

# 紫甘蓝色素提取条件优化及其稳定性研究

闻月冰<sup>1</sup>, 邹宇<sup>1</sup>, 胡立明<sup>2</sup>, 田密霞<sup>1</sup>

(1. 大连民族学院 生命科学学院, 辽宁 大连 116600; 2. 空军勤务学院 航空军需系, 江苏 徐州 221006)

**摘要:**以紫甘蓝为试材,对紫甘蓝色素的最佳提取条件以及温度、光照、金属离子和食品添加剂对其稳定性的影响进行了研究。结果表明:紫甘蓝色素的最佳提取条件为30%乙醇溶液提取剂,液固比25:1 mL/g,浸提温度30℃,浸提时间40 min;在此条件下,紫甘蓝色素提取液的最大色价为8.4 U/mL。高温和光照会降低紫甘蓝色素的稳定性,金属离子 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 可使其变色;紫甘蓝色素在葡萄糖、蔗糖、山梨酸钾和苯甲酸钠溶液中比较稳定,而柠檬酸对其有增色作用。

**关键词:**紫甘蓝;色素;提取条件;稳定性

**中图分类号:**TS 202.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)10-0127-04

紫甘蓝属十字花科芸苔属甘蓝的一个变异种,又名赤甘蓝、红甘蓝,在我国大部分地区均有种植<sup>[1]</sup>。紫甘蓝结构紧实,产量高,耐贮藏,运输方便,富含维生素和矿物质,是一种价格低廉的可食用有色蔬菜<sup>[2]</sup>。紫甘蓝叶片中富含花色苷色素,作为一种水溶性天然色素,紫甘蓝色素具有色调柔和、着色力强和安全性高等特点,还具有清除自由基,抑制脂肪过氧化、抑菌和抗肿瘤等多种生理功能,是一种具有较好开发与应用潜力的天然色素<sup>[3-6]</sup>。故该试验对紫甘蓝色素的提取条件进行优化,较全面研究温度、光照、金属离子和食品添加剂对其稳定性的影响,旨在为天然功能性色素的开发利用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试紫甘蓝购于大连当地市场。

蔗糖和葡萄糖:中国糖业酒业集团公司;柠檬酸、山梨酸钾和苯甲酸钠:辽宁康威食品添加剂有限公司;其余试剂均为国产分析纯。

UV-2802 紫外可见分光光度计(美国尤尼科公司);AL204 电子分析天平(梅特勒-托利多有限公司);TDL-40B 离心机(上海安亭科学仪器厂);GHH-6 型数显恒温水浴锅(国华电器有限公司)。

**第一作者简介:**闻月冰(1993-),女,云南玉溪人,本科,研究方向为食用功能性色素。

**责任作者:**邹宇(1979-),男,博士,讲师,研究方向为食品生物技术。E-mail:yuzl63@163.com。

**基金项目:**国家科技支撑计划资助项目(2012BAD38B05);大连市科技计划资助项目(2012E13SF106);大连民族学院“大学生创新创业训练计划”资助项目(X201403046)。

**收稿日期:**2014-01-16

### 1.2 试验方法

**1.2.1 紫甘蓝色素的提取与色价的计算** 取新鲜无腐烂的紫甘蓝,清水冲洗,晾干切碎,准确称取2 g样品,加入提取剂打浆后,恒温水浴浸提,浸提液4 000 r/min离心10 min,取上清液,适当稀释,测定波长560 nm的吸光度值<sup>[7]</sup>。色价(U/mL)= $A_{560}$ ×稀释倍数。

**1.2.2 紫甘蓝色素的提取条件优化** 提取剂的选择:分别采用去离子水、30%乙醇溶液、50%乙醇溶液、70%乙醇溶液和95%乙醇溶液浸提样品60 min,测定色素提取液色价,确定最佳提取剂。温度对色素提取的影响:将紫甘蓝样品分别于20、30、40、50、60、70℃的恒温水浴中浸提60 min,测定色素提取液色价,选出最佳提取温度。时间对色素提取的影响:将紫甘蓝样品在最佳提取温度下浸提20、40、60、80、100、120 min,测定色素提取液色价,选出最佳提取时间。液固比对色素提取的影响:按液固比5:1、10:1、15:1、20:1、25:1、30:1 mL/g(w:v)浸提紫甘蓝样品,测定色素提取液色价,选出最佳液固比。

**1.2.3 紫甘蓝色素的稳定性** 色素的热稳定性:将紫甘蓝色素溶液分别置于40、60、80、100℃的恒温水浴中保温60 min,每隔10 min取样,测定样品在560 nm波长下的吸光度值。色素的光稳定性:将紫甘蓝色素溶液分别置于暗处(对照)和自然光下照射48 h,每隔6 h取样,测定波长560 nm吸光度值。金属离子对色素稳定性的影响:向紫甘蓝色素溶液中添加 $\text{K}^{+}$ 、 $\text{Na}^{+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 和 $\text{Fe}^{3+}$ ,使其离子浓度分别达到0.02、0.04、0.06、0.08 mol/L,静置1 h,测定样品560 nm波长下吸光度值,并观察溶液颜色变化。食品添加剂对色素稳定性的影响:向紫甘蓝色素溶液中添加蔗糖、葡萄糖、柠檬

酸、山梨酸钾和苯甲酸钠,使其浓度分别达到 1、3、5、7 g/L,静置 1 h,测定样品 560 nm 波长下的吸光度值,并观察溶液颜色变化。

2 结果与分析

2.1 紫甘蓝色素提取条件的优化

2.1.1 提取剂的选择 由表 1 可知,去离子水与乙醇相

比,乙醇溶液的浸提效果较好,而乙醇溶液随着乙醇体积分数的增加,紫甘蓝色素提取液的色价呈明显降低趋势,当乙醇体积分数为 30%时,色素溶液色价最高,因此,确定体积分数为 30%的乙醇溶液为紫甘蓝色素的最佳提取剂。

表 1 不同提取剂浸提后紫甘蓝色素的色价

Table 1 Color values of purple cabbage pigment extracted by different extractants

提取剂 Extractants	去离子水 Deionized water	30%乙醇溶液 30% ethanol	50%乙醇溶液 50% ethanol	70%乙醇溶液 70% ethanol	95%乙醇溶液 95% ethanol
色价/ U · mL <sup>-1</sup>	3.98±0.21 d	6.44±0.23 a	5.10±0.17 b	4.26±0.18 c	3.08±0.09 e

注:同行不同字母表示在 0.05 水平上差异显著,下同。  
Note: Different letters mean significant difference at 0.05 level, the same below.

2.1.2 温度对色素提取的影响 表 2 表明,随着提取温度的升高,色素色价呈先增大后减小的变化趋势,在

30℃提取液有最大色价,因此,紫甘蓝色素最佳的提取温度应为 30℃。

表 2 提取温度对紫甘蓝色素色价的影响

Table 2 Effect of extraction temperature on color values of purple cabbage pigment

温度 Temperature/℃	20	30	40	50	60	70
色价 Color value/ U · mL <sup>-1</sup>	7.07±0.32 b	7.68±0.34 a	6.20±0.23 c	4.80±0.31 d	4.75±0.19 d	4.65±0.11 d

2.1.3 时间对色素提取的影响 由表 3 可知,当提取时间为 40 min 时色价最高,而继续延长提取时间色素色价

出现下降趋势,因此最佳提取时间为 40 min,这与范龚健等<sup>[8]</sup>的研究结果相一致。

表 3 提取时间对紫甘蓝色素色价的影响

Table 3 Effect of extraction time on color values of purple cabbage pigment

时间 Time/min	20	40	60	80	100	120
色价 Color value/ U · mL <sup>-1</sup>	8.02±0.19 b	8.40±0.24 a	7.22±0.31 c	7.20±0.34 c	6.90±0.16 d	6.45±0.28 e

2.1.4 液固比对色素提取的影响 表 4 可以看出,随着液固比的升高,色素色价呈先增大后减小的变化趋势,

在液固比为 25 : 1 mL/g 时有最大色价,因此,紫甘蓝色素提取的最佳液固比为 25 : 1 mL/g。

表 4 液固比对紫甘蓝色素色价的影响

Table 4 Effect of liquid-solid rate on color values of purple cabbage pigment

液固比 Liquid-solid rate/mL · g <sup>-1</sup>	5 : 1	10 : 1	15 : 1	20 : 1	25 : 1	30 : 1
色价 Color value/ U · mL <sup>-1</sup>	8.72±0.31 d	9.40±0.39 c	9.56±0.32 c	9.78±0.28 b	10.82±0.49 a	9.60±0.39 bc

2.2 紫甘蓝色素的稳定性

2.2.1 色素的热稳定性 紫甘蓝色素溶液在 40、60、80、100℃条件下保温后的比色结果见图 1。加热后,紫甘蓝色素溶液随时间的延长,其吸光度逐渐减小,而且当温度大于 80℃时,这种变化更加明显。当加热温度为 100℃时,随着加热时间延长,溶液颜色则由原来的紫红

色逐渐变成紫蓝色,最后变成浅蓝色,这可能是由于高温导致紫甘蓝色素结构发生变化<sup>[9]</sup>,降低了其稳定性,导致溶液颜色逐渐变浅,因此,紫甘蓝色素的稳定性受温度影响较大。

2.2.2 色素的光稳定性 由图 2 紫甘蓝色素溶液经过自然光照射和暗处存放处理后的比色结果可知,随着自

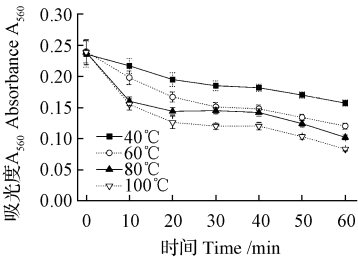


图 1 温度对紫甘蓝色素吸光度值的影响  
Fig.1 Effect of temperature on absorbance values of purple cabbage pigment

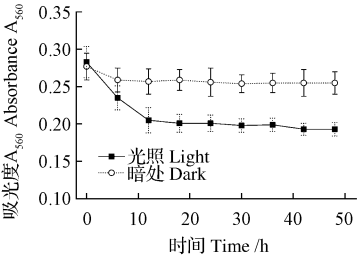


图 2 光照对紫甘蓝色素吸光度值的影响  
Fig.2 Effect of light on absorbance values of purple cabbage pigment

然光照射时间的延长,色素溶液在 12 h 前,吸光度值急剧下降,照射 12 h 后变化趋于平缓。这可能是由于在光照条件下,紫甘蓝色素发生了降解,或者其结构发生改变,导致色素溶液吸光度值下降<sup>[10]</sup>;当达到新的平衡时,溶液吸光度值也趋于稳定,而此时色素溶液的颜色也由开始的紫红变成了红色。放置于暗处的色素溶液则没有发生明显改变,因此,避光保存可提高了紫甘蓝色素的稳定性。

表 5

金属离子对紫甘蓝色素吸光度值和溶液颜色的影响

Table 5 Effects of metal ions on absorbance values and solution color of purple cabbage pigment

金属离子 Metal ions	吸光度 A <sub>560</sub> Absorbance A <sub>560</sub>				溶液颜色 Solution color
	0.02 mol/L	0.04 mol/L	0.06 mol/L	0.08 mol/L	
对照			0.173±0.02		紫红色
K <sup>+</sup>	0.195±0.04 a	0.194±0.03 a	0.188±0.03 a	0.189±0.02 a	紫红色
Na <sup>+</sup>	0.171±0.02 a	0.171±0.03 a	0.171±0.02 a	0.175±0.04 a	紫红色
Mg <sup>2+</sup>	0.181±0.02 a	0.183±0.01 a	0.186±0.02 a	0.187±0.02 a	粉红色
Ca <sup>2+</sup>	0.179±0.01 a	0.185±0.03 a	0.185±0.02 a	0.188±0.03 a	粉红色
Cu <sup>2+</sup>	0.313±0.05 d	0.340±0.05 c	0.362±0.07 b	0.376±0.08 a	蓝色
Fe <sup>2+</sup>	0.298±0.03 c	0.338±0.04 b	0.343±0.03 b	0.363±0.03 a	蓝灰色
Fe <sup>3+</sup>	0.272±0.03 a	0.224±0.03 b	0.187±0.01 c	0.188±0.02 c	棕黄色

2.2.4 食品添加剂对色素稳定性的影响 由表 6 不同浓度的蔗糖、葡萄糖、柠檬酸、山梨酸钾和苯甲酸钠对紫甘蓝色素的影响可知,蔗糖、葡萄糖、山梨酸钾和苯甲酸钠对色素的影响较小,这和杜淑霞等<sup>[12]</sup>和陈海华等<sup>[13]</sup>

2.2.3 金属离子对色素稳定性的影响 由表 5 金属离子对紫甘蓝色素溶液的影响可知,K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>和Ca<sup>2+</sup>对溶液颜色影响不明显,这与朱振宝等<sup>[11]</sup>研究结果相一致。Cu<sup>2+</sup>和Fe<sup>2+</sup>使溶液颜色变成蓝色,Fe<sup>3+</sup>使溶液颜色变成棕黄色,而且随着Cu<sup>2+</sup>、Fe<sup>2+</sup>和Fe<sup>3+</sup>离子浓度的增加,溶液吸光度值变化显著,这表明Cu<sup>2+</sup>、Fe<sup>2+</sup>和Fe<sup>3+</sup>对紫甘蓝色素的稳定性有显著影响。

的色素稳定性试验结果相同,说明紫甘蓝色素在蔗糖、葡萄糖、山梨酸钾和苯甲酸钠溶液中能够稳定存在;柠檬酸对紫甘蓝色素有增色作用,随着柠檬酸浓度的增大,这种辅助作用会显著增强。

表 6

食品添加剂对紫甘蓝色素溶液吸光度值和溶液颜色的影响

Table 6 Effects of food additives on absorbance values and solution color of purple cabbage pigment

食品添加剂 Food additives	吸光度 A <sub>560</sub> Absorbance A <sub>560</sub>				溶液颜色 Solution color
	0.2 g/L	0.4 g/L	0.6 g/L	0.8 g/L	
对照 CK			0.173±0.02		紫红色
蔗糖 Sucrose	0.170±0.02 a	0.172±0.02 a	0.173±0.02 a	0.174±0.01 a	紫红色
葡萄糖 Glucose	0.169±0.01 a	0.170±0.02 a	0.170±0.02 a	0.170±0.01 a	紫红色
柠檬酸 Citric acid	0.337±0.02 c	0.368±0.02 b	0.380±0.02a	0.399±0.03 a	深红色
山梨酸钾 Sodium sorbate	0.162±0.01 a	0.161±0.01 a	0.160±0.01 a	0.162±0.01 a	淡红色
苯甲酸钠 Sodium benzoate	0.165±0.02 a	0.169±0.02 a	0.168±0.01 a	0.165±0.02 a	淡红色

### 3 结论

该试验优化了紫甘蓝色素的提取条件,结果表明,当紫甘蓝色素提取剂为 30%乙醇溶液、液固比 25:1 mL/g、浸提温度为 30℃和浸提时间为 40 min 时,色素提取液获得最大色价,为 8.4 U/mL。热和光照会降低紫甘蓝色素的稳定性,Cu<sup>2+</sup>、Fe<sup>2+</sup>和Fe<sup>3+</sup>等金属离子可使色素溶液变色;葡萄糖、蔗糖、山梨酸钾和苯甲酸钠对紫甘蓝色素溶液无影响,而柠檬酸对其有增色作用。

#### 参考文献

- [1] 车双辉,杜琪珍,夏明.天然蓝色素的研究进展[J].食品研究与开发,2003,24(2):18-20.
- [2] 王金亭.甘蓝红色素的制备及其应用现状[J].湖北农业科学,2010,49(2):439-442.
- [3] Chigurupati N,Saiki L,Gayser J C,et al. Evaluation of red cabbage dye as a potential natural color for pharmaceutical use [J]. International Journal of Pharmaceutics,2002,241(2):293-299.
- [4] 张会香,杨世军,梁闪坐.紫甘蓝色素的抑菌性和抗氧化性研究[J].

食品工业,2010(4):64-66,88.

- [5] 徐亚民,赵晓燕,马越,等.紫甘蓝色素抗氧化能力的研究[J].食品研究与开发,2006,27(11):59-62.
- [6] 杨晓玲,郭彦东.紫甘蓝色素的稳定性及抑菌性[J].食品科学,2010,31(23):32-35.
- [7] 张玉敏,郭艳华,陈义锋.紫甘蓝色素最佳提取工艺条件的研究[J].华中师范大学学报(自然科学版),2006,40(2):209-212.
- [8] 范龚健,韩永斌,顾振新.用响应面法优化红甘蓝色素提取工艺参数[J].南京农业大学学报,2006,29(1):103-107.
- [9] 蒋益花.辅色剂对提高紫甘蓝红色素稳定性的影响[J].中国调味品,2009,34(3):91-93.
- [10] 杨晓玲,郭金耀.紫甘蓝红色素的部分性能研究[J].食品科技,2011,36(4):233-235,239.
- [11] 朱振宝,吴园芳,易建华.紫甘蓝花色苷色素稳定性研究[J].粮食与油脂,2011(10):46-49.
- [12] 杜淑霞,贝惠玲,徐丽.紫甘蓝色素的提取工艺及稳定性研究[J].粮油加工,2010(2):80-83.
- [13] 陈海华,李海萍,王艳敏.微波辅助萃取紫甘蓝色素及其稳定性研究[J].食品与机械,2008,24(5):52-56,110.

# 瓦松总黄酮的索氏提取工艺研究

王亚红<sup>1</sup>, 王亚丽<sup>2</sup>, 祝波<sup>1</sup>

(1. 吉林化工学院 化学与制药工程学院, 吉林 吉林 132022; 2. 长春 120 急救中心, 吉林 长春 130000)

**摘要:**以市售瓦松为试材, 采用索氏提取法, 利用单因素试验和正交实验, 考察了料液比、提取时间、药粉目数、乙醇浓度 4 个因素对其总黄酮提取率的影响, 并优化了提取工艺。结果表明: 索氏提取法提取瓦松总黄酮的最佳工艺条件为料液比 1:15 g/mL, 提取时间 3 h, 目数 100 目, 乙醇浓度 75%, 在此条件下提取率为 0.63%。该方法提取量稳定、操作简单、可行。

**关键词:**瓦松; 总黄酮; 索氏提取法; 正交实验

**中图分类号:**Q 949.751.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)10-0130-03

瓦松(*Orostachys fimbriatus*)为景天科瓦松的全草。全国各地均有分布, 生于屋顶瓦缝中或岩石上, 又被誉为“房上仙子”<sup>[1]</sup>。传统医学认为瓦松性甘、平, 味酸; 具有养心安神、补肾健骨、养阴明目、补血调经、止血收敛等功效。可用于治疗各类出血、月经不调、头晕目眩、骨蒸劳热、肺热咳嗽等症。李丽<sup>[2]</sup>研究证明, 瓦松有抗菌消炎、抗癌、强心、提高免疫活性的作用。瓦松中含有多种黄酮化合物<sup>[3-4]</sup>, 黄酮类物质是一种生理活性物质, 具有降低血压、防止动脉硬化和抗衰老等作用<sup>[5]</sup>。该试验利用索氏提取器提取瓦松总黄酮, 采用正交实验设计法优化提取工艺, 以期对瓦松总黄酮提取工业化奠定一定基础。

**第一作者简介:**王亚红(1970-), 女, 硕士, 教授, 现主要从事天然药物的研究与开发工作。E-mail: wangyahong99999@163.com.

**基金项目:**吉林省教育厅重点计划资助项目(吉教科合字 2013 第 316 号)。

**收稿日期:**2013-12-10

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试瓦松购自吉林市江城大药房。

芦丁标准品购自中国药品生物制品检定所; 无水乙醇、甲醇、无水三氯化铝、醋酸钠、冰醋酸均为分析纯。

紫外可见分光光度计(752N, 上海精密科学仪器有限公司), 旋转蒸发器(RE-52A, 上海亚荣生化仪器厂), 电热恒温鼓风干燥箱(DNG-9076A, 上海精宏实验设备有限公司), 数显恒温水浴锅(HH-2, 国华电器有限公司), 电子分析天平(FA2004N, 上海精密科学仪器有限公司)。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 总黄酮的提取** 称取一定目数的瓦松药粉 5.00 g 用滤纸包好, 置于索氏提取器中, 加入一定量不同浓度的乙醇, 按照一定时间回流提取 2 次, 合并 2 次提取液用减压旋转蒸发器浓缩。将浓缩液置于坩埚中, 用恒温水

## Optimized Extraction Conditions and Stability of Purple Cabbage Pigment

WEN Yue-bing<sup>1</sup>, ZOU Yu<sup>1</sup>, HU Li-ming<sup>2</sup>, TIAN Mi-xia<sup>1</sup>

(1. College of Life Science, Dalian Nationalities University, Dalian, Liaoning 116600; 2. Department of Quartermaster, Air Force Logistics College, Xuzhou, Jiangsu 221006)

**Abstract:** Taking purple cabbage as material, the optimum extraction conditions of purple cabbage pigment and effect of temperature, light, metal ions and food additives on pigment stability were studied. The results showed the optimum extraction conditions as follows: extractant, 30% ethanol; liquid-solid rate, 25:1 mL/g; extraction temperature, 30°C; extraction time, 40 min. Under these conditions, the largest color value of pigment extraction was 8.4 U/mL. Heat and light could reduce the stability of purple cabbage pigment. Some metal ions such as Cu<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup> and Fe<sup>3+</sup> could change its color. The pigment was relatively stable under glucose, sucrose, potassium sorbate and sodium benzoate solutions, but the citric acid might lead to increase in its color.

**Key words:** purple cabbage; pigment; extraction condition; stability