文章编号:1673-1689(2010)06-0809-04

不同酸溶液中桑葚色素对加工处理的稳定性研究

夏红，许建生
(苏州农业职业技术学院，江苏 苏州 215008)

摘 要：以1、0.1、0.01 mol/L的盐酸、柠檬酸、酒石酸溶液为溶剂溶解定容提纯的桑葚色素，将色素溶液分别进行70 ℃水浴加热5 h、超声处理1 h、自然光照3 d，以512 nm处吸光度变化率观察桑葚色素在不同酸溶液中对加热、超声、光照的呈色稳定性。结果表明：酸的种类和浓度对桑葚红色素加热、超声、光照处理的呈色稳定性都产生影响。比较而言，在盐酸溶液中桑葚色素对加工处理表现出一定的稳定性；在酒石酸和柠檬酸溶液中色素经上述处理后吸光度的变化相对较大，但在柠檬酸溶液中的变化相对较小。

关键词：酸；桑葚色素；稳定性
中图分类号：TS 202.3 **文献标识码**：A

Study on the Processing Stability of Mulberry Pigment

XIA Hong, XU Jian-sheng
(Suzhou Polytechnic Institute of Agriculture, Suzhou 215008, China)

Abstract: The red pigment from mulberry pigment was dissolved in the solution of 1, 0.1 和 0.01mol/L hydrochloric acid, citric acid, tartaric acid, respectively. The pigment solutions were then heated at 70 ℃ for 5 hours, processed ultrasonically for 1 hour and placed in the light naturally for 3 days, respectively. With the changes of absorbance (512 nm) as index to evulate the stability of pigment. The result showed that the pigment stability was affected by the kind and concent of acid solution. It was found that the pigment exhibited high stability in hydrochloric acid, but big changes of absorbance in tartaric acid and citric acid solution.

Key words: acid, mulberry pigment, stabililty

色素是食品加工中常用的添加剂，在饮料、糕点中广泛应用。根据其来源，作为食品添加剂的色素可以分为人工合成色素及天然色素两大类。人工合成色素是指用人工化学合成方法所制造的有机色素，其成本低，着色力强，色彩鲜艳，呈色较稳定，所以人工合成色素在食品中被广泛应用。由于人工合成色素多为有机偶氮类化合物，为了保证消费者的身体健康，国家对人工合成色素在食品中允许使用的品种、范围和添加量作了严格的规定，目前被批准使用于食品的常见人工合成色素有胭脂红、苋菜红、柠檬黄、日落黄、亮蓝等。《食品添加剂使用卫生标准》明确规定食品中添加食用色素的范

收稿日期：2010-01-15
基金项目：江苏省高校特色专业建设项目(2008－116)。
作者简介：夏红(1965-)，女，上海人，工学硕士，教授，主要从事食品化学、农产品贮藏加工研究。
Email：xhfood@163.com

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

围和用量，例如：日落黄、柠檬黄的最大使用量是0.1 g/kg，胭脂红的最大使用量是0.05 g/kg。软饮料（如碳酸饮料）、蜜饯、糕点、糖果、果冻等可使用规定的食用色素，牛奶、纯水、肉制品（如肉干、肉脯、肉松）、炒货（如瓜子、松子）等禁止添加人工合成色素，婴幼儿食品中严禁使用任何人工合成色素。

随着人民生活水平的提高、健康意识的增强，人们对食品添加剂的选择已不再仅仅以成本考虑，而更多地考虑食品安全与健康因素。天然色素虽然可来源于动物和微生物，但更多地来自植物。植物色素所含物质不同，性质也各异，不仅呈现不同的色彩，一些天然色素还具有一定的生理活性，如抗氧化性等。但许多天然植物色素性质不稳定，在加工、保存过程中容易褪色或变色，因此在生产中的应用有一定的限制。

目前，对天然色素的提取工艺、基本性质的研究较多，其中对天然红色素研究较深入，如杨梅色素、桑果色素等[1-12]，这些色素一般在偏酸性溶液中相对较稳定。使用色素较多的食品有饮料、糕点、糖果等，在这些食品的生产过程中一般会采用热、超声、紫外线杀菌等加工处理手段，可能会对色素的呈色稳定性产生一定的影响。作者在原有工作的基础上[13]，利用提纯的桑葚色素粉末溶解于不同酸溶液中，再进行加热、超声、光照处理，观察桑果色素的呈色稳定性，这样可以减小直接利用粗提液进行实验带来的杂质影响，可以更准确地积累基础性数据，为桑葚色素应用于食品加工提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

桑葚色素：湖州柳荫生物技术有限公司提供，花青素质量分数为20%。

1.2 试剂和仪器

盐酸：AP，常州市武卫试剂有限公司产品；柠檬酸：AP，上海试剂一厂产品；酒石酸：AP，上海化学试剂采购供应站提供；实验采用蒸馏水。

TU-1901双光束紫外-可见分光光度计：北京普析通用仪器有限责任公司产品；722S可见分光光度计：上海精密科学仪器有限公司产品；DK-S24型电热恒温水浴锅：上海精宏实验设备有限公司产品；KQ-100DB型数控超声清洗器：昆山市超声波仪器有限公司产品。

1.3 色素溶液的配制

准确称取0.001 5～0.003 0 g桑色素，以不同浓度的盐酸、柠檬酸、酒石酸为溶剂，定容成100 mL，得色素溶液进行稳定性试验。

1.4 实验方法

将色素溶液分别置于70 ℃水浴中加热5 h、超声处理1 h、置于自然光照下3 d，测定处理前后溶液在512 nm处的吸光度，比较处理前后溶液吸光度的变化率，以此分析不同酸溶液中提纯的桑葚色素对加热、超声和光照处理的稳定性。每种溶剂作平行实验1次，所有实验并作重复实验1次，取重复实验的平均值进行结果分析。

2 结果与分析

2.1 桑葚色素在不同酸溶液中对加热的稳定性

从表1结果可见，在不同酸中桑葚色素溶液经加热处理后溶液吸光度均下降，表现出对加热的不稳定性；但其呈色稳定性在不同酸中有差异。总体来说，在盐酸溶液中相对变化较小，表现出一定的稳定性，而在酒石酸溶液中加热后呈色尤其不稳定；在食品工业中常用的柠檬酸体系中，桑葚色素加热处理后溶液吸光度下降，但变化值不是很大。

表1 桑葚色素在不同酸溶液中加热前后吸光度的变化率

Tab.1 The changes of absorbance at different acid solution with heat treatment

酸浓度/(mol/L)	加热后吸光度平均变化率/%					
	柠檬酸		酒石酸		盐酸	
	重复实验1	重复实验2	重复实验1	重复实验2	重复实验1	重复实验2
1	−12.23	−16.64	−78.47	−87.82	−3.90	−2.04
0.1	−10.65	−12.70	−49.88	−48.69	−5.23	−4.38
0.01	−15.44	−12.08	−31.64	−22.20	−8.57	−7.64

酸溶液的浓度对色素的加热稳定性也有影响。盐酸溶液浓度越大，色素加热时的呈色稳定性越高；但酒石酸溶液浓度越大时，色素加热时的呈色稳定性越差；而在0.1 mol/L柠檬酸溶液中，桑葚

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

色素加热时的呈色稳定性最高。

在作者选取的酸溶液中,桑葚色素加热时,在 1 mol/L 盐酸溶液中呈色稳定性最高,而在 1 mol/L 酒石酸溶液中呈色稳定性最差。从实际应用的角度考虑,在桑葚色素在柠檬酸溶液中加热时有一定的呈色稳定性。

2.2　桑葚色素在不同酸溶液中对光照的稳定性

表 2 表明:除了在 1 mol/L 的盐酸溶液中,光照时不同酸溶液中的桑葚色素其吸光度均下降,表现出色素对光照的不稳定性;和加热时一样,色素对光照处理的呈色不稳定性在不同的酸溶液中有一定的差异。总体而言,在盐酸溶液中对光照相对稳定,其吸光度变化较小;而在酒石酸溶液中变化最大,表现出较强的不稳定性;在柠檬酸溶液中光照后吸光度变化率虽不如在酒石酸溶液中大,但其变化也较大。以上情况说明桑葚色素对光照处理的呈色稳定性较差,在某些饮料等产品的生产使用中应加以注意。

表 2　桑葚色素在不同酸溶液中光照前后吸光度的变化率

Tab. 2　The changes of absorbance at different acid solution with light treatment

酸浓度/(mol/L)	加热后吸光度平均变化率/%					
	柠檬酸		酒石酸		盐酸	
	重复实验 1	重复实验 2	重复实验 1	重复实验 2	重复实验 1	重复实验 2
1	−31.18	−47.33	−51.72	−83.78	0.33	0.22
0.1	−15.32	−28.43	−48.07	−62.22	−0.94	−0.81
0.01	−12.92	−16.21	−22.44	−26.84	−2.53	−3.71

同一种酸溶液中,浓度对桑葚色素的呈色稳定性也有影响,尤其是在酒石酸和柠檬酸溶液中。不同浓度的盐酸溶液中,桑葚色素经光照后溶液的吸光度虽有变化,但变化率较小,随盐酸溶液浓度的增大,吸光度变化率减小;在酒石酸和柠檬酸溶液中,桑葚色素经光照后溶液吸光度变化率随酸浓度的增大而增大,因此在实验范围内,酒石酸或柠檬酸的浓度越大,桑葚色素呈色稳定性越差。

2.3　桑葚色素在不同酸溶液中对超声处理的稳定性

表 3 表明:在不同浓度的盐酸溶液中,桑葚色素在超声处理时吸光度变化趋向不尽一致,但总体上变化均不大。在酒石酸和柠檬酸溶液中,色素经超声处理后吸光度均有所下降,表现出一定的不稳定性。桑葚色素对超声处理的呈色不稳定性在不同的酸溶液中也有一定的差异。在选定的 3 种酸中,色素在盐酸溶液中对超声处理相对稳定,处理前后吸光度变化率较小,但其变化有多向性;而在酒石酸溶液中色素吸光度变化率最大,表现出较强的不稳定性;在柠檬酸溶液中超声处理后吸光度虽有变化,但变化率相对较小,说明在柠檬酸溶液中桑葚色素对超声处理有一定的稳定性。

表 3　桑葚色素在不同酸溶液中超声处理前后吸光度的变化率

Tab. 3　The changes of absorbance at different acid solution with ultrasonic treatment

酸浓度/(mol/L)	加热后吸光度平均变化率/%					
	柠檬酸		酒石酸		盐酸	
	重复实验 1	重复实验 2	重复实验 1	重复实验 2	重复实验 1	重复实验 2
1	−0.72	−4.23	−8.28	−39.94	0.66	0.75
0.1	−2.42	−14.43	−13.03	−12.14	−0.44	0.23
0.01	−9.41	−6.79	−6.90	−4.40	−0.45	−1.84

同一种酸溶液中,浓度对桑葚色素的呈色稳定性也有影响,尤其是在酒石酸和柠檬酸溶液中。不同浓度的盐酸溶液中,桑葚色素经光照后溶液的吸光度虽有变化,但变化率较小,综合而言,在 0.1 mol/L 盐酸溶液中变化最小;从重复实验的结果观察,1mol/L 的柠檬酸溶液中,桑葚色素对超声处理最稳定;而在酒石酸溶液中,0.01 mol/L 的浓度对色素吸光度变化的影响最小。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3 结 语

桑葚色素在不同酸溶液中对处理均表现出不同的不稳定性，在两种有机酸溶液中，色素吸光度变化的趋向较一致，所有的处理都使色素溶液的吸光度下降，而在盐酸溶液中，色素吸光度的变化很小，变化趋向有不一致性。

总体而言，桑葚色素在盐酸溶液中对加热、光照、超声处理的稳定性最高；相比较于酒石酸，桑葚色素在柠檬酸溶液中对加热、光照、超声处理相对较稳定，而柠檬酸在食品工业中尤其是在饮料、糕点生产中比酒石酸及盐酸有更广泛的用途，因此本试验结果说明桑葚色素在食品加工中的应用有较乐观的前景。

参考文献(References)：

[1] 阿布来提·阿布都热西提. 甜石榴皮和酸石榴皮中天然黄色素的提取及其稳定性比较分析[J]. 食品科学，2009，30(15)：130－132.
ABLET Abdureshit. Extraction and stability of natural yellow pigments from acid and sweet pomeg ranate rinds[J]. **Food Science**，2009，30(15)：130－132. (in Chinese)

[2] 吕丽爽，孙美玲. 何首乌色素稳定性研究[J]. 食品科学，2009，30(15)：67－70.
LU Li-shuang，SUN Mei-ling. Stabilization of pigments from polygonum multiflorum thunb[J]. **Food Science**，2009，30(15)：67－70. (in Chinese)

[3] 魏明英，江建军. 红阳猕猴桃色素理化性质及其稳定性研究[J]. 食品科学，2009，30(3)：100－103.
WEI Ming-ying，JIANG Jian-jun. Study on physico-chemical properties and stability of pigment of "Red Sun" kiwifruit [J]. **Food Science**，2009，30(3)：100－103. (in Chinese)

[4] 迪丽努尔·马里克，米丽班·霍加，古丽娜尔，等. 野蔷薇果皮色素的提取和稳定性研究[J]. 食品科学，2008，29(3)：116－118.
MALIKE Dilinuer，HOJIA Miliban，GULNAR，et al. Study on extraction and stability of pigment in peel of rosa multiflora thunb[J]. **Food Science**，2008，29(3)：116－118. (in Chinese)

[5] 孙健，蒋跃明，彭宏祥，等. 红毛丹果皮色素的提取及其稳定性的研究[J]. 食品科学，2009，30(11)：71－75.
SUN Jian，JIANG Yue-ming，PENG Hong-xian，et al. Extraction and stabilization of pigments from rambutan (*Nephelium lappaceum L.*) fruit pericarp[J]. **Food Science**，2009，30(11)：71－75. (in Chinese)

[6] 曹军胜，曹娟云，刘长海. 桑葚红色素的提取及其稳定性[J]. 食品工业，2002，(3)：20－21.
CAO Jun-sheng，CAO Juan-yun，LIU Chang-hai. Extracting condition and the stability of red pigment of mulberry[J]. **Food Industry**，2002，(3)：20－21. (in Chinese)

[7] 王琳，岳田利. 桑葚红色素研究进展[J]. 食品科技，2004，(6)：58－61.
WANG Lin，YUE Tian-li. Development of study on mulberry red pigment[J]. **Food Science and Technology**，2004，(6)：58－61. (in Chinese)

[8] 焦中高，刘杰超，王思新，等. 黑莓红色素的提取及其稳定性的初步研究[J]. 食品科学，2005，26(3)：154－157.
JIAO Zhong-gao，LIU Jie-chao，WANG Si-xin，et al. Preliminary studies on the extraction and stability of blackberry red pigment[J]. **Food Science**，2005，26(3)：154－157. (in Chinese)

[9] 田 成. 蛇莓果实色素的稳定性研究[J]. 食品科学，2008，29(4)：124－127.
TIAN Cheng. Study on stability of mockstrawberry fruit red pigment[J]. **Food Science**，2008，29(4)：124－127. (in Chinese)

[10] 白晓杰，张光霞. 食用天然杨梅色素的性质及应用研究[J]. 廊坊师范学院学报. 2002，18(4)：68－69.
BAI Xiao-jie，ZHANG Guang-xia. A Study of the properties and application of edible and natural arbutus pigment[J]. **Journal of Langfang Teachers College**，2002，18(4)：68－69. (in Chinese)

[11] 陈健初，叶兴乾，席与芳. 抗坏血酸对杨梅花色苷色素稳定性的影响[J]. 浙江大学学报：农业与生命科学版，2005，31(3)：298－300.
CHEN Jian-chu，YE Xing-qian，XI Yu-fang. Effects of ascorbic acid on stability of extracted anthocyanin from Yangmei fruit in solution[J]. **Journal of Zhejiang University (Agric. & Life Sci.)**，2005，31 (3)：298－300. (in Chinese)

[12] 叶日英，张俊. 杨梅色素的理化性质分析[J]. 农牧产品开发. 2000，(1)：11－12.
YE Ri-ying，ZHANG Jun. Analysis of physicochemical properties of arbutus pigment[J]. **Exploiture of Agriculture Products**，2000，(1)：11－12. (in Chinese)

[13] 朱庆珍，夏红，丁俊鹏. 桑葚色素稳定性研究[J]. 食品科技，2010，(5)：274－276.
ZHU Qing-zhen，HIA Hong，DING Jun-peng. Study on the stability of mulberry pigment[J]. **Food Science and Technology**，2010，(5)：274－276. (in Chinese)

(责任编辑：朱明)

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net