

无花果中维生素 C 含量的测定

邓 莉^{1,2*}, 向 莉³, 陈 轩^{1,2}, 肖甚圣^{1,2}

(1. 武汉轻工大学大宗粮油精深加工教育部重点实验室, 武汉 430023; 2. 武汉轻工大学食品科学与工程学院, 武汉 430023; 3. 三峡公共检验检测中心, 宜昌 443000)

摘 要: 目的 采用分光光度法测定无花果和无花果干中维生素 C 的含量。**方法** 选取一定浓度维生素 C 标准液进行波长扫描, 确定维生素 C 的最大吸收波长, 将待测样品匀浆处理后在此波长下进行分光光度测定。

结果 维生素 C 的最大吸收波长为 520 nm, 校准曲线方程 $Y=0.0208X+0.001(r^2=0.9998)$, 无花果和无花果干中维生素 C 含量分别为 69.08 mg/100 g 和 64.06 mg/100 g, 加标回收实验中回收率均在 90% 以上。**结论** 无花果中含有较高的维生素 C, 且无花果维生素 C 含量高于无花果干中维生素 C 含量。

关键词: 维生素 C; 无花果; 含量; 分光光度法

Determination of vitamin C content in *Ficus carica* L.

DENG Li^{1,2*}, XIANG Li³, CHEN Xuan^{1,2}, XIAO Shen-Sheng^{1,2}

(1. Key Laboratory for Deep Processing of Major Grain and Oil, Ministry of Education, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China; 2. College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China; 3. Three Gorges Public Inspection and Testing Center, Yichang 443000, China)

ABSTRACT: Objective To determine the content of vitamin C in *Ficus carica* L. and dry figs. **Methods** The certain concentration vitamin C standard solution was used for wavelength scanning to determine the maximum absorption wavelength of vitamin C. The homogenized sample was determined by spectrophotometry at this wavelength. **Results** The maximum absorption wavelength of vitamin C was 520 nm, the calibration curve equation was $Y=0.0208X+0.001$ ($r^2=0.9998$), and the vitamin C content in *Ficus carica* and dried *Ficus carica* was 69.08 mg/100 g and 64.06 mg/100 g. The recoveries were above 90%. **Conclusion** *Ficus carica* L. has higher vitamin C content, and the vitamin C content in *Ficus carica* is higher than dry figs.

KEY WORDS: vitamin C; *Ficus carica* L.; content; spectrophotometry

1 引 言

无花果, 又名映日果或者文仙果, 是桑科榕属的经济植物, 在新疆、广西、江苏、陕西、山东、四川、甘肃等地区栽培较为广泛, 年产量约 4~5 万吨, 具有较大的市场潜力^[1-3]。它不仅具有观赏性, 更重要的是具有很高的营养

价值和药用价值^[4-7]。其果实营养丰富, 具有特殊风味, 含大量维生素 A、C 及多种有机酸、微量元素、酶类和人体所需的 8 种氨基酸, 可以药食两用, 它能“健胃清肠, 消肿解毒, 治肠炎、痢疾、便秘、痔疮、喉痛、痈疮疥癣。”其叶可以“治痔疮、肿毒、心痛”^[8,9]。研究表明它还具有一定高血压作用, 最引人瞩目的是无花果含有多种抗癌活性成

基金项目: 武汉轻工大学校立项目(2019y15)

Fund: Supported by Wuhan Polytechnic University Project (2019y15)

*通讯作者: 邓莉, 硕士, 中级实验师, 主要研究方向为食品资源与开发。E-mail: 284208510@qq.com

*Corresponding author: DENG Li, Master, Intermediate Engineer, Wuhan Polytechnic University, No.68, Xuefu South Road, Changqing Garden, Dongxihu District, Wuhan 430023, China. E-mail: 284208510@qq.com

分,具有一定的抗癌功效^[10-12]。

维生素 C 又称抗坏血酸,是人体正常生理代谢不可缺少的一类有机物,对维持人体正常生理机能有着非常重要的作用,维生素 C 在人体不能合成,缺乏会导致坏血病^[13-15]。近年来,对无花果成分分析主要集中多糖、黄酮、酚类物质、花青素等活性成分的提取鉴别以及医学药用价值的研究,对无花果中维生素 C 成分的研究很少^[16-22]。本研究以无花果为原料,选取一定浓度维生素 C 标准液进行波长扫描,确定维生素 C 的最大吸收波长,测定无花果和无花果干中维生素 C 的含量,以期为无花果制成无花果干进行精深加工提供重要的理论依据和指导。

2 材料与方法

2.1 材料、试剂与仪器

无花果、无花果干(由武汉金色惠农生态专业合作社提供)。

维生素 C 标准物质(优级纯,美国 Sigma 公司);草酸(分析纯,购于天津科密欧化学试剂有限公司);2,4-二硝基苯肼(分析纯,阿拉丁化学试剂有限公司);硫脲(分析纯,上海国药集团化学试剂有限公司)。

Evolution 220 紫外可见分光光度计(北京普析 T6 新世纪);AL204 分析天平(梅特勒-托利多仪器有限公司);unico7200 分光光度计(上海沪粤明科学仪器有限公司);HH-22 恒温水浴锅(郑州长城科工贸有限公司);DHG-9240A 电热恒温鼓风干燥箱(上海新苗医疗器械制造有限公司)。

2.2 实验方法

2.2.1 标准溶液的配制

取 50 mL 维生素 C 标准储备液,向其中加入 2.0 g 处理好的活性炭,用溶剂过滤器抽滤,用移液管准确吸取 10 mL 滤液,加入 10 mL 用 10%硫脲溶液定容至 50 mL,则溶液中维生素 C 的浓度为 0.20 mg/mL。

分别吸取该溶液 0.0、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 mL 至 50 mL 容量瓶中,用 1%硫脲溶液定容至刻度线。得到维生素 C 浓度为 0、4、8、12、16、20 $\mu\text{g/mL}$ 的梯度稀释液。

2.2.2 标准曲线的绘制

取 18 支试管分为 6 组,每组 3 支,编号为 1、2、3,分别加入 2.2.1 中配制的 6 种不同稀释液 2 mL 于 10 mL 比色管中,各加一滴 10%硫脲溶液和 0.5 mL 2,4-二硝基苯肼溶液,加塞在 37 $^{\circ}\text{C}$ 水浴锅中反应 3 h,反应完成后向各比色管中缓慢滴加 2.5 mL 85%硫酸溶液,边加边摇防止温度升高产生碳化现象,滴加完全后置于冰水浴中继续反应 30 min。以浓度为 0 $\mu\text{g/mL}$ 维生素 C 标准稀释液为空白,反应完后在室温放置 30 min 后比色。

选取一定浓度维生素 C 标准液于分光光度计进行波

长扫描,找到最大可见吸收度的波长,并以此波长作为测定波长,以维生素 C 的含量为横坐标,分别测定各浓度标准稀释液的吸光度值,并根据测得的吸光度绘制标准曲线。

2.2.3 样品的处理

准确称取 3 份 10.0 g 新鲜无花果可食用部分,在研钵中研碎,加入 10 mL 1%草酸溶液,匀浆,转移至 50 mL 容量瓶中,用少量 1%草酸溶液洗涤研钵,一并转入容量瓶中,用 1%草酸溶液定容至刻度线。将容量瓶中的溶液过滤,取 20 mL 滤液,向其中加入 2.0 g 经处理的活性炭,用溶剂过滤器抽滤,用移液管准确吸取 10 mL 滤液,加入 10 mL 10%硫脲溶液,后续操作步骤和标准溶液相同。

对于无花果干,粉碎后称取 1.0 g,称 3 份,其他操作步骤和新鲜无花果一样。以浓度为 0 $\mu\text{g/mL}$ 的维生素 C 标准稀释液为空白,测定样品处理后的吸光度值。

计算公式为:

$$X = \frac{CV}{m} \times F \times \frac{100}{1000}$$

式中:

X——试样中总抗坏血酸含量,mg/100 g;

C——由回归方程算得试样稀释液中总抗坏血酸的浓度, $\mu\text{g/mL}$;

V——试样用 10g/L 草酸溶液定容的体积,mL;

F——试样氧化处理过程中的稀释倍数;

m——试样的质量,g;

100/1000——把每克中抗坏血酸的微克数化为每百克之毫克数。

2.2.4 加标回收率的测定

在研钵中匀浆的时候加入 4 mg 维生素 C 标准品,其他步骤按未加标样品一样处理,最后测定吸光度值,做 3 个平行,计算维生素 C 的含量,同时计算加标回收率。

3 结果与分析

3.1 波长的选择

以样品的空白溶液为参比,选取一定浓度维生素 C 标准稀释液按 2.2.2 标准溶液的处理方法加入相应试剂,生成红色的脲,然后用紫外分光光度计进行波长扫描。

由图 1 可知,在 520 nm 波长条件下吸光度值最大,因此选择 520 nm 作为吸光度测定波长,且在此波长下分别测定各浓度标准稀释液的吸光度值。

3.2 标准曲线的绘制

以样品空白溶液的吸光度值为零点,在 520 nm 波长条件下测定经处理后的维生素 C 标准溶液稀释液的吸光度值,以浓度 C 为横坐标,以吸光度值 A 为纵坐标绘制标准曲线。

由图 2 可知,在 520 nm 波长条件下,得到维生素 C

的校准曲线为 $Y=0.0208X+0.001$, 相关系数 $r^2=0.9998$ 。说明在 4~20 $\mu\text{g/mL}$ 浓度范围内, 维生素 C 的吸光度和浓度呈现良好的线性关系。

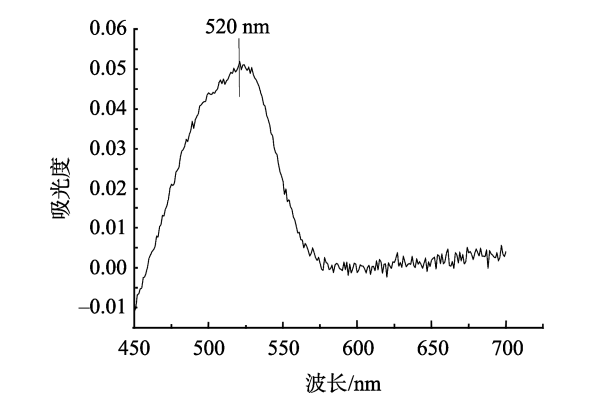


图 1 维生素 C 的最大吸收波长
Fig.1 The maximum absorption wavelength of vitamin C

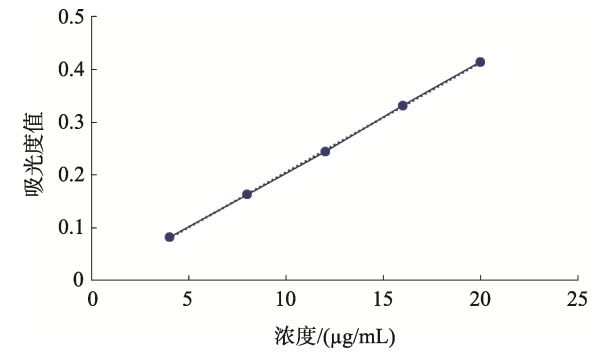


图 2 维生素 C 的标准曲线
Fig.2 Standard curve of vitamin C

3.3 样品中维生素 C 含量的测定

3.3.1 无花果和无花果干样品中水分含量的测定

由表 1 可知, 无花果中水分含量是 84.7%, 无花果干水分含量是 8.97%。

表 1 无花果和无花果干样品中水分含量
Table 1 Moisture content in *Ficus carica* and dried *Ficus carica*

样品	盒子/g	样品/g	烘后总重/g	水分含量/g	水分百分含量/%	平均值/%
无花果	7.0333	5.1956	7.8346	0.8458	84.58	84.70
	7.4037	5.3306	8.2139	0.8480	84.80	
	7.0312	5.4676	7.8664	0.8472	84.72	
	7.3744	1.034	8.3169	0.0885	8.85	
无花果干	7.3062	1.0125	8.2264	0.0912	9.12	8.97
	7.2507	1.0111	8.1715	0.0893	8.93	

3.3.2 维生素 C 含量的测定

由表 2 无花果的维生素 C 含量可以得知, 无花果是一种维生素 C 含量极为丰富的水果, 无花果制成无花果干后, 维生素 C 含量为 64.26 $\text{mg}/100\text{ g}$, 小于无花果中维生素 C 含量 69.08 $\text{mg}/100\text{ g}$, 说明经过干制工艺, 维生素 C 有一定损失。因无花果不耐储存, 所以将无花果制成无花果干是其进行精深加工的重要途径。然而, 如何最大程度地保留其营养价值, 则是后续需要继续解决的问题, 通过优化干制工艺, 来减少包括维生素 C 在内的各种营养成分的流失。

表 2 无花果和无花果干基维生素 C 含量
Table 2 Content of vitamin C in *Ficus carica* and dried *Ficus carica*

样品	质量 m/g	吸光 值 A	浓度 $C/(\mu\text{g/mL})$	平均值 $/(\mu\text{g/mL})$	VC 含量 $X_{\mp}$ $/(\text{mg}/100\text{ g})$
无 花 果	10.0000	0.228	10.90	10.57	69.08
	10.0000	0.219	10.48		
	10.0000	0.216	10.34		
无 花 果 干	1.0000	0.122	5.82	5.85	64.26
	1.0000	0.127	6.06		
	1.0000	0.119	5.67		

注: VC 含量 X 根据 3.3.1 算出的水分含量, 换算为干基之后计算的。

3.4 加标回收率的测定

依据 2.2.2 中的实验方法, 进行加标回收率测定, 结果见表 3。

表 3 无花果和无花干果中 VC 加标回收率的测定($n=3$)
Table 3 Determination of recovery rate of vitamin C in *Ficus carica* and dried *Ficus carica*($n=3$)

样品	空白样品 VC 含量 $/(\text{mg}/100\text{ g})$	加标量 $/\text{mg}$	测得值 $/(\text{mg}/100\text{ g})$	回收率 $\%$
无花果	69.08	2	70.94	92
		3	71.84	93
		4	72.84	94
		2	66.16	95
无花果干	64.26	3	67.08	94
		4	68.14	97

由表 3 可知, 样品无花果中的维生素 C 回收率均达到 90% 以上。

4 结 论

维生素 C 的最大吸收值在 520 nm, 校准曲线方程 $Y=0.0208X+0.001(r^2=0.9998)$, 无花果和无花果干中维生素 C 含量分别为 69.08 mg/100 g 和 64.06 mg/100 g。样品无花果中的维生素 C 回收率均达到 90%以上。

参考文献

- [1] 任雪婷, 李春英, 赵春建, 等. 无花果加工利用研究现状[J]. 黑龙江农业科学, 2019, (5): 56–158.
Ren XT, Li CY, Zhao CJ, et al. Research status of processing and utilization of *Ficus carica* Linn [J]. Heilongjiang Agric Sci, 2019, (5): 56–158.
- [2] 马艳弘, 田丽敏, 孙小华, 等. 无花果酶解制汁工艺优化及抗氧化活性[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(1): 111–117.
Ma YH, Tian LM, Sun XH, et al. Optimization of enzymatic hydrolysis for production of fig juice and antioxidant activity [J]. Food Res Dev, 2019, 40(1): 111–117.
- [3] 张锦华, 徐蔓, 白宝清, 等. 响应面法优化提取无花果干果中多酚和总黄酮物质及其抗氧化活性[J]. 食品工业科技, 2018, 39(16): 183–190, 212.
Zhang JH, Xu M, Bai BQ, et al. Optimization of extraction of polyphenols and total flavonoids from dried figs by response surface methodology and antioxidant activity analysis [J]. Sci Technol Food Ind, 2018, 39(16): 183–190, 212.
- [4] 崔鹏, 陈志冉, 史雷革. 微波提取无花果叶中的总黄酮及其体外抗氧化活性研究[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(1): 41–45.
Cui P, Chen ZR, Shi LG, et al. Microwave extraction and free radical scavenging activity of total flavonoids from *Ficus carica* leaves [J]. Food Res Dev, 2018, 39(1): 41–45.
- [5] 徐蔓, 张锦华, 白宝清. 无花果干果不同溶剂提取物及其抗氧化活性研究[J]. 山西农业科学, 2017, 45(9): 1430–1434.
Xu M, Zhang JH, Bai BQ, et al. Study on different solvent extracts of fig dried fruit and its antioxidative activity [J]. J Shanxi Agric Sci, 2017, 45(9): 1430–1434.
- [6] 秦丹丹, 张生万, 郭萌, 等. 干燥方式对无花果酚类物质及其抗氧化活性的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(9): 102–107.
Qin DD, Zhang SW, Guo M, et al. Effect of drying methods on polyphenol composition and antioxidant activities of figs (*Ficus carica* L.) [J]. Food Sci, 2018, 39(9): 102–107.
- [7] 白冬红, 卢昊, 辛力, 等. 几种无花果干制产品抗氧化性的测定[J]. 山东农业科学, 2017, 49(2): 64–66, 71.
Bai DH, Lu H, Xin L, et al. Determination of antioxidant ability of several dried fig products [J]. J Shandong Agric Sci, 2017, 49(2): 64–66, 71.
- [8] 马丽, 白淑荣, 韩占友, 等. 果蔬中总多酚和维生素 C 测定方法优化的研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 6(4): 1492–1497.
Ma L, Bai SR, Han ZY, et al. Study on optimized determination of total polyphenols and vitamin C [J]. J Food Saf Qual, 2015, 6(4): 1492–1497.
- [9] 李文婕, 杨小明, 张赫男, 等. 无花果多糖的纯化及其抗氧化活性研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(14): 161–165.
Li WJ, Yang XM, Zhang HN, et al. Study on purification and antioxidation of polysaccharides from *Ficus carica* L. [J]. Sci Technol Food Ind, 2014, 35(14): 161–165.
- [10] 汤慧民. 无花果的抗氧化研究[J]. 食品工业, 2012, 33(11): 135–137.
Tang HM. Study on antioxidation of *Ficus carica* L. [J]. Food Ind, 2012, 33(11): 135–137.
- [11] 罗志辉, 陈丽娜, 陈冠丹, 等. 新型紫外可见光法测定沙田柚中维生素 C 的含量[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(10): 2321–2325.
Luo ZH, Chen LN, Chen GD, et al. A novel UV-visible method for the detection of vitamin C in *Shatian pumelo* [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(10): 2321–2325.
- [12] 张泽俊, 沙坤, 马雯. 无花果叶不同溶剂提取物抗氧化活性的比较研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(12): 6981–6982, 7010.
Zhang ZJ, Sha K, Ma W. Study on antioxidative activity of the different solvent extracts from *Ficus carica* L. leaves [J]. J Anhui Agric Sci, 2011, 39(12): 6981–6982, 7010.
- [13] 邱松山, 周天, 姜翠翠. 无花果粗多糖提取工艺及抗氧化活性研究[J]. 食品与机械, 2011, 27(1): 40–42.
Qiu SS, Zhou T, Jiang CC. Preliminary study on extracting technology and antioxidant activity of total polysaccharide from *Ficus carica* L. [J]. Food Mach, 2011, 27(1): 40–42.
- [14] 周爱琴, 李春丽, 王然, 等. 无花果果实发育形态学观察[J]. 北京农学院学报, 2016, 31(4): 17–20.
Zhou AQ, Li CL, Wang R, et al. Morphological observation on fig fruit development [J]. J Beijing Univ Agric, 2016, 31(4): 17–20.
- [15] 张小曼, 马银海, 袁琳, 等. 无花果皮红色素提取及其抗氧化性[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(12): 281–284.
Zhang XM, Ma YH, Yuan L, et al. Study on resin extraction and antioxidant activity of red pigment from pericarp of *Ficus carica* L. [J]. Food Res Dev, 2010, 31(12): 281–284.
- [16] Han QQ, Shen TT, Wang F, et al. Preventive and therapeutic potential of vitamin C in mental disorders [J]. Current Med Sci, 2018, 38(1): 1–10.
- [17] Ang A, Pullar JM, Currie MJ, et al. Vitamin C and immune cell function in inflammation and cancer [J]. Biochem Soc Trans, 2018, 46(5): 1147–1159.
- [18] 颜道民, 尹金晶, 唐晋文, 等. 鲜食无花果贮藏保鲜技术研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(9): 2462–2467.
Yan DM, Yin JJ, Tang JW. Research advances on storage and fresh-keeping technology of fresh *Ficus carica* L. [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(9): 2462–2467.
- [19] 张彩芳, 李翠翠. 番茄汁饮料维生素 C 稳定性的研究[J]. 粮食与食品工业, 2018, 25(4): 25–30.
Zhang CF, Li CC. Study on stability of vitamin C in tomato juice beverage [J]. Cere Food Ind, 2018, 25(4): 25–30.
- [20] 杨丽, 麦振龙, 朱良, 等. 果蔬中维生素 C 含量的测定方法比较与优化[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(22): 232–233, 236.
Yang L, Mai ZL, Zhu L, et al. Comparison and optimization of determination methods of vitamin C content in fruits and vegetables [J]. J Anhui Agric Sci, 2018, 46(22): 232–233, 236.
- [21] 邱清莲, 吴斯燕, 刘光兰, 等. 含葡萄籽提取物的维生素 C 的测定[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(1): 39–44.
Qiu QL, Wu SY, Liu GL, et al. Determination of vitamin C in grape seed extraction [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(1): 39–44.
- [22] 杨艳. 分光光度法测定苦丁茶中维生素 C 的含量[J]. 广州化工, 2010, 38(10): 161–162.
Yang Y. Determination of vitamin C in *Iletlatifolia thunb* with spectrophotography [J]. Guangdong Chem Ind, 2010, 38(10): 161–162.

(责任编辑: 武英华)

作者简介



邓莉, 硕士, 中级实验师, 主要研究方向为食品资源与开发。

E-mail: 284208510@qq.com