜在保鲜期间感官品质指数变化状况

对保鲜期的蔬菜进行感官评定并打分,结果见表四。另外空白实验表明上海青和菜花在储存了8 d以后分值就在3.0以下,已不可食用。由结果可知,菜花在加入了营养液后,保鲜时间相对延长了,菜花在保鲜第15天时分值为3.4,仍可食用,到第20 d时,分值下降至2.3,已不可食用。上海青由于质地比较硬挺,含水量相比菜花低,其保鲜期也相对较长,在第25 d时分值仍保持在3.0以上,到第30 d时已不可食用。

表3 蔬菜保鲜期间感官评定分数

Table 3 The sensory evaluation score of the vegetables within freshness period

感官	菜花保存时间/d					上海青保存时间/d						
	1	5	10	15	20	1	5	10	15	20	25	30
色泽	2.5	2.3	2	1.9	1.2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2	1.5
形态	1	0.8	0.7	0.5	0.4	1	1	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5
质地	1.5	1.5	1.1	1	0.7	1.5	1.5	1.5	1.3	1.3	1	0.6
总分	5	4.6	3.8	3.4	2.3	5	5	4.8	4.6	4.4	3.6	2.6

注:分数在3.0以下即视为不可食用,不能再销售。

2.2 维生素C、可滴定酸含量测定结果

储存过程中维生素C和可滴定酸含量变化情况见图1、图2,由图1~2可知,经过营养液处理的蔬菜在整个储存过程中维生素C和可滴定酸含量均要高于对照组。这个结果说明营养液的营养补充使得蔬菜能够维持生命活力,保持较高的营养。此外,研究还发现无论是Vc还是可滴定酸,上海青中的含量都要比菜花高出许多。

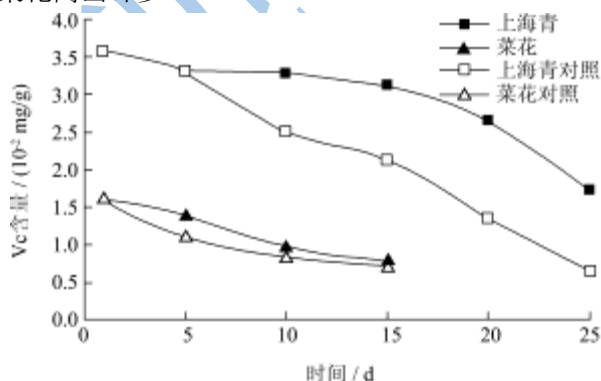


图1 蔬菜储存过程中Vc含量

Fig.1 Time course of vitamin C concentration of vegetable during fresh-keeping storage

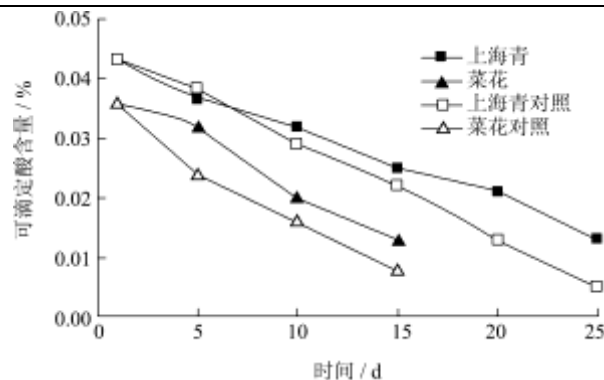


图2 蔬菜储存过程中可滴定酸含量

Fig.2 Time course of titratable acids of vegetable during fresh-keeping storage

2.3 亚硝酸盐含量测定结果

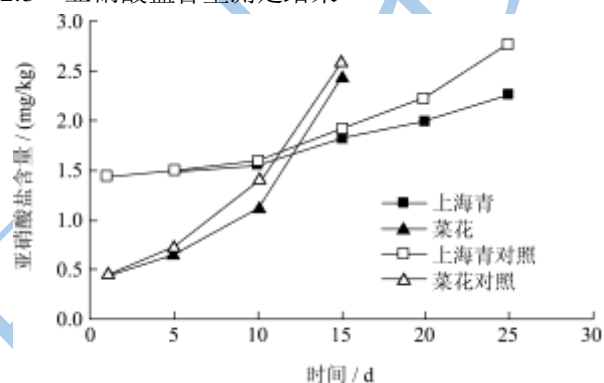


图3 蔬菜储存过程中亚硝酸盐含量

Fig.3 Time course of nitrite concentration of vegetable during fresh-keeping storage

有研究表明,蔬菜在储存过程中亚硝酸盐含量会有所变化^[13],本实验对亚硝酸盐的含量进行了测定,结果如图3。由图3可知,亚硝酸盐的含量随着时间的延长而逐渐升高,尽管如此,菜花和上海青分别在储存了15 d和25 d时,亚硝酸盐含量还能保持在国标所规定的安全范围内(4 mg/kg)。相比空白对照组,加了营养液的蔬菜亚硝酸盐含量比较低,这是因为营养元素的加入使得蔬菜能维持正常的新陈代谢,减少了亚硝酸盐的产生和积累。

2.4 微量元素测定结果

在保鲜期,摘取部分蔬菜进行微量元素镁和铁的含量测定,结果如图4。由图可知,镁元素含量呈现出先升高后降低的趋势,在第15 d时达到最高值,其后逐渐降低。说明在采摘以后,蔬菜吸收营养元素的能力仍然比较强,这对维持蔬菜的新鲜程度和营养价值都有很大作用。铁元素的含量较稳定,没有明显的变化,表明蔬菜离体以后对铁元素的吸收能力较弱。在保鲜期间,上海青的镁含量要明显高于菜花的镁含量,说明上海青对镁元素的吸收比较多;对于铁元素,上海青的与菜花相差无几,上海青含量稍高一点。

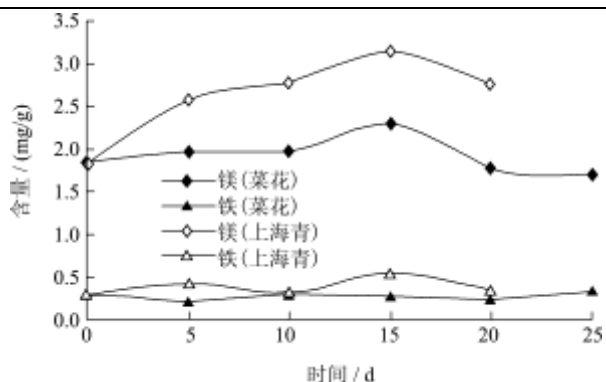


图4 上海青和菜花保鲜期间铁、镁的含量

Fig.4 Time course of magnesium and ferric concentrations of vegetable during fresh-keeping storage

3 结论

研究结果显示,本实验所配制的营养液对延长上海青和菜花的保鲜期有明显作用,经过营养液保鲜的蔬菜维生素C和可滴定酸含量均高于对照组,亚硝酸盐含量则低于对照组,同时微量元素测定结果也显示,经过一段时间培养后,微量元素的含量有所升高,进一步说明,营养对维持蔬菜新鲜有重要作用。本实验所使用的营养液不仅安全无毒,而且还是对人体有利的矿物质,所以,本实验有进一步推广的价值。

参考文献

[1] 范柳萍.国内外果蔬保鲜技术发展状况及趋势分析[J].保鲜与加工,2003,4:24-27

[2] 肖锡湘,上官新晨.国内外果蔬保鲜技术发展状况及趋势分析[J].长江蔬菜,2007,5:34-37

[3] 孙红雁.涂膜保鲜技术在果蔬保鲜领域中的应用现状分析[J].吉林工程技术师范学院学报(工程技术版),2004,20(9):42-43

[4] 袁志,王明力,李霞.纳米 SiO₂壳聚糖复合膜保鲜草莓的研究[J].现代食品科技,2011,27(1):11-15

[5] 韩万中.植物生长调节剂在蔬菜上的应用[J].河北农业科技,2000,4:16

[6] 常燕萍.减压储藏新技术的研究与发展前景[J].粮油加工与食品机械,2002,2:8-9

[7] Palou L, Smilanick J L, Crisosto C H, et al. Effect of gaseous ozone exposure on the development of green and blue molds on cold stored citrus fruit [J]. Plant Dis, 2001, 85: 632-638

[8] 彭穗,杨福馨,刘宇斌.常温下辣椒的生物保鲜工艺初探[J].株洲工学院学报,2002,16(4):121-122

[9] 李思义.蔬菜的生理功能和功能性成分[J].中国蔬菜,2000,5:54-55

[10] (美)JJ 其尔维德特等.农业中微量营养元素[J].农业出版社,1984

[11] 邢素芝,汪建飞.蔬菜的微量元素营养与微肥施用[J].安徽农业技术师范学院学报,1993,7(3):13-16

[12] 中华人民共和国国家标准 GB5009.33-2010[S].2010

[13] 李红,任乃林.不同储存方式对蔬菜中亚硝酸盐含量变化的影响[J].现代食品科技,2011,27(5):499-501