

几种无花果干制产品抗氧化性的测定

白冬红¹, 卢昊², 辛力², 陈义伦¹, 张倩²

(1. 山东农业大学食品科学与工程学院, 山东 泰安 271018; 2. 山东省果树研究所, 山东 泰安 271000)

摘要: 通过酶联免疫法和总还原能力测定, 评价了几种无花果干制产品的抗氧化活性。结果表明, 无花果干制产品均具有一定抗氧化性, 且烘干产品的抗氧化活性高于冻干产品和果脯。原因可能是烘干加工过程中形成的美拉德反应产物具有较高抗氧化性; 果脯加工中加糖煮制, 会损失一些抗氧化物质。

关键词: 抗氧化活性; 烘干无花果; 冻干无花果; 无花果脯; 美拉德反应

中图分类号: S663.301 文献标识码: A 文章编号: 1001-4942(2017)02-0064-04

Determination of Antioxidant Ability of Several Dried Fig Products

Bai Donghong¹, Lu Hao², Xin Li², Chen Yilun¹, Zhang Qian²

(1. College of Food Science and Engineering, Shandong Agricultural University,

Taian 271018, China; 2. Shandong Institute of Pomology, Taian 271000, China)

Abstract The antioxidant activity of several kinds of dried fig products was evaluated by ELISA method and the determination of total reducing ability. It turned out that all the dried fig products had certain oxidant resistances, and the antioxidant activity of dried figs was better than that of dried frozen figs and preserved fruit. The reason might be that the preserved fruit lose some antioxidant substances due to cooked with sugar, so its antioxidant activity was lower than that of dried fig; but the Maillard reaction products had higher oxidant resistance during drying, so the antioxidant ability of dried fig was better.

Keywords Antioxidant ability; Dried fig; Dried frozen fig; Preserved fig fruit; Maillard reaction

无花果是一种桑科榕属植物, 具有较高的营养价值和药用价值^[1], 富含还原糖(主要为葡萄糖和果糖)和各种游离氨基酸。在干制过程中会因加热和烘烤产生美拉德反应^[2], 美拉德反应不仅赋予食品特殊的色泽与风味, 更产生大量的强抗氧化性物质, 可有效清除机体内产生的氧自由基和抗脂质氧化, 对细胞也有保护和抗诱变等作用^[3]。目前国内外研究主要集中于无花果产品的开发利用, 如无花果果酱^[4]、无花果果醋^[5]等, 以及无花果的贮藏保鲜^[6], 在抗氧化方面已有无花果叶抗氧化效果的研究^[7-8], 而对无花果干制产品抗氧化性的研究较少。本研究采用试剂盒酶

联免疫分析法和铁氰化钾还原性评价方法, 比较了无花果干制产品的抗氧化能力, 以期为进一步评价无花果产品的营养保健价值提供参考。

1 材料与方法

1.1 原料与试剂

1.1.1 原料 无花果干制产品由威海长寿康食品有限公司提供。样品 1: 无花果冻干产品 1; 样品 2: 无花果冻干产品 2; 样品 3: 无花果烘干产品 1; 样品 4: 无花果烘干产品 2; 样品 5: 无花果果脯。上述无花果加工产品均由同一批冷冻无花果原料加工而成, 见图 1。

收稿日期: 2016-08-16

基金项目: 山东省现代农业产业技术体系水果创新团队建设(SDAIT-06-13)

作者简介: 白冬红, 女, 硕士研究生, 研究方向为农产品加工工程。E-mail: bdhwkf@163.com

通讯作者: 张倩, 女, 助理研究员, 主要从事果品贮藏加工方面的研究。E-mail: cherryzhang2006@126.com

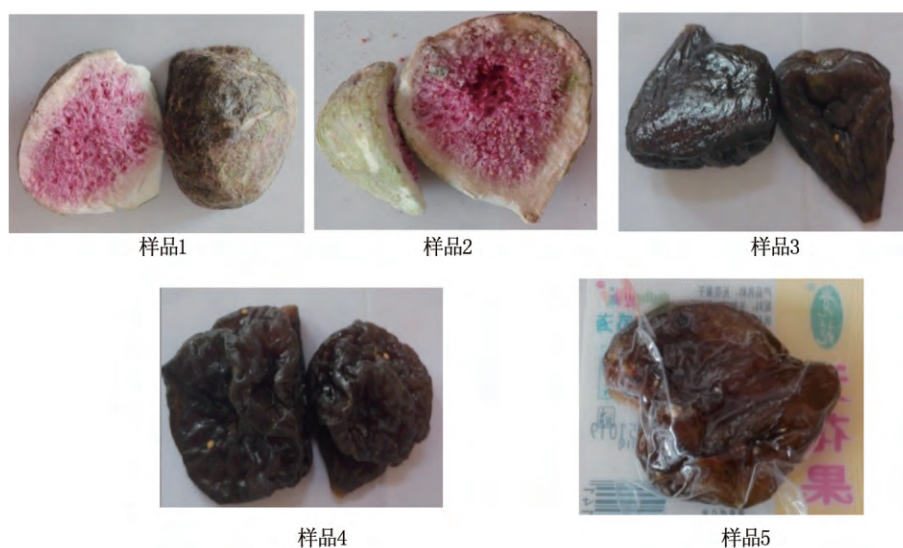


图1 无花果干制产品样品

1.1.2 试剂 磷酸二氢钠、磷酸氢二钠、铁氰化钾、三氯乙酸、氯化铁,购自天津市凯通化学试剂有限公司,均为分析纯。95%乙醇、去离子水、酶联免疫试剂盒,购自上海酶联生物科技有限公司。

1.1.3 仪器与设备 主要有电子天平(JN202N,上海精天电子仪器有限公司)、恒温水浴锅(HH-2,国华电器有限公司)、离心机(DL-5000B-B,上海安亭科学仪器厂)、酶标仪(Spectramax M5,北京成志科为生物科技有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 无花果水分含量的测定 水分测定参照国标 GB 5009.3-2010^[9]。将上述5种无花果样品粉碎,称取样品2~3 g于已知恒重称量皿中,置于(100±2)℃的鼓风电热恒温干燥箱内(皿盖斜放在皿边)加热2~4 h,加盖取出,在干燥器内冷却0.5 h,称量。重复以上操作,直至连续两次称量差不超过0.002 g,即为恒重。

1.2.2 无花果抗氧化活性的测定 (1) 样品前处理:参考无花果多糖的提取方法^[10]。水提液的制备:精确称取4 g以上5种样品,粉碎,加入一定比例的水(固液比1:16),超声提取30 min,超声功率150 W,提取温度70℃,浸提后进行离心,取上清液为水提物,定容至100 mL。

醇提液的制备:取上述滤渣,加入一定比例的95%乙醇(固液比1:16),超声提取30 min,超声功率150 W,提取温度70℃,浸提后进行离心,取上清液为水提物,定容至100 mL。

将水提液与醇提液以1:1混合,则为总提取

液的测试液。

(2) 酶联免疫试剂盒测定总抗氧化活性:测定方法依据酶联免疫试剂盒的操作步骤进行,点样量为10 μL加40 μL水,通过酶标仪测定其吸光值。

(3) 还原能力测试^[11]:标准曲线的绘制:在2.5 mL pH 6.6磷酸缓冲液中分别加入没食子酸(100 mg/mL) 0、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 mL,混匀后加入1%铁氰化钾1.0 mL,混合液在50℃恒温20 min,急剧冷却,加入10%三氯乙酸2.5 mL,静置10 min,取上清液2.5 mL至10 mL试管中,加入蒸馏水2.5 mL,再加入0.1% FeCl₃ 0.5 mL,混合均匀,静置10 min,在700 nm下测定吸光度值A,绘制标准曲线。

样品测定:分别取以上20 mg/mL测试液1.0 mL代替没食子酸,其它操作同标准曲线,测定吸光值。

2 结果与分析

2.1 无花果干制产品水分含量

如图2所示,5种无花果干制产品样品的含水量相对较高,在5.59%~26.3%。

2.2 无花果干制产品抗氧化活性

2.2.1 试剂盒酶联免疫分析结果 如图3所示,样品1和2为冻干产品,抗氧化活性大体相近。样品3和4为烘干产品,且样品4的颜色较深,烘干产品的抗氧化能力均比冻干品高,且颜色较深的烘干产品更高,说明无花果在烘制过程中可能

发生了能产生大量抗氧化物质的美拉德反应。样品 5 为无花果果脯,因为加糖煮制会损失一些抗氧化物质,其抗氧化能力也低于烘干产品。

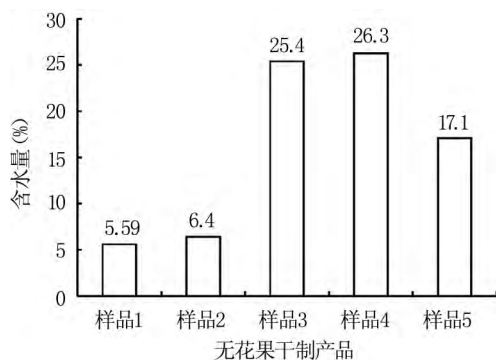


图 2 5 份无花果样品的水分含量

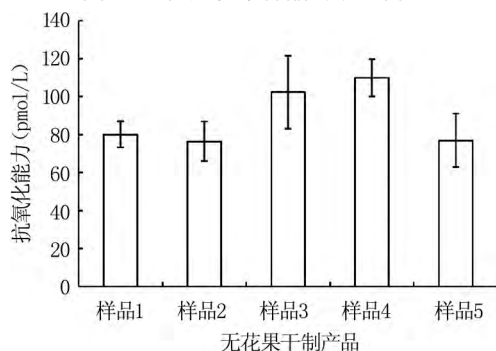


图 3 样品酶联免疫测定抗氧化能力

2.2.2 还原能力测试结果 如图 4 所示,样品还原能力与用酶联免疫法测定的总抗氧化能力变化一致,烘干产品(样品 3、样品 4)的还原能力比冻干产品(样品 1、样品 2)高,而且颜色较深的烘干产品更高。

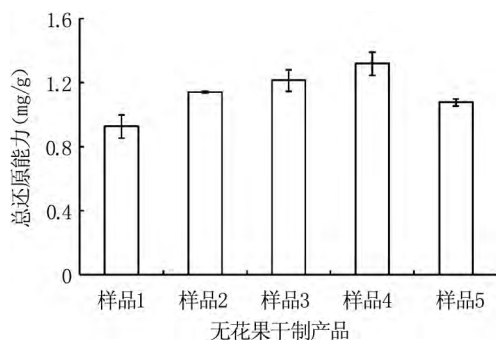


图 4 样品总还原能力测定结果

2.2.3 无花果干物质样品的抗氧化活性测定结果 将无花果成品按照其含水量换算无花果干制产品单位干物质的抗氧化活性,结果如图 5 和图 6 所示,可见,酶联免疫分析测定的抗氧化活性与总还原能力均是烘干产品(样品 3、样品 4)高于冻干产品(样品 1、样品 2),总抗氧化能力烘干产

品比冻干产品高 40.5%,总还原能力高 35.5%。

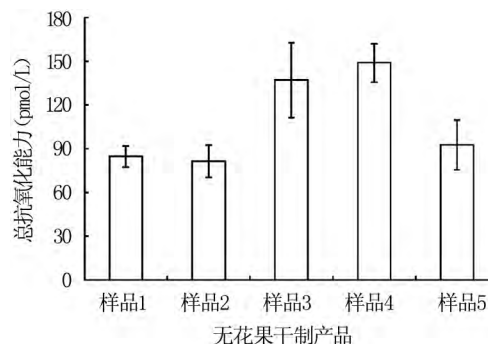


图 5 干物质样品的总抗氧化能力

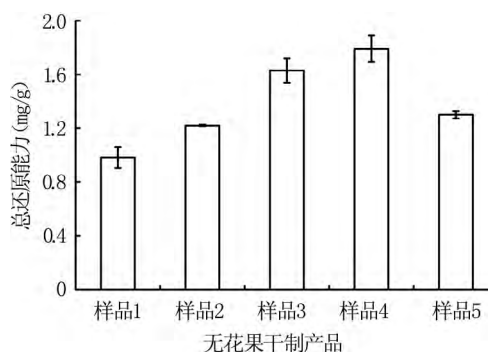


图 6 干物质样品的总还原能力

3 讨论与结论

邱松山等^[10]发现无花果多糖对活性氧自由基具有显著的清除作用。本试验通过酶联免疫试剂盒与总还原能力的测定,证实无花果干制品具有较强的抗氧化能力,烘干产品的抗氧化性高于冻干产品和果脯,且颜色较深的烘干品的抗氧化活性更高,其原因可能是无花果在烘制过程中发生了美拉德反应。孙月娥等^[12]的研究也表明黑蒜的抗氧化能力远远高于白蒜,说明美拉德反应产物具有较强的抗氧化活性。

参 考 文 献:

- [1] 汤慧民. 无花果的抗氧化研究[J]. 食品工业, 2012, 33(11): 135-137.
- [2] Yoo M A, Kim H W, Kim K H, et al. Antioxidant effect of brown substances separated from defatted roasted sesame dregs[J]. Food Science and Biotechnology, 2004(13): 274-278.
- [3] 鲁珍, 穆利霞, 刘军, 等. 蚕蛹酶解液美拉德反应产物的制备和风味成分分析[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(4): 119-124.
- [4] 黄鹏. 低糖无花果果酱的加工研制[J]. 食品工业科技, 2007, 28(11): 183-188.

(下转第 71 页)

- [J]. 化学通报, 2014 (7): 654 - 659.
- [2] 董小蓉, 杨晓明, 鲁翌, 等. 长江、汉江水源水及其自来水中有有机生物毒性的比较 [J]. 中国环境科学, 2010, 30 (2): 263 - 268.
- [3] Agrawal V K, Chaturvedi S, Abraham M H, et al. QSAR study on tadpole narcosis [J]. Bioorganic. & Medicinal. Chemistry, 2003, 11(20): 4523 - 4533.
- [4] Abraham M H, Rafols C. Factors that influence tadpole narcosis. An LFER analysis [J]. J. Chem. Soc., Perkin Trans., 1995 2(10): 1843 - 1851.
- [5] 安丽英, 相玉红, 张卓勇, 等. 定量构效关系研究进展及其应用 [J]. 首都师范大学学报 (自然科学版), 2006, 27 (3): 52 - 57.
- [6] Chang C C, Lin C J. LIBSVM: a library for support vector machines [J]. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST), 2011, 2(3): 27.
- [7] 梅虎, 周原, 孙立力, 等. 一种新的氨基酸描述子及其在肽 QSAR 中的应用 [J]. 物理化学学报, 2004, 20(8): 821 - 825.
- [8] 陈渊, 袁哲明, 周玮, 等. 基于地统计学与支持向量回归的 QSAR 建模 [J]. 物理化学学报, 2009, 25(8): 1587 - 1592.
- [9] 顾燕萍, 赵文杰, 吴占松. 最小二乘支持向量机鲁棒回归算法研究 [J]. 清华大学学报 (自然科学版), 2015, 55(4): 396 - 402.
- [10] 孙德山. 支持向量机分类与回归方法研究 [D]. 长沙: 中南大学, 2004.
- [11] 李颖, 李向辉, 徐西林, 等. 芳香羧酸衍生物驱避剂的非线性定量构效关系 [J]. 昆虫学报, 2014, 57(9): 1018 - 1024.
- [12] 王雪源, 张灿, 蒋莉, 等. 基于支持向量机的乙酰胆碱酯酶抑制剂的构效关系研究 [J]. 计算机与应用化学, 2014, 31(2): 185 - 188.
- [13] Wang L, Dai Z, Zhang H, et al. Quantitative sequence - activity model analysis of oligopeptides coupling an improved high - dimension feature selection method with support vector regression [J]. Chemical Biology Drug Design, 2014, 83(4): 379 - 391.
- [14] 熊光, 张红燕. 黄烷酮类衍生物的抗菌活性 QSAR 研究 [J]. 中国农学通报, 2015, 31(29): 77 - 81.
- [15] Tetko I V, Gasteiger J, Todeschini R, et al. Virtual computational chemistry laboratory - design and description [J]. Journal of Computer - Aided Molecular Design, 2005, 19(6): 453 - 463.
- [16] Tang Q Y, Zhang C X. Data processing system (DPS) software with experimental design, statistical analysis and data mining developed for use in entomological research [J]. Insect Science, 2013, 20(2): 254 - 260.
- [17] Wold S, Ruhe A, Wold H, et al. The collinearity problem in linear regression. The partial least squares (PLS) approach to generalized inverses [J]. Siam Journal on Scientific & Statistical Computing, 1984, 5(3): 735 - 743.
- [18] 张学工. 关于统计学习理论与支持向量机 [J]. 自动化学报, 2000, 26(1): 32 - 42.
- [19] Tropsha A, Gramatica P, Gombar V K. The importance of being earnest: validation is the absolute essential for successful application and interpretation of QSPR models [J]. QSAR & Combinatorial Science, 2003, 22(1): 69 - 77.
-
- (上接第 66 页)
- [5] 缪静, 殷日彩, 冯志彬, 等. 无花果果醋发酵工艺优化 [J]. 食品与机械, 2014, 30(3): 218 - 221.
- [6] 李芳, 孔令明, 宋曼, 等. 速冻无花果保鲜工艺的研究 [J]. 食品工业, 2014, 35(9): 70 - 74.
- [7] 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.
- [8] 杨润亚, 明永飞, 王慧. 无花果叶中总黄酮的提取及其抗氧化活性测定 [J]. 食品科学, 2010, 31(16): 78 - 82.
- [9] 中华人民共和国卫生部. GB 5009.3 - 2010 食品安全国家标准 食品中水分的测定 [S]. 2010.
- [10] 邱松山, 周天, 姜翠翠, 等. 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.
- [11] Kanokwan M, Soottawat B, Munehiko T. Effect of reactant concentrations on the Maillard reaction in a fructose - glycine model system and the inhibition of black tiger shrimp polyphenoloxidase [J]. Food Chemistry, 2006, 98(1): 1 - 8.
- [12] 孙月娥, 吕丹娜, 王卫东, 等. 美拉德反应对大蒜抗氧化活性的影响 [J]. 食品工业科技, 2013, 34(9): 119 - 123.