

树仔菜VC含量分析及变化规律

邓爱妮, 周 聪*, 赵 敏, 范 琼

(中国热带农业科学院分析测试中心, 海南 海口 571101)

摘 要: 优化树仔菜VC含量的测定方法并探讨不同条件下树仔菜中VC含量的变化规律。在GB 6195—1986《水果、蔬菜维生素C含量测定: 2,6-二氯酚酚滴定法》的基础上, 研究手工研磨与组织捣碎机捣碎样品前处理方法, 分析贮存时间对树仔菜VC含量的影响、树仔菜不同器官组织VC含量的差别以及施用酸性土壤改良肥对树仔菜产品VC含量的影响、不同月份树仔菜VC含量的变化等。结果表明, 研磨法制样测得的VC含量高于捣碎法; 树仔菜产品和匀浆样品中VC随着贮存时间的延长而减小, 加草酸打浆的树仔菜匀浆样品VC测定结果高于不加草酸的匀浆样品; 树仔菜不同部位VC比较结果为叶片>嫩茎, 施用酸性土壤改良肥以及5~6月份采摘的树仔菜VC含量较高。

关键词: 树仔菜; VC; 含量测定

Changes in Vitamin C Content in *Sauropus androgynus* (L.) Merr.

DENG Ai-ni, ZHOU Cong*, ZHAO Min, FAN Qiong

(Analysis and Testing Center, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou 571101, China)

Abstract: The aim of this study was to develop an optimize method for the determination of vitamin C (VC) in *Sauropus androgynus* (L.) Merr. and investigate changes in VC content in the vegetable under different conditions. The experimental conditions for manual and mechanical grinding (using a blender) as sample pretreatments for VC determination were established according to the Chinese national standard GB 6195—1986. The effects of postharvest storage time, plant organs, acidic soil fertilizer application, and harvest time on VC content in *Sauropus androgynus* (L.) Merr. were analyzed. The results showed that the VC content determined using manual grinding was higher than that obtained using mechanical grinding. The VC content in the plant and its homogenate samples decreased with increasing storage time. Homogenates with added oxalic acid were determined to contain higher amounts of VC than blank control. The leaves and young stems of *Sauropus androgynus* (L.) Merr. contained decreasing amounts of VC, and higher levels of VC were obtained by acidic soil fertilizer application and detected in samples harvested in May and June.

Key words: *Sauropus androgynus* (L.) Merrill; vitamin C; content determination

中图分类号: TS255.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2014) 22-0198-04

doi:10.7506/spkx1002-6630-201422038

树仔菜 (*Sauropus androgynus* (L.) Merrill) 属大戟科守宫木属 (*Sauropus*) 多年生热带和亚热带常绿灌木, 原名守宫木, 又称五指山野菜、泰国枸杞、越南菜、天绿香等, 原产于东南亚热带雨林, 我国海南、广东、云南等地有较大面积栽培。树仔菜含有丰富的VC, 其含量可达到180 mg/100 g^[1], 对照中国食物成分表^[2], 比芹菜和生菜高出20~45倍。周聪等^[3]在对海南岛树仔菜、百花菜、革命菜等18种野菜的营养成分测定中, 树仔菜VC含量名列前茅。目前, 有关树仔菜的文献报道主要集中于元素含量的测定^[4-5], 而对于VC含量及其变化规律的分析尚未见报道。VC是植物营养分析中的重要内容, 不同

贮藏方式、采收时期、土壤气候等条件对植物VC含量都会产生一定的影响^[6-18]。因此, 本实验拟探讨不同加工方式、贮存时间、采摘部位、采摘月份等因素对树仔菜产品中VC含量的影响, 为树仔菜的合理种植、采收和加工利用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

从五指山市南圣树仔菜试验基地采集可食用树仔菜嫩茎和叶片部位; 抗坏血酸 (分析纯) 广州化学试剂

收稿日期: 2014-03-21

基金项目: 海南省科技项目 (ZDXM2014135)

作者简介: 邓爱妮 (1986—), 女, 研究实习员, 硕士, 研究方向为仪器分析和食品质量安全。E-mail: xiaoyantoudan@163.com

*通信作者: 周聪 (1965—), 男, 研究员, 学士, 研究方向为仪器分析与农产品质量安全。E-mail: zhouc888@163.com

厂;草酸(分析纯) 西陇化工股份有限公司;2,6-二氯靛酚明喹酚钠盐(分析纯) 德国Fluka公司。

1.2 仪器与设备

DS-1高速组织捣碎机 上海精科实业有限公司。

1.3 方法

1.3.1 2种树仔菜制样方法对比

组织捣碎:将树仔菜产品切碎并混匀后,参照四分法^[19]选取待分析试样(以下分析试样的选取方法相同),称取50.0 g树仔菜分析试样,加入等量质量分数2%草酸溶液,用组织捣碎机打浆5 min。

研磨法:取50.0 g(以下称样量相同)树仔菜分析试样放入研钵内,加入等量质量分数2%草酸溶液,手工研磨5 min成匀浆。

后续操作按照GB 6195—1986《水果、蔬菜维生素C含量测定:2,6-二氯靛酚滴定法》^[20]的测定步骤进行。

1.3.2 贮存时间对树仔菜产品和匀浆样品中VC含量的影响

采摘同一试验区树仔菜产品,贮存在6~7℃保鲜箱内,每隔1~4 d取适量加草酸手工研磨成匀浆,分析VC含量的变化。

将同一试验区树仔菜产品分成2等份捣碎成匀浆样品:1)加等量草酸浸提;2)不加草酸浸提。匀浆样品贮存在保鲜箱内,每隔1~4 d取适量测定VC含量。

1.3.3 树仔菜不同部位VC含量对比

采集树仔菜可食用新鲜叶片和嫩茎组织,加草酸溶液手工研磨成浆。测定步骤同1.3.1节。

1.3.4 酸性土壤改良肥对树仔菜VC含量的影响

设3个种植区,每个种植区设有试验区和对照区。试验区施用酸性土壤改良肥^[21],按照改良肥施用条件(如施肥浓度、施肥次数等)的不同设试验区1、2、3;对照区施用其他普通肥料,按照施用肥料种类的不同设对照区1、2、3。大棚栽培,统一管理和采集。采用研磨法制样,测定试验区和对照区树仔菜产品VC的含量。

1.3.5 不同采摘时期树仔菜VC含量对比

树仔菜于2月份定植,50~60 d植株长至50~70 cm高且长出嫩茎时即可采收。采集同年5、6、7、8月份树仔菜产品,测定VC含量。

2 结果与分析

2.1 2种树仔菜制样方法对VC含量测定结果的影响

滴定法测定VC含量主要包括样品制样、称样、定容、过滤和滴定这5个步骤,制样是重要环节之一。最佳的制样方法不仅可以简化工艺、降低成本,而且还可以提高原料利用率和VC测定结果准确率。随机抽取6份树仔菜贮藏产品,分别用捣碎机匀浆和手工研磨成浆,

VC测定结果见表1。由表1可知,捣碎法和研磨法对树仔菜VC提取结果呈显著性差异(F 检验^[19]: $f_{捣碎法}=5$ 、 $f_{研磨法}=5$ 、置信度95%时 $F_{0.05(5,5)}=5.05$ 、 $F=7.50$ 、 $F>F_{0.05(5,5)}$),研磨法提取结果高于组织捣碎法。推测原因为捣碎机高速匀浆时局部温度的升高加快了VC的分解^[8],影响了树仔菜产品VC含量分析结果的评定。因此,为避免制样方法造成测定结果偏低,采用捣碎机打浆时需要设定最佳的捣碎时间和转速。树仔菜产品量较少的情况下可参考研磨法制样。

表1 2种制样方法对树仔菜VC测定结果的影响

Table 1 Effects of sample preparation methods on vitamin C content of *Sauropus androgynus* (L.) Merr.

	mg/100 g					
样品号	1	2	3	4	5	6
捣碎法	5.25	4.54	39.9	29.3	34.7	32.8
研磨法	5.45	5.55	61.4	65.1	66.2	78.3

注:样品1~2为贮存15 d的树仔菜产品,样品3~6为贮存10 d的树仔菜产品。

2.2 贮存时间对树仔菜产品和匀浆样品中VC含量的影响

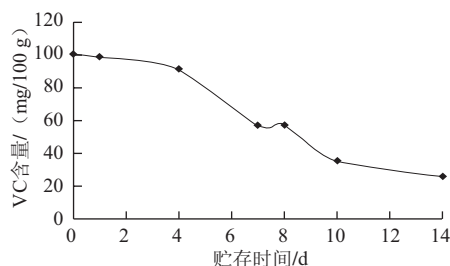


图1 贮存时间对树仔菜产品VC含量的影响

Fig.1 Effect of storage time on vitamin C content of *Sauropus androgynus* (L.) Merr.

树仔菜产品自采摘后,每隔1~4 d取适量制样并测定VC含量,结果见图1。树仔菜产品VC含量在初期损失速率缓慢;第4天后,VC含量损失速率加快;在第7~8天时,VC含量有小幅回升,可能是贮存过程中温度细微的变化引起树仔菜氧化性和还原性VC相互转化的结果^[22]。第8天后,树仔菜VC含量继续降低。因此,树仔菜产品从采摘到销售前低温保鲜2 d,VC含量稳定。

在树仔菜样品贮存时间方面,采集树仔菜样品,需经过组织捣碎制成匀浆后,方可进行下一步实验分析。按1.3.2节方法制备匀浆样品并进行为期14 d的VC连续测定,结果见图2。树仔菜组织结构在外力的作用下被破坏,VC极易被氧化。随着贮存时间的延长,样品中VC含量总体呈下降趋势,在第1~7天内损失速度较快,第8天后逐渐趋于平缓。树仔菜匀浆样品和草酸匀浆样品VC含量变化趋势相似,但添加草酸浸提剂的匀浆VC含量测定结果高于不加浸提剂的匀浆样品,与文献^[23]测定结果相似。树仔菜一旦加草酸匀浆样品应立即测定,不宜放置过久,否则会使VC含量结果失真。

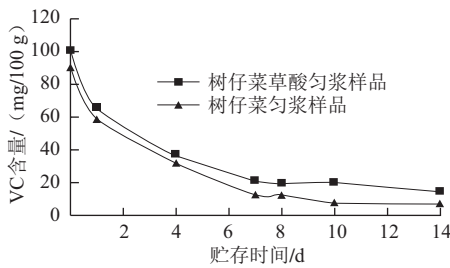


图2 贮存时间对树仔菜匀浆样品中VC含量的影响
Fig.2 Effect of storage time on vitamin C content of *Sauropus androgynus* (L.) Merr. homogenate samples

2.3 树仔菜不同部位VC含量比较

在同一块试验区随机采摘6份树仔菜可食用叶片和嫩茎组织，VC含量测定结果如表2所示：树仔菜不同部位VC含量以叶片组织为多，叶片高于嫩茎约4.5倍。

表2 树仔菜不同部位中的VC含量
Table 2 Vitamin C content in different parts of *Sauropus androgynus* (L.) Merr.

样品编号	1	2	3	4	5	6	$\bar{x} \pm s$
叶片	138	127	109	98.5	136	123	122±15.5
嫩茎	23.0	35.4	21.6	27.5	24.8	31.2	27.3±5.26

2.4 酸性土壤改良肥对树仔菜VC含量的影响

树仔菜试验基地土壤呈酸性（pH<6.5），科学进行土壤的肥水管理，既能抑制土壤有害金属离子的活性，又能提高树仔菜产品产量和品质^[9,24-25]。以对照区为参照，在试验区施用酸性土壤改良肥，探讨酸性土壤改良肥对树仔菜产品VC含量的影响。由图3可知，施用酸性土壤改良肥的试验区树仔菜VC含量均较高。改良肥促进树仔菜的生长发育、增加产量，使得VC含量提高。

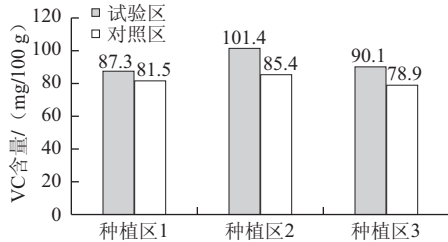


图3 酸性土壤改良肥对树仔菜VC含量的影响
Fig.3 Effect of acidic soil fertilizer on vitamin C content of *Sauropus androgynus* (L.) Merr.

2.5 不同采摘时期树仔菜VC含量比较

树仔菜属于短日性植物，既喜光照又耐半荫，光照充足有利其生长，可忍受高温，在春、秋两季扦插易生根成活，适宜生长温度为25~30℃^[26]。树仔菜定植后同年5~6月份，树仔菜试验基地平均气温为23~34℃，阳

光充足，降雨量充沛。由表3可知，5~6月份树仔菜产品VC含量为78.9~118 mg/100 g，进入了盛产期。此期间可多次采收，一般每隔3~4 d采摘一次。从7月开始，由于温度、光照、降雨量等环境因素变化的影响，树仔菜VC含量总体呈下降趋势。

表3 不同采摘时期树仔菜VC含量的变化
Table 3 Change in vitamin C content of *Sauropus androgynus* (L.) Merr. at different harvest periods

月份	试验区			对照区		
	1	2	3	1	2	3
5月	90.3	118	88.4	85.3	90.4	85.1
6月	87.3	91.0	90.1	81.5	85.4	78.9
7月	70.5	71.4	79.2	65.1	66.2	78.3
8月	67.8	57.5	59.7	55.1	49.5	58.1

3 结论

不同的树仔菜产品制样方法造成VC损失程度不同，因此对分析结果的评定产生一定的影响。在国家标准方法基础上，采用手工研磨代替组织捣碎法制备树仔菜匀浆样品，前者VC含量测定结果高于后者。树仔菜产品采摘后，VC含量随着存放时间的延长而减少；低温环境下贮存2 d，VC损失较小。产品加工成匀浆待测样品后，在7 d时间内损失速度加快，添加草酸浸提剂的匀浆样品测定结果高于不加草酸的匀浆样品。

树仔菜VC含量比普通蔬菜高，主要集中在叶片部位，可高达138 mg/100 g。在试验区施加酸性土壤改良肥，促进了树仔菜植株的生长，可食用部位VC含量随着产量的增加而增加，树仔菜定植后同年5~6月份，VC含量较高，产品进入盛产期；7~8月，光照、雨量等因素的影响，树仔菜VC含量降低。因此，分析不同采收期树仔菜产品VC含量，有利于了解树仔菜的生长状况，为树仔菜的合理种植和采收提供有价值的参考。

参考文献:

- [1] 廖献海. 新特野菜: 海南树仔菜[J]. 农家之友, 2004(8): 10.
- [2] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分表[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1991: 36-39.
- [3] 周聪, 李建国, 陈忠, 等. 海南岛18种野生蔬菜的成分测定及质量安全价值分析[J]. 热带作物学报, 2010, 31(10): 1853-1860.
- [4] 周聪, 罗金辉, 李建国, 等. 海南树仔菜镉含量测定及质量安全风险评估[J]. 热带作物学报, 2009, 30(9): 1378-1382.
- [5] 赵敏, 周聪. 树仔菜嫩梢和叶片中多种元素含量变化的生理分析[J]. 热带农业科学, 2011, 31(5): 28-32.
- [6] 姚福荣, 任燕. 草莓不同采收时期维生素C含量的测定[J]. 毕节学院学报, 2007, 25(4): 84-88.
- [7] 张凤军, 张永成, 田丰. 不同生态环境马铃薯维生素C含量分析[J]. 种子, 2006, 25(12): 24-27.

- [8] 楚红英, 崔虹, 袁琦. 苦菜中维生素C含量的测定方法及含量变化规律[J]. 生物质化学工程, 2012, 46(3): 9-12.
- [9] 杜娟, 杨丽玲, 王春枝. 不同施肥处理对乌塌菜产量和品质的影响[J]. 北方园艺, 2011(8): 33-35.
- [10] 魏永义, 曾维丽, 景利芳. 不同贮藏方式对白萝卜中维生素C含量的影响[J]. 北方园艺, 2011(19): 142-143.
- [11] 龙勇, 孙谦, 冯靖媛, 等. 提高果蔬维生素C含量研究进展[J]. 食品工业科技, 2014, 35(1): 385-389.
- [12] GOLDMAN I L. Molecular breeding of healthy vegetables[J]. EMBO Report, 2011, 2(12): 96-102.
- [13] SMIRNOFF N, WHEELER G L. Ascorbic acid in plants: biosynthesis and function[J]. Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology, 2000, 9(4): 267-290.
- [14] KATHERINE A L, JOHN F H, GREGORY C P. Ontogenetic changes in vitamin C in selected rice varieties[J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2013, 66: 41-46.
- [15] DU G R, LI M J, MA F W, et al. Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in Actinidia fruits[J]. Food Chemistry, 2009, 113: 557-562.
- [16] 李玉兰, 魏永义, 于红樱. 不同储存方式对猕猴桃维生素C含量的影响[J]. 中国园艺文摘, 2014(4): 43-44.
- [17] 汤梦玲, 海米梨, 易雪峰, 等. 茶叶茶多酚及维生素C含量与储存时间相关性分析[J]. 大理学院学报, 2014, 13(2): 58-60.
- [18] MLEIVA-BRONDO M, MVALCÁRCEL V, CCORTÉS-OLMOS C. Exploring alternative germplasm for the development of stable high vitamin C content in tomato varieties[J]. Scientia Horticulturae, 2012, 133: 84-88.
- [19] 武汉大学. 分析化学[M]. 4版. 北京: 高等教育出版社, 1998: 5-6; 251-255.
- [20] 江苏省农科院综合实验室. GB 6195—1986 水果、蔬菜维生素C含量测定法: 2,6-二氯酚酚滴定法[S]. 北京: 国家标准局, 1986.
- [21] 周聪, 赵敏. 一种减少蔬菜重金属镉含量的土壤改良营养液: 中国, ZL201010170926.7[P/OL]. 2010-09-08. <http://www.pss-system.gov.cn/sipopublicsearch/search/searchHome-searchIndex.shtml?params=991CFE73D4DF553253D44E119219BF31366856FF4B152226CAE4DB031259396A>.
- [22] 张瑞, 史晓亚, 张会丽, 等. 不同贮藏温度对青椒生理性状的影响[J]. 河南农业科学, 2013, 42(4): 111-114.
- [23] 张冬梅, 汪振立, 罗六保, 等. 对新鲜果蔬中维生素C的测定结果影响因素研究[J]. 江西化工, 2010(1): 73-76.
- [24] 周聪, 赵敏. 蔬菜产地酸性土壤中Pb、Cd、Cr形态分析研究[J]. 热带作物学报, 2011, 32(7): 1272-1277.
- [25] 牛晓丽, 胡田田, 周振江, 等. 水肥供应对番茄果实维生素C含量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2013(3): 37-42.
- [26] 韩文海. 树仔菜的主要特性及其栽培技术[J]. 福建热作科技, 2010, 35(4): 52-55.