

自然气调包装对采后猕猴桃保鲜效果和品质的影响

李文帅, 郭彦峰, 侯秦瑞, 刘 谨, 付云岗

(西安理工大学, 西安 710048)

摘要: 基于自然气调包装技术, 提出了一种复合保鲜纸箱包装采后“海沃德”猕猴桃。通过 3 种保鲜贮藏条件下果品的外观质量、硬度、失重量、可溶性固形物、维生素 C、薄片细胞结构的变化情况, 验证其包装的有效性。实验结果表明: 这种纸箱包装保鲜贮藏技术对“海沃德”猕猴桃的保鲜贮藏是有效的; 在温度为 5 °C, 相对湿度 60% 环境下的保鲜包装猕猴桃, 保鲜贮藏期可达 60 d, 有利于采后猕猴桃在非冷库、非气调库中的保鲜贮运。

关键词: 复合保鲜纸箱; 猕猴桃; 包装; 贮藏

中图分类号: TB485. 2; TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)07-0014-04

Influence of Modified Atmosphere Packaging on Fresh Keeping and Quality of Post-harvest Kiwifruit

LI Wen-shuai, GUO Yan-feng, HOU Qin-rui, LIU Jin, FU Yun-gang

(Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

Abstract: On the basis of modified atmosphere packaging technology, a kind of fresh-keeping composite carton was put forward and designed for Kiwifruit. The fruit appearance, hardness, weight loss, total soluble solids, vitamin C, and cell structure of "Hayward" kiwifruit under 3 preservation conditions were observed to prove the validity of the method. The results showed that the fresh-keeping composite carton and packaging technology may maintain quality and extend shelf life "Hayward" kiwifruit, and the storage duration of "Hayward" kiwifruit is up to 60 days within the storage environment of temperature 5 °C and relative humidity 60%; so it is useful for storage and transportation of post-harvest kiwifruit in non-refrigeratory and non-controlled atmosphere storage.

Key words: fresh-keeping composite carton; kiwifruit; packaging; storage

在采后果品的包装、贮藏、运输、销售等一体化物流链中, 保鲜贮运包装方法是核心技术, 直接影响着果品的品质特性和贮藏(货架)期。传统方法(如土窑贮藏法、瓮式贮藏法、冷屋贮藏法)贮藏规模小、期限短, 不能适应现代运输物流的需要。塑料薄膜保鲜袋的保鲜效果一般、易导致病害发生, 易造成果品的机械性损害。冷库贮藏法、气调库贮藏法都属于低温保鲜贮藏技术, 保鲜效果、贮藏期限都较理想, 但设备及维护费用大、耗能高、成本较高, 且不能解决果品在运输物流中的保鲜问题^[1-2]。自然气调包装是一种利用塑料薄膜对气体的选择透过性来延长果品贮藏

期的保鲜技术, 具有成本低、效益高、节约能源、方便贮运等显著优点^[3-6]。另外, 王仁才等人^[7]研究了采后美味猕猴桃的硬度、多聚半乳糖醛酸酶活性、细胞壁超微结构的变化, 曾荣等人^[8]分析了不同贮藏温度下美味猕猴桃果实后熟过程中主要品质指标的变化。鲁玉妙等人^[9]通过测定粉红女士苹果成熟采收时和常温贮藏后各种指标的变化, 全面分析评价了该品种的外在、内在、贮藏品质和果汁加工特性。张有林^[10]采用低温、限气、保鲜剂复合贮藏保鲜技术, 延长了猕猴桃贮藏期限。任亚梅、唐燕等人^[11-12]的研究指出, 1-MCP 处理、NO 处理对采后猕猴桃变软有一定的抑

收稿日期: 2010-12-29

基金项目: 西安市科技局科技计划项目(NC08018)

作者简介: 李文帅(1985—), 男, 山西侯马人, 西安理工大学硕士生, 主攻果品保鲜贮运理论技术。

通讯作者: 郭彦峰(1970—), 男, 陕西长安人, 博士, 西安理工大学教授, 主要从事运输包装防护理论技术的研究。

制作用。宋丽丽等人^[13]采用纯氮处理猕猴桃果实,研究了短期 N₂ 处理对冷藏猕猴桃果实衰老及其货架期间软化的影响。余文琴等人^[14]探讨了安喜布对抑制采后猕猴桃果实呼吸强度等衰老生理的影响。这些研究工作及其成果为猕猴桃保鲜贮运包装技术奠定了理论与实验研究基础。笔者基于自然气调包装原理,提出一种猕猴桃纸箱气调包装保鲜贮藏技术,通过进行 3 种保鲜贮藏条件下采后“海沃德”猕猴桃的对比实验,监测分析果品外观质量、硬度、失重量、可溶性固形物、维生素 C、薄片细胞结构的变化情况,验证这种包装技术对采后猕猴桃保鲜贮运的有效性。

1 实验材料与方法

自然气调包装是一种利用塑料薄膜对气体的选择透过性,来延长果品贮藏期的保鲜技术。所提出的复合保鲜纸箱是依据气调包装原理,在普通纸箱内表面涂有一层蓄冷剂胶体的涂布层,在涂布层上均匀撒有蓄冷剂粉末层,在蓄冷剂粉末层的内表面设置有一层选择透过性薄膜。在使用这种复合保鲜纸箱时,可同时使用氧气吸收剂、二氧化碳吸收剂、乙烯吸收剂、水分吸收剂,可有效抑制果品的呼吸、蒸腾作用,提高保鲜效果。复合保鲜纸箱选用普通套装箱(长宽高 44 cm×27 cm×7 cm),塑料薄膜选用聚偏二氯乙烯薄膜。实验果品选自陕西省周至县 2009 年 10 月中旬采摘的“海沃德”猕猴桃,果品尺寸均匀,质量 75~85 g,无病虫害、机械损伤,运回实验室后人工筛选优势果品进行对比包装实验。从 2009 年 11 月 21 日起,通过 3 组对比实验,研究分析采后猕猴桃的纸箱包装保鲜贮藏技术的效果。(1)第 1 组实验(无保鲜包装,自然条件贮藏):在普通纸箱内放入 60 个猕猴桃,在实验室贮藏,每天取出 2 个猕猴桃,测定果品的可溶性固形物含量、失重率、硬度、VC 含量、薄片细胞结构。(2)第 2 组实验(有保鲜包装,自然条件贮藏):在 3 个复合保鲜纸箱内分别装入 30 个猕猴桃,30 个猕猴桃分 2 层摆放,上下 2 层用纸板隔开,在上层纸板的上表面均匀摆放乙烯吸收剂袋、干燥剂袋、氧气吸收剂袋、二氧化碳吸收剂袋。包装好猕猴桃的 3 个复合保鲜纸箱用胶带密封后置于实验室贮藏,30,45,60 d 后依次开箱,统计果品的熟软个数,测定可溶性固形物含量、失重率、硬度、VC 含量、薄片细胞结构。(3)第 3 组实验(有保鲜包装,温度 5℃、相对湿度

60%环境中贮藏):同第 2 组实验的保鲜包装形式相同,唯一区别是包装好猕猴桃的 3 个复合保鲜纸箱在温度 5℃、相对湿度 60%的恒温恒湿箱中分别贮藏 30,45,60 d。参照 GB 12295“水果、蔬菜制品可溶性固形物含量的测定——折射仪法”、GB 6195“水果、蔬菜维生素 C 含量测定法”分别测定猕猴桃的可溶性固形物、维生素 C 的含量^[15]。

2 结果与分析

2.1 果品外观品质的变化情况

采后猕猴桃在 3 种不同贮藏方式下的外观品质、硬度、熟软情况见表 1,得到以下几点结论。

表 1 猕猴桃贮藏期内外观品质和硬度的变化情况

Tab.1 Changes of appearance quality and firmness of kiwifruit during storage

保鲜贮藏方式	贮藏期 /d	外观品质	硬度 /MPa	熟软比例/%
初始状态	0	鲜绿色,无皱缩,整体很硬	>1.5	—
无保鲜包装,自然条件贮藏	30	褐绿色,完全皱缩,无商品价值	0.44	100
	30	鲜绿色,无皱缩,整体较硬	0.37	10
有保鲜包装,自然条件贮藏	45	褐绿色,轻微皱缩,个别较软	0.26	20
	60	褐绿色,轻微皱缩,整体较软,无商品价值	0.24	30
有保鲜包装,温度 5℃、湿度 60%环境中贮藏	30	鲜绿色,无皱缩,整体硬	0.60	0
	45	鲜绿色,轻微皱缩,整体较硬	0.39	10
	60	褐绿色,轻微皱缩,整体较硬	0.31	16.7

1) 采后猕猴桃在没有保鲜包装、自然贮藏过程中,硬度迅速下降,失水严重,在贮藏 20 d 时,果品呈褐绿色、无光泽、皱缩较严重,个别果品根部软化,失去商品价值。采后猕猴桃在 2 种保鲜贮藏情况下,经过 30 d 贮藏,果品还呈鲜绿色,光泽度好,硬度整体较好,好果率分别达到 90%和 100%。果品硬度均有所下降,但不影响商品价值。

2) 采后猕猴桃在 2 种不同保鲜贮藏情况下,经

过 45 d 贮藏,进行了保鲜包装、在自然条件下贮藏的猕猴桃呈褐绿色、光泽度较差,有轻微皱缩,硬度下降较严重,个别果品严重软化,失去商品价值;而进行了保鲜包装、并在温度 5 ℃,相对湿度 60% 环境贮藏的猕猴桃呈鲜绿色、光泽度好,有轻微皱缩,但果品整体较硬,好果率达到 90%,仍有商品价值。

3) 采后猕猴桃在 2 种不同保鲜贮藏情况下,经过 60 d 贮藏,进行了保鲜包装、自然条件下贮藏的猕猴桃呈褐绿色、光泽度差,有轻微皱缩,果品整体硬度下降严重,好果率仅有 70%,不具有商品价值;而进行保鲜包装、并在温度 5 ℃,相对湿度 60% 环境贮藏的猕猴桃呈褐绿色、光泽度较好,有轻微皱缩,整体硬度下降,但果品仍有较好的硬度,没有腐烂,好果率 83.3%,仍有商品价值。

2.2 失重率的变化情况

采后猕猴桃仍然是一个具有生命的有机体,需要不断地进行新陈代谢。一般情况下,失重率超过 5% 时,果品出现萎蔫和皱缩现象,而且在温暖、干燥的贮藏环境内果品的呼吸、蒸腾作用加快,更容易出现萎蔫。采后猕猴桃在不同保鲜贮藏环境中失重率变化情况见表 2,可得到以下几点结论。

表 2 猕猴桃贮藏期内失重率的变化情况

Tab.2 Change of weight loss rate of kiwifruit during storage %

保鲜贮藏方式	贮藏时间/d		
	30	45	60
无保鲜包装,自然贮藏	8.233	—	—
有保鲜包装,自然贮藏	1.135	1.372	1.181
有保鲜包装,温度 5 ℃、相对湿度 60% 贮藏	0.791	0.743	1.073

1) 在没有保鲜包装、自然贮藏过程中,采后猕猴桃的失重率随着贮藏时间的延长而明显增大,在贮藏 15~20 d 时,猕猴桃的失重率约 5%,出现轻微皱缩;贮藏 30 d 时,失重率达到 8.0% 左右,果品严重皱缩。

2) 利用纸箱气调包装技术对采后猕猴桃进行贮藏 30~60 d,在自然贮藏,或在温度 5 ℃,相对湿度 60% 环境中贮藏时,都能有效抑制果品失重现象,将失重率控制在 2% 内。

3) 无保鲜包装时猕猴桃的失重率远大于纸箱气调包装保鲜贮藏,即纸箱气调包装技术对猕猴桃的呼吸、蒸腾等生理活动起到了显著的抑制作用,而且在

较低温度(5 ℃,相对低温)下纸箱气调包装技术对猕猴桃的品质特性、保鲜贮藏效果更显著一些。

2.3 营养成分的变化情况

采后猕猴桃在贮藏期间还进行呼吸、蒸腾等后熟生理活动,内部组织发生分解,使得可溶性固形物含量随时间的延长而增大,最后趋于稳定。采后猕猴桃在不同保鲜贮藏环境中营养成分(可溶性固形物、维生素 C)的变化情况见表 3。

表 3 猕猴桃在贮藏期内可溶性固形物、维生素 C 的含量变化

Tab.3 Change of total soluble solid and vitamin C content of kiwifruit during storage

保鲜贮藏方式	贮藏	可溶性固	维生素 C
	时间	形物质量	质量浓度/
	/d	分数/%	(mg·(100g) ⁻¹)
初始状态	0	12.0	14.08
无保鲜包装,自然贮藏	30	16.8	10.64
	30	15.2	8.40
有保鲜包装,自然贮藏	45	14.5	4.87
	60	17.0	5.36
有保鲜包装,温度 5 ℃、相对湿度 60% 环境贮藏	30	15.6	10.97
	45	15.5	6.54
	60	16.4	7.31

1) 采后猕猴桃在没有进行保鲜包装、自然贮藏 30 d 时,其可溶性固形物含量相比 2 种不同的纸箱气调包装保鲜贮藏情况,分别高出 1.6%,1.2%,显然没有进行保鲜包装、自然贮藏时采后猕猴桃的后熟生理活动比气调包装的活跃,而且贮藏时间较短。

2) 采后猕猴桃在保鲜贮藏 45,60 d 时,有保鲜包装自然贮藏比有保鲜包装,温度 5 ℃,相对湿度 60% 环境中贮藏时的可溶性固形物含量,分别低 1.0%,高 0.4%,可认为较低温度下纸箱气调包装技术有利于减缓猕猴桃的后熟生理活动,然而在贮藏 45 d 之前其内部组织的分解速度相比有保鲜、自然条件贮藏情况下还要快一些。

3) 采后猕猴桃在贮藏 60 d 内,维生素 C 含量整体呈下降趋势,有保鲜包装,温度 5 ℃,相对湿度 60% 环境中贮藏时,维生素 C 含量损失明显低于有保鲜包装、自然贮藏情况,因此,在较低温度(5 ℃,相对低温)下纸箱气调包装技术对减少猕猴桃的维生素 C 含量损失有较明显的作用。

2.4 细胞组织结构的变化情况

每次开箱取出猕猴桃后,将其制作成很薄的切片,利用光学显微镜观察并拍摄薄片的细胞组织结

构,见图1。观察采后猕猴桃在3种贮藏情况下不同

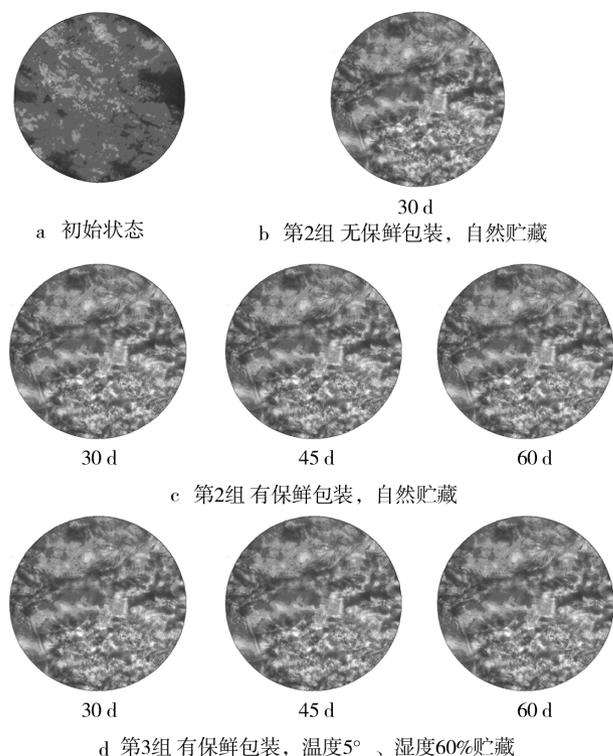


图1 保鲜贮藏方式对猕猴桃细胞组织结构的影响

Fig. 1 Effect of fresh-keeping and storage means on cell microstructure of kiwifruit

时期的薄片细胞组织结构发现如下现象。

1) 初始条件下,细胞组织结构紧密,细胞壁厚度较厚。

2) 采后猕猴桃在贮藏30 d时的细胞组织结构显示,无保鲜包装、自然贮藏时细胞壁细胞排列疏松,细胞组织结构发生较大的膨胀,细胞壁变薄;有保鲜包装、自然贮藏时细胞排列略有疏松;有保鲜包装、温度5℃,湿度60%环境中贮藏时细胞排列比较紧密,且细胞壁略厚。

3) 采后猕猴桃在2种保鲜贮藏情况下45 d时的细胞组织结构显示,有保鲜包装、自然贮藏时细胞排列较疏松,细胞组织结构发生膨胀,细胞壁有一定程度的变薄;而有保鲜包装、温度5℃,相对湿度60%环境贮藏时细胞组织结构略有膨胀,细胞壁厚度略微减小。

4) 采后猕猴桃在2种保鲜贮藏情况下60 d时的细胞组织结构显示,有保鲜包装、自然贮藏时细胞组织结构较为疏松,细胞结构发生较大的膨胀,导致细胞壁变得较薄;而有保鲜包装,温度5℃,相对湿度60%环境中贮藏时细胞组织结构也发生膨胀,但是膨

胀程度较前面情况较小,细胞排列较致密,细胞壁厚度减小。

上述对比实验结果表明,纸箱包装保鲜贮藏技术对于“海沃德”猕猴桃是一种有效的包装技术,保鲜贮藏效果最好的方式是进行保鲜包装,并在温度5℃,相对湿度60%环境中贮藏时,保鲜贮藏期限可达到60 d;其次是有保鲜包装、自然条件贮藏。

3 结论

研究分析3种保鲜贮藏条件下采后“海沃德”猕猴桃的果品外观质量、硬度、失重量、可溶性固形物、维生素C、薄片细胞结构的变化情况,验证了这种包装技术对采后猕猴桃保鲜贮藏的有效性。所提出的纸箱包装保鲜贮藏技术对“海沃德”猕猴桃的保鲜贮藏是一种有效的包装技术,在有保鲜包装,温度5℃,相对湿度60%环境中贮藏,保鲜贮藏期限可达到60 d,有利于采后猕猴桃在非冷库、非气调库的保鲜贮运。

参考文献:

- [1] 李里特,王颖,丹阳,等.我国果品蔬菜贮藏保鲜的现状和新技术[J].无锡轻工大学学报,2003,22(3):106-109.
- [2] 高海生,赵希艳,李润丰.果蔬采后处理与贮藏保鲜技术研究进展[J].农业工程学报,2007,23(2):273-278.
- [3] 卢立新.果蔬气调包装理论研究进展[J].农业工程学报,2005,21(7):175-180.
- [4] SONG Y S, VORSA N, YAM K L. Modeling Respiration-transpiration in a Modified Atmosphere Packaging System Containing Blueberry[J]. Journal of Food Engineering, 2002, 53(1): 103-109.
- [5] KABLAN T, MATHIAS K O, GILLES D, et al. Comparative Evaluation of the Effect of Storage Temperature Fluctuation on Modified Atmosphere Packaging of Selected Fruit and Vegetables [J]. Post-harvest Biology and Technology, 2007, 46(3): 212-221.
- [6] MANGARAJ S, GOSWAMI T K, MAHAJAN P V. Applications of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables: a Review [J]. Food Engineering Review, 2009, 1(2): 133-158.
- [7] 王仁才,熊兴耀,谭兴和,等.美味猕猴桃果实采后硬度与细胞壁超微结构变化[J].湖南农业大学学报,2000,26(6):457-460.

乙烯的交联度、拉伸强度逐渐提高,达到一定值后,增加幅度减慢,而断裂伸长率逐渐较小。

2) 以过氧化物双 2,5 为交联剂时,滚塑容器用交联聚乙烯的最佳交联温度为 180 °C。

3) 以过氧化物双 2,5 为交联剂时,滚塑容器用交联聚乙烯比较适宜的交联时间为 5 min,再增加交联时间,其交联度提高幅度很小。

4) 由于交联原因致使聚乙烯线性分子链的规整度降低,结晶困难,致使交联聚乙烯的熔融峰温度比 LLDPE 低。

参考文献:

- [1] 丁浩. 塑料应用技术[M]. 北京:化学工业出版社,1999.
[2] 金可中,陈一东. 聚乙烯交联技术及应用[J]. 化学建材,1998,12(4):10-13.

(上接第 13 页)

参考文献:

- [1] BELHANECH-BENSEMRA Naima, ZEDDAM Chafia, OUAHMED Salah. Study of the Migration of Additives from Plasticized PVC[J]. Macromol Symp,2002,180:191-201.
[2] 黄丽,姜志国,张金生. PVC 薄膜中增塑剂在水环境中迁移规律研究[J]. 中国塑料,2001,15(4):51-53.
[3] 王士才,李宝霞. 聚氯乙烯薄膜增塑剂迁移速率研究[J]. 聚氯乙烯,1997(5):5-9.
[4] 朱勇,王志伟. 食品包装用 PVC 膜增塑剂迁移的研究[J]. 包装工程,2006,27(2):40-41.
[5] 王志伟,孙彬青,刘志刚. 包装材料化学物迁移研究[J]. 包装工程,2004,25(5):1-4.
[6] FUGIT Jean-Luc, TAVERDET Jean-Louis, GGUVRIT Jean-Yves. Treatment of Plasticized PVC to Reduce

(上接第 17 页)

- [8] 曾荣,陈金印,李平. 美味猕猴桃果实后熟过程中主要品质指标的变化[J]. 江西农业大学学报,2002,24(5):587-590.
[9] 鲁玉妙,高华,赵政阳,等. 粉红女士苹果品质特性分析评价[J]. 果树学报,2003,20(6):503-505.
[10] 张有林. 猕猴桃低温、气调、保鲜剂复合贮藏保鲜技术[J]. 农业工程学报,2002,18(4):138-141.
[11] 任亚梅,刘兴华,徐春雅,等. 不同处理对猕猴桃采后生理和细胞超微结构的影响[J]. 农业工程学报,2008,24(7):217-221.
[12] 唐燕,杜光源,马书尚,等. 1-MCP 对室温贮藏下不同成

- [3] GB/T 18474-2001,交联聚乙烯交联度测试方法[S].
[4] GB/T 19466.3-2004,差示扫描量热法(DSC)第3部分:熔融和结晶温度及热焓的测定[S].
[5] 张洪波,吕明福,张师军. 过氧化物交联 HDPE 材料的研究[J]. 合成树脂与塑料,2006,23(4):43-46.
[6] 孙建忠,汪济奎,王耀先,等. 茂金属聚乙烯的过氧化物交联[J]. 塑料,2009,38(4):19-21.
[7] 杨清芝. 实用橡胶工艺学[M]. 北京:化学工业出版社,2005.
[8] 刘新民,杨金平,葛涛,等. 过氧化物交联低密度聚乙烯电缆护套料的研究[J]. 塑料,2003,32(3):52-55.
[9] 王洪武,谢雁,潘炯玺,等. 钢塑复合管专用交联 HDPE 的研制[J]. 合成树脂与塑料,2004,21(5):5-8.
[10] 肖明宇,王芹,陈大俊. 过氧化二异丙苯(DCP)交联聚乙烯的非等温结晶动力学研究[J]. 化学世界,2010,40(5):18-21.

Plasticizer/solvent Migration: Optimization with an Experimental Design[J]. Polym Int,2003(52):670-675.

- [7] 杨左军,张伟亚,王成云. 顶空固相微萃取/气相色谱法测定聚氯乙烯玩具在模拟唾液浸泡液中多种邻苯二甲酸二酯的溶出量[J]. 色谱,2003,21(6):617.
[8] 孙利,陈志锋,雍伟. 与食品接触的塑料成型品中邻苯二甲酸酯类增塑剂迁移量的测定[J]. 检验检疫科学,2008,18(3):393-395.
[9] 李丹,周明辉,刘莹峰. 溶解沉淀-GC/MS 法测定聚氯乙烯塑料中邻苯二甲酸类增塑剂[J]. 塑料科技,2010,38(3):92-96.
[10] 郭春海,薄海波,段文仲. 气相色谱-质谱法测定聚氯乙烯包装材料和食品模拟物中的 46 种增塑剂[J]. 色谱,2011,29(1):42-48.

熟度下猕猴桃的生理效应[J]. 西北植物学报,2010,30(3):564-568.

- [13] 宋丽丽,毛金林,陈杭君,等. 短期 N₂ 处理对冷藏猕猴桃衰老及货架期软化的影响[J]. 中国食品学报,2009,9(3):123-128.
[14] 余文琴,赵晓玲,林河通. 安喜布处理对冷藏猕猴桃果实衰老生理的影响[J]. 农业工程学报,2009,25(9):333-338.
[15] 刘军凯,雷泞菲,吴虹霁,等. 常见蔬菜中维生素 C 含量的研究[J]. 广东微量元素科学,2006,13(4):57-60.