

# 蛇莓果实色素的稳定性研究

田成

(湖北民族学院生物科学与技术学院, 湖北省生物资源与利用重点实验室, 湖北 恩施 445000)

**摘要:** 目的: 研究不同环境条件及辅色物质对蛇莓果实色素在紫外和可见光区的稳定性的影响。方法: 采用 pH2 的酸性无水乙醇作为提取溶剂, 对色素提取液在 200~600nm 范围内进行紫外扫描获得其 3 个吸收峰, 而后分别探讨 pH、碳水化合物、氧化剂以及辅色物质对色素在紫外和可见光区的稳定性的影响。结果: 该色素的三个吸收峰波长分别为 338、490、540nm; 蛇莓果实色素对热较稳定, 但不耐高温; pH 对其影响很大, 在低酸性条件下使用; 氧化剂对其有一定的影响; 防腐剂、碳水化合物对其影响不显著; 各种辅色剂中谷氨酸能够起到一定的稳定色素的作用。

**关键词:** 蛇莓果实; 色素; 辅色物质; 稳定性

## Study on Stability of *Mockstrawberry* Fruit Red Pigment

TIAN Cheng

(School of Bioscience and Technology, Hubei Nationalities Institute, Hubei Key Laboratory of Biological Resource Conservation and Utilization, Enshi 445000, China)

**Abstract:** Objective: The effects of the different environment conditions and the subsidiary-color substance on the stability of the mockstrawberry fruit at the UV spectrum. Methods: With the waterless alcohol at pH 2 as the extracting solvent and through the UV scanning and analyzing in the range of 200~600nm, the pigment is found to have three receiving wavelength 338, 490, 540nm. The effects of the pH; carbohydrates etc on the pigment were also assayed. Results: The red pigment from mockstrawberry fruit is stable when heated, but it cannot resist high temperature; It is greatly affected by the pH. When used in the low acidity condition, it is also affected by oxidants. Antiseptics and carbohydrates have obvious effects also; while the Glu plays stabilizing role on the pigment.

**Key words:** *Mockstrawberry* fruit; natural pigment; subsidiary-color substance; stability

中图分类号: TS202.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2008)04-0124-04

蛇莓又称做蛇泡草、三匹风、龙吐珠、三爪龙。为蔷薇科植物蛇莓 *Duchesnea indica* (Andr.) Focke 的全草, 生长于山坡、道旁及杂草间。该植物聚合果成熟时花托膨大, 海绵质, 多数呈红色。蛇莓红色素是从蛇莓果实中提取出来的, 资料报道, 蛇莓红色素属于花青素类, 具有类黄酮典型的结构 2-苯基苯并吡喃阳离子结构的衍生物, 已知的花青素有 20 种, 但在食品中重要的仅 6 种。蛇莓果实色素中含有一种花色苷, 其结构为天竺葵素-3-葡萄糖苷(I), 即翠菊苷<sup>[1]</sup>。也有人曾对蛇莓红色素的稳定性做过研究, 根据所得结果也表明了花色苷的各种特性<sup>[2]</sup>。

本实验主要是在钦传光等<sup>[1-2]</sup>的基础上, 对蛇莓果实色素在不同环境因素和辅色剂存在的情况下, 色素物质

在紫外和可见光区的吸收峰的影响进行了研究, 即分别对蛇莓果实色素在紫外光到可见光区域的三个特征吸收峰处进行吸光度测定, 从而可以更进一步清晰、准确的确定蛇莓果实色素的稳定特性。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料、试剂与仪器

蛇莓鲜果 九成熟左右, 采摘于恩施湖北民族学院附近, 采后低温高湿保存。

无水乙醇、乙醚、丙酮、山梨酸钾、苯钾酸钠、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、HCl 溶液、NaOH 均为分析纯; L-半胱氨酸、L-白氨酸、甘氨酸、DL-α-氨基丙氨酸、L-脯氨酸、L-谷氨酸、L-酪氨酸、

收稿日期: 2007-04-02

基金项目: 湖北民族学院青年项目

作者简介: 田成(1974-), 男, 实验师, 硕士研究生, 研究方向为天然产物与功能。E-mail: 19741986@163.com

咖啡因等。

DS-1 高速组织捣碎机; 756MC 紫外可见分光光度计上海精密科学仪器有限公司; FA2140 型电子分析天平; pH BJ-260 型便携式 pH 计; 冷冻离心机; HH-4 型恒温水浴锅。

## 1.2 方法

### 1.2.1 色素的提取工艺

原料 → 预处理 → 磨碎 → 加提取剂 → 提取 → 过滤 → 离心 → 浓缩 → 色素原液

### 1.2.2 蛇莓色素的光谱特征

称取新鲜蛇莓果实 2g, 放入研钵中磨碎后, 用 20ml 酸性无水乙醇溶液 (pH2) 提取 30min 后, 过滤、离心, 然后对其离心液在 200~600nm 范围内进行紫外扫描分析, 根据紫外扫描图得到蛇莓色素的最大吸收波长。

### 1.2.3 不同环境条件下蛇莓色素稳定性的研究<sup>[3]</sup>

根据紫外扫描图得到蛇莓色素的最大吸收波长, 在此波长下测定蛇莓色素在各种环境条件下的吸光度, 以吸光度大小变化来衡量蛇莓色素的变化。

#### 1.2.3.1 温度对蛇莓色素稳定性的影响

将蛇莓色素稀释溶液 (1:40) 置于不同温度的恒温水浴中, 在不同温度条件下加热 3h 后, 取出冷却, 测定色素的不同特征吸收峰的吸光度。

#### 1.2.3.2 pH 值对蛇莓红色素稳定性的影响

取 10ml 色素稀释液 (1:20), 用 pH 计调成 pH2~9 的 8 种溶液, 充分振荡后在 756MC 紫外分光光度计上分别进行光谱扫描, 并分别测其在 338、490、540nm 处的吸光度。

#### 1.2.3.3 碳水化合物对蛇莓红色素稳定性的影响

取 10ml 色素稀释液 (1:20) 20 份, 分别加入不同浓度的葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖溶液, 充分振荡后, 静置 3h 后在 756MC 紫外可见光光度计上测其在 338、490、540nm 处的吸光度。

#### 1.2.3.4 防腐剂对蛇莓红色素稳定性的影响

取 10ml 色素稀释液 (1:20) 10 份, 往 5 份里面分别加入 1ml 不同浓度的苯甲酸钠溶液, 另 5 份里面分别加入 1ml 不同浓度的山梨酸钾溶液, 充分振荡后在 756MC 紫外可见光光度计上测其在 338、490、540nm 处的吸光度。

#### 1.2.3.5 氧化剂对蛇莓红色素稳定性的影响

以 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 作为氧化剂, 配制体积浓度分别为 0.3%、1%、2%、4%、6%、10%, 吸取 1ml, 分别加入 10ml 色素稀释液 (1:40), 充分振荡, 静置 1h 后, 在 756MC 紫外可见光光度计上测其在 338、490、540nm 处的吸光度。

#### 1.2.3.6 还原剂对蛇莓红色素稳定性的影响

以 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 作为还原剂, 配制质量浓度分别为 0.05%、

0.1%、0.2%、0.3%、0.5%、0.7%, 吸取 1ml, 分别加入 10ml 色素稀释液 (1:40), 充分振荡, 静置 1h 后, 在 756MC 紫外可见光光度计上测其在 338、490、540nm 处的吸光度。

### 1.2.3.7 蛇莓红色素的辅色作用<sup>[4-5]</sup>

准确称取新鲜蛇莓原料 20g, 放入研钵磨碎后, 再用 400ml 纯水进行浸提, 然后用两层纱布过滤后对滤液进行离心, 此时测得离心液的 pH 值为 6.22, 在此 pH 值下对蛇莓红色素的辅色效果进行测定: 取 8 支小烧杯, 分别加入 20ml 刚刚配制的色素离心液, 然后向 8 支烧杯中分别加入 L-半胱氨酸、L-白氨酸、甘氨酸、DL-α-氨基丙氨酸、L-脯氨酸、L-谷氨酸、L-酪氨酸、咖啡因, 使加入物质的浓度均为 6 × 10<sup>-3</sup>mol/L, 然后对溶液在 756MC 紫外分光光度计上分别进行光谱扫描, 并测定其在 338、490、540nm 处的吸光度。

## 2 结果与分析

### 2.1 蛇莓色素的光谱特征

蛇莓果实色素溶液的光谱图见图 1。据图 1 可知, 该色素在酸性乙醇溶液中有 3 个明显的吸收峰, 分别为 338、490、540nm。其中紫外区的吸收峰可能是由蛇莓色素的奔环结构所引起, 可见光区就是由蛇莓色素的色泽所引起, 因此紫外区的吸收峰值的变化可以说明蛇莓色素的结构的变化, 可见光区吸收峰值的变化可以说明蛇莓色素的色泽的变化。此测定结果尤其是可见光区的吸收波长与钦传光等的报道<sup>[2]</sup>有所差异。

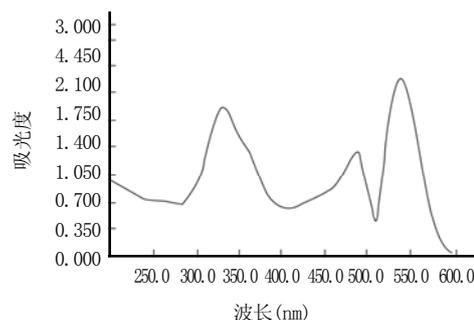


图 1 蛇莓色素的特征吸收光谱

Fig.1 Spectrum characteristics of Mockstrawberry fruit red pigment

### 2.2 温度对蛇莓色素稳定性的影响

将蛇莓色素稀释溶液 (1:40) 置于不同温度的恒温水浴中, 在不同温度条件下加热 3h 时后, 取出冷却, 测定色素的不同特征吸收峰的吸光度, 结果见图 2。由图 2 可知, 蛇莓红色素在 70℃ 下加热时, 其吸光度无明显影响, 在 70℃ 以上时, 色素在紫外区的吸光值明显增加, 而在可见光区的吸光度明显降低, 且在 100℃ 加热时影响最大。说明该色素具有一定的热稳定性, 当

表1 pH值对蛇莓红色素稳定性的影响

Table 1 Effects of pH on Mockstrawberry fruit red pigment

pH	2	3	4	5	6	7	8	9
A <sub>338nm</sub>	0.895	0.854	0.890	0.945	1.454	1.641	1.944	1.923
A <sub>490nm</sub>	0.276	0.126	-0.013	0.036	-0.054	0.054	0.025	0.114
A <sub>540nm</sub>	0.424	0.228	0.152	0.105	0.185	0.177	0.314	0.367
颜色	亮红色	淡红色	淡红色	微黄褐色	微黄褐色	淡黄褐色	黄褐色	黄褐色

温度超过70℃, 对热较为敏感。

### 2.3 pH值对蛇莓红色素稳定性的影响

取10ml色素稀释液(1:20), 用pH计调成pH2~9的8种溶液, 充分振荡后在756MC紫外分光光度计上分别进行光谱扫描, 并分别测其在338、490、540nm处的吸光度, 结果见表1。

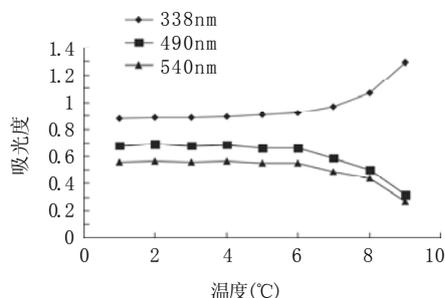


图2 温度对蛇莓色素稳定性的影响

Fig.2 Effects of temperature on Mockstrawberry fruit red pigment

由图3可知, 该色素受pH值的影响较大, 色素在低酸性条件下较为稳定。随着pH值的增加, 其颜色就会发生明显的变化, 而当pH > 4时颜色就会发生明显的转变。从该色素在338nm处的吸收峰可以看出, 该色素在pH > 5时, 其结构发生了明显的改变, 且随pH升高, 结构改变越大。同时由于不同pH值时提取溶液的色泽的变化, 致使提取蛇莓果实色素在可见光区的吸光度变化无规律。

### 2.4 碳水化合物对蛇莓红色素稳定性的影响

取10ml色素稀释液20份, 分别加入不同浓度的葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖溶液, 充分振荡, 静置3h后在756MC紫外可见光光度计上测其在338、490、540nm处的吸光度, 结果见表2。

由表2可知, 葡萄糖、蔗糖、麦芽糖对蛇莓红色素稳定性几乎无影响。而对于乳糖而言, 低浓度的乳糖对蛇莓果实色素几乎没有影响, 而高浓度的乳糖会使色素在紫外和可见光区的吸光度呈现增加趋势, 表现出明显的增色作用。

### 2.5 防腐剂对蛇莓红色素稳定性的影响

取10ml色素稀释液10份, 往5份里面分别加入1ml不同浓度的苯甲酸钠溶液, 另5份里面分别加入1ml不同浓度的山梨酸钾溶液, 充分振荡后在756MC紫外可见

表2 碳水化合物对蛇莓红色素稳定性的影响

Table 2 Effects of carbohydrates on Mockstrawberry fruit red pigment

溶液	波长(nm)	浓度(%)				
		0.5	1	5	10	15
葡萄糖	338	0.810	0.881	0.852	0.845	0.838
	490	0.689	0.698	0.684	0.680	0.687
	540	0.555	0.558	0.560	0.562	0.567
蔗糖	338	0.852	0.838	0.853	0.837	0.832
	490	0.667	0.685	0.661	0.671	0.661
	540	0.537	0.549	0.534	0.553	0.535
麦芽糖	338	0.835	0.864	0.855	0.859	0.868
	490	0.675	0.667	0.676	0.664	0.687
	540	0.542	0.540	0.546	0.550	0.566
乳糖	338	0.819	0.820	0.864	0.911	0.954
	490	0.635	0.650	0.643	0.739	0.739
	540	0.515	0.522	0.520	0.535	0.610

光光度计上测其在338、490、540nm处的吸光度, 结果见表3。

表3 防腐剂对蛇莓红色素稳定性的影响

Table 3 Effects of sodium benzoate on Mockstrawberry fruit red pigment

溶液	波长(nm)	对照	浓度(%)				
			0.01	0.02	0.05	0.1	0.2
苯甲酸钠	338	0.851	0.850	0.868	0.857	0.848	0.847
	490	0.673	0.688	0.698	0.684	0.681	0.680
	540	0.550	0.567	0.560	0.568	0.562	0.558
山梨酸钾	338	0.851	0.855	0.845	0.846	0.838	0.840
	490	0.673	0.701	0.686	0.688	0.676	0.678
	540	0.550	0.567	0.556	0.560	0.548	0.547

由表3可以看出, 防腐剂对蛇莓红色素稳定性基本上没有影响。而现代食品工业中, 防腐剂的用量均不会超过以上浓度, 或是尽量不用, 所以蛇莓果实色素在食品上使用是比较稳定的。

### 2.6 氧化剂对蛇莓红色素稳定性的影响

以H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>作为氧化剂, 配制体积浓度分别为0.3%、1%、2%、4%、6%、10%, 吸取1ml, 分别加入10ml色素稀释液(1:40), 充分振荡, 静置1h后, 在756MC紫外可见光光度计上测其在338、490、540nm处的吸光度, 结果见表4。

由表4可以看出, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>对蛇莓果实色素有明显的降

表4 氧化剂对蛇莓红色素稳定性的影响  
Table 4 Oxidants effects on *Mockstrawberry* fruit pigment

波长 (nm)	不同体积浓度的氧化剂下的吸光度						
	对照组	0.3%	1%	2%	4%	6%	10%
338	0.930	0.876	0.853	0.853	0.835	0.840	0.840
490	0.712	0.528	0.300	0.184	0.126	0.114	0.108
540	0.587	0.430	0.256	0.158	0.112	0.101	0.089

解作用, 且随浓度的增高, 其降解作用加强。

### 2.7 蛇莓红色素的辅色作用

扫描图谱和测定结果见表5。

由表5可以发现, 谷氨酸的辅色效果最好, 可能

表5 蛇莓果实色素的辅色作用  
Table 5 Subsidiary color effects on *Mockstrawberry* fruit red pigment

波长 (nm)	338	490	540
对照	1.316	0.143	0.334
L-半光氨酸	1.409	0.036	0.312
L-白氨酸	1.379	0.035	0.335
甘氨酸	1.361	0.040	0.338
DL- $\alpha$ -氨基丙酸	1.371	0.053	0.337
L-脯氨酸	1.367	0.175	0.335
L-谷氨酸	1.319	0.179	0.402
L-酪氨酸	1.381	0.056	0.338
咖啡因	1.346	0.172	0.382

是由于谷氨酸显酸性的缘故。且大多数辅色剂使色素的最大吸收波长处的吸光度略有增加。

### 3 结论

蛇莓果实色素溶液在338、490、540nm处有吸收峰, 该色素对热较为稳定, 当温度超过70℃时略有分解, 颜色略有变浅。pH对蛇莓红色素的稳定性影响很大, 该色素在低酸性条件下较为稳定, 在碱性条件下不稳定, 是在碱性条件下其结构发生改变所导致的。这限定了该色素只能在酸性条件下使用; 葡萄糖、蔗糖、麦芽糖对蛇莓色素的稳定性几乎没有影响, 但乳糖对该色素有一定的增色作用; 防腐剂对蛇莓色素的稳定性几乎没有影响。氧化剂H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>对该色素的稳定性影响较大, 此外一些辅色剂中谷氨酸对蛇莓色素的影响最大。

### 参考文献:

- [1] 钦传光, 马丽, 丁焰, 等. 纸色谱法鉴定蛇莓红色素的成分[J]. 湖北工学院学报, 1998, 13(3): 5-8.
- [2] 钦传光, 马泗军, 丁焰, 等. 蛇莓红色素稳定性的分析[J]. 食品添加剂, 1997(3): 34-35.
- [3] 文赤夫, 赵红桥, 田春莲, 等. 樟树熟果红色素提取工艺及稳定性研究[J]. 食品科学, 2006, 27(4): 157-160.
- [4] 庞志申. 花色苷研究概况[J]. 北京农业科学, 2000, 18(5): 37-42.
- [5] 阚建全. 食品化学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2002.