

# 石榴果汁花青素的稳定性 及其护色工艺研究

(陕西师范大学食品工程系, 西安 710062) 李月 陈锦屏

**摘要:**研究了石榴果汁花青素在不同条件下的稳定性, 并进行了石榴果汁的护色实验。结果表明, 石榴果汁花青素在酸性条件下有较好的稳定性; 温度、磷酸盐、甜味剂对石榴果汁花青素的稳定性影响不显著;  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  能引起花青素的较大损失; 在石榴果汁中加入 0.4% 柠檬酸和 0.01% 抗坏血酸, 可保持稳定的玫瑰红色。

**关键词:**石榴果汁; 花青素; 稳定性; 护色

**Abstract:** The effects of different factors on the stability of pomegranate anthocyanin were studied in the paper. The test on colour retaining of pomegranate juice was done. Results showed that pomegranate anthocyanin was stable under acidic condition; temperature, phosphate, sweeteners had little influence on anthocyanin,  $\text{Fe}^{3+}$  or  $\text{Cu}^{2+}$  could lead to its loss; pomegranate juice could retain a good colour when 0.4% citric acid monohydrate and 0.01% L-ascorbic acid were added to it.

**Key words:** pomegranate juice; anthocyanin; stability; retaining colour

中图分类号: TS275.5 文献标识码: A  
文章编号: 1002-0306 (2004) 12-0074-03

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

石榴 陕西省西安市临潼区出产; 阿斯巴甜 食品级; 柠檬酸, 蛋白糖, 蔗糖, 其它试剂 均为分析纯。

离心机 上海安亭科学仪器厂, TU-1800/1800S 紫外-可见分光光度计 北京普析通用仪器有限责任公司, UV-2000 型可见分光光度计 尤尼柯仪器有限责任公司, PHS-4CT 型酸度计 上海康仪仪器有限公司; 微波炉 上海福玛实验设备有限公司; 电热恒温水箱 上海福玛实验设备有限公司; 电子天平 (万分之一) 手持压榨器。

### 1.2 实验方法

收稿日期: 2004-07-02

作者简介: 李月 (1980-), 女, 硕士。

**1.2.1 石榴汁的制备** 石榴经去皮后的洁净籽粒经压榨取汁, 所得石榴汁经微波杀菌后, 冷却至室温, 在离心机 (3000r/min) 中离心处理 20min, 取上清液备用。

**1.2.2 石榴汁护色** 将不同浓度的护色剂加入到榨汁前及榨汁后的石榴果汁中, 分别进行护色处理。

### 1.3 测定方法

吸光度的测定 分光光度法; 酸度的测定 精密酸度计。

## 2 结果与分析

### 2.1 石榴果汁花青素的特征吸收峰

取 10mL 石榴果汁, 加入 0.4% 柠檬酸混匀, 用 UV-2000 型可见分光光度计在 400~600nm 波长范围内进行光谱扫描。扫描结果显示, 石榴果汁花青素在 400~600nm 波长范围有一个特征吸收峰, 该吸收峰出现在 516nm 处 (见图 1), 所以, 石榴果汁花青素的最大吸收波长为 516nm。

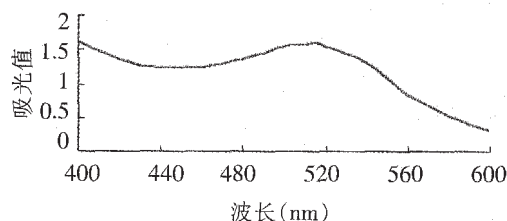


图 1 石榴果汁花青素紫外可见光光谱图

### 2.2 pH 对石榴果汁花青素的影响

取石榴汁 14 份, 用 3mol/L 盐酸和 10%NaOH 溶液调节石榴汁的 pH, 观察石榴汁的颜色变化, 结果见表 1。

由表 1 可知, 当 pH<5 时, 石榴果汁呈红色, 但随 pH 的增大, 颜色变浅; 当 pH>6 时, 石榴汁由红色逐渐变为黄色、黄绿色, 最后变为墨绿色。

### 2.3 温度对石榴果汁花青素的影响

取 10mL 石榴果汁 5 份, 加入 0.4% 的柠檬酸使汁液呈玫瑰红色, 分别置于 25、35、50、70、90℃ 进行

表1 石榴果汁花青素与 pH 的关系

| pH | 1   | 2   | 3   | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 颜色 | 玫瑰红 | 玫瑰红 | 玫瑰红 | 橙红 | 浅红 | 黄褐 | 黄褐 | 黄绿 | 墨绿 | 墨绿 | 墨绿 | 墨绿 | 墨绿 | 墨绿 |

保温处理,每 30min 测一次吸光值,共测 6 组,得出不同温度下石榴果汁花青素的稳定性,结果见图 2。

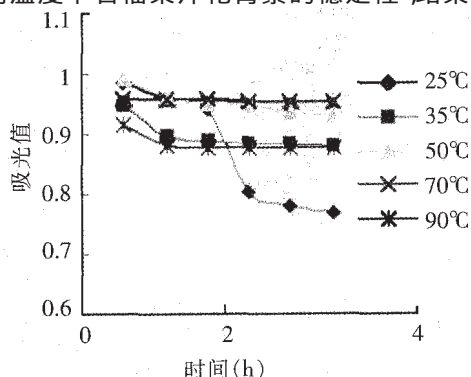


图2 不同温度下石榴果汁花青素的吸光值

由图 2 可知,石榴果汁在 25℃ 经过 3h,吸光值从 0.986 降到了 0.771,说明石榴花青素在此温度下不稳定。加热使得花青素的吸光值有所降低,但提高了它的稳定性。从图 2 还可看出,石榴果汁花青素在 35、60、90℃ 条件下吸光值较小,而在 70℃ 时,花青素的吸光值没有明显降低,且色素稳定性良好。所以,可在 70℃ 对石榴果汁进行杀菌,杀菌后的石榴果汁可保持稳定的玫瑰红色。

## 2.4 磷酸盐对石榴果汁花青素的影响

取 5mL 石榴汁 32 份,将浓度为 1% 的磷酸氢二钠、三聚磷酸钠、六偏磷酸钠加入石榴汁中,每隔 30min 测一次吸光值,其结果见表 2。

表2 磷酸盐对石榴果汁花青素吸光值的影响

| 磷酸盐   | 加入量<br>(mL) | 0.5h  | 1h    | 1.5h  | 2h    |
|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|
| 空白    | 1           | 0.772 | 0.756 | 0.749 | 0.745 |
|       | 2           | 0.656 | 0.653 | 0.646 | 0.646 |
| 磷酸氢二钠 | 1           | 0.782 | 0.762 | 0.758 | 0.754 |
|       | 2           | 0.659 | 0.650 | 0.638 | 0.638 |
| 三聚磷酸钠 | 1           | 0.751 | 0.725 | 0.725 | 0.725 |
|       | 2           | 0.586 | 0.580 | 0.580 | 0.580 |
| 六偏磷酸钠 | 1           | 0.793 | 0.772 | 0.761 | 0.752 |
|       | 2           | 0.685 | 0.667 | 0.661 | 0.657 |

由表 2 可知,磷酸氢二钠和六偏磷酸钠加入后,石榴果汁花青素的吸光值增大了,所以磷酸氢二钠和六偏磷酸钠对石榴果汁有增色作用;而三聚磷酸钠加入后,石榴果汁花青素的吸光值变小了,所以三聚磷酸钠可对石榴果汁产生轻度的减色效应。

表3 不同金属离子对石榴果汁花青素的影响

| 金属离子 | 对照    | Fe <sup>3+</sup> | Cu <sup>2+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Zn <sup>2+</sup> |
|------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|------------------|
| 颜色   | 玫瑰红   | 浅棕色              | 浅红色              | 玫瑰红              | 玫瑰红              | 玫瑰红             | 玫瑰红            | 玫瑰红              |
| 吸光值  | 0.994 | 0.638            | 0.645            | 0.790            | 0.879            | 0.860           | 0.862          | 0.995            |

## 2.5 金属离子对石榴果汁花青素的影响

取石榴汁 8 份,加入柠檬酸溶液显色,配制成金属离子浓度为 0.001mol/L 的色素溶液,放置 24h 后,观察溶液颜色变化,并在 516nm 处测吸光值,结果见表 3。

由表 3 可看出,石榴果汁中加入不同的金属离子,其花青素稳定性不同。Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Zn<sup>2+</sup>加入后,石榴果汁花青素的吸光值从 0.994 分别降低到 0.790、0.879、0.860、0.862,而石榴果汁仍保持玫瑰红色,所以说这几种金属离子的加入,对石榴果汁花青素影响较小。Fe<sup>3+</sup>、Cu<sup>2+</sup>加入后花青素的吸光值分别降到了 0.638、0.645,且果汁颜色分别变成浅棕色和浅红色。所以,生产石榴果汁时,应避免果汁与含铁、含铜材料接触。

## 2.6 甜味剂对石榴果汁花青素稳定性的影响

本实验选用蔗糖、蛋白糖、阿斯巴甜三种甜味剂,加入到石榴果汁中进行花青素稳定性实验,结果见表 4。

表4 甜味剂对石榴果汁花青素吸光值的影响

| 甜味剂(%) | 对照    | 2.0   | 3.0   | 4.0   | 5.0   |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 蔗糖     | 0.920 | 0.921 | 0.923 | 0.923 | 0.923 |
| 蛋白糖    | 0.920 | 0.921 | 0.922 | 0.922 | 0.922 |
| 阿斯巴甜   | 0.920 | 0.920 | 0.921 | 0.921 | 0.921 |

由表 4 可看出,石榴果汁中加入蔗糖后吸光值略有升高,当蔗糖浓度增大到 3.0% 以上时,石榴果汁花青素的吸光值增大到 0.923;加入蛋白糖和阿斯巴甜,也使得花青素的吸光值略有升高,但变化幅度很小。所以,甜味剂的加入对石榴果汁的颜色没有明显影响,说明甜味剂对石榴果汁花青素的稳定性良好。

## 3 石榴果汁的护色实验结果

### 3.1 柠檬酸的护色效果

以柠檬酸为护色剂,按不同浓度分别进行石榴榨汁前和榨汁后的护色实验,结果见表 5。

由表 5 可看出,柠檬酸在榨汁后加比在榨汁前加的护色效果略好一些,主要表现为色泽保持率上。榨汁前加柠檬酸,果汁色泽保持率最高到 79.4%,所需柠檬酸浓度为 1.0%;而榨汁后加入 0.8% 的柠檬酸,就可使果汁色泽保持率达 87.5%。原因可能是榨汁后加入护色剂,可使护色剂很好地和果汁混匀,从

表5 不同浓度柠檬酸对石榴果汁的护色效果

| 榨汁前    |         |           |         |      | 榨汁后     |           |         |      |
|--------|---------|-----------|---------|------|---------|-----------|---------|------|
| 浓度 (%) | 杀菌后 (A) | 24h 后 (A) | 保持率 (%) | pH   | 杀菌后 (A) | 24h 后 (A) | 保持率 (%) | pH   |
| 空白     | 0.931   | 0.627     | 67.3    | 4.45 | 0.931   | 0.672     | 67.3    | 4.45 |
| 0.4    | 1.341   | 0.970     | 72.3    | 3.95 | 1.440   | 1.202     | 83.5    | 3.85 |
| 0.6    | 1.368   | 1.049     | 76.7    | 3.87 | 1.512   | 1.302     | 86.1    | 3.75 |
| 0.8    | 1.440   | 1.089     | 75.6    | 3.84 | 1.520   | 1.330     | 87.5    | 3.53 |
| 1.0    | 1.511   | 1.200     | 79.4    | 3.72 | 1.700   | 1.489     | 87.6    | 3.43 |
| 1.2    | 1.851   | 1.470     | 79.4    | 3.08 | 1.863   | 1.610     | 86.4    | 3.10 |

表6 不同浓度 Vc 对石榴果汁的护色效果

| 榨汁前    |         |           |         |      | 榨汁后     |           |         |      |
|--------|---------|-----------|---------|------|---------|-----------|---------|------|
| 浓度 (%) | 杀菌后 (A) | 24h 后 (A) | 保持率 (%) | pH   | 杀菌后 (A) | 24h 后 (A) | 保持率 (%) | pH   |
| 空白     | 0.928   | 0.627     | 67.5    | 4.44 | 0.928   | 0.627     | 67.5    | 4.44 |
| 0.01   | 0.808   | 0.748     | 92.6    | 4.36 | 0.789   | 0.746     | 93.4    | 4.33 |
| 0.03   | 0.603   | 0.541     | 89.7    | 4.40 | 0.601   | 0.530     | 88.2    | 4.41 |
| 0.05   | 0.563   | 0.507     | 90.1    | 4.55 | 0.564   | 0.505     | 89.5    | 4.55 |
| 0.07   | 0.579   | 0.487     | 84.1    | 4.40 | 0.560   | 0.479     | 85.5    | 4.38 |
| 0.09   | 0.560   | 0.504     | 90.0    | 4.30 | 0.548   | 0.498     | 90.8    | 4.28 |

而更有效地起到护色作用。柠檬酸加入量越大,石榴汁吸光值越大,颜色越鲜艳,但考虑到石榴果汁的适口性,选择 0.4% 的加入量较合适。

### 3.2 Vc 的护色实验结果

选 Vc 作为护色剂,按不同浓度进行榨汁前和榨汁后的护色实验,结果见表 6。

由表 6 看出,Vc 加入后,石榴果汁的色泽保持率从 67.5% 提高到 80% 以上,Vc 在榨汁前加入到石榴果汁中和在榨汁后加入的效果基本一致。Vc 的加入使石榴果汁花青素的吸光值变小了,且随 Vc 浓度的增大,色素吸光度越小,颜色越浅,原因在于抗坏血酸引起了果汁中花青素的降解,从而造成了石榴汁颜色的减退,所以,在选用 Vc 做护色剂时要慎重。

### 3.3 复合护色剂的护色实验结果

将柠檬酸和 Vc 按不同浓度配成复合护色剂,加入到石榴果汁中,进行护色实验,结果见表 7。

表7 复合护色剂对石榴果汁的护色效果

| 柠檬酸 (%) | Vc (%) | 杀菌后 (A) | 24h 后 (A) | 保持率 (%) | 感官评分 |
|---------|--------|---------|-----------|---------|------|
| 0.4     | 0.01   | 1.350   | 1.348     | 99.8    | 9    |
| 0.4     | 0.03   | 1.345   | 1.342     | 99.8    | 7    |
| 0.6     | 0.01   | 1.366   | 1.364     | 99.9    | 7    |
| 0.6     | 0.03   | 1.362   | 1.358     | 99.7    | 7    |
| 0.8     | 0.01   | 1.442   | 1.439     | 99.8    | 4    |
| 0.8     | 0.03   | 1.450   | 1.446     | 99.7    | 3    |

注:满分 10 分 0~4 太酸 5~7 偏酸 8~10 酸甜适口。

由表 7 可知,复合护色剂加入后,石榴果汁的色泽保持率达 99.7%~99.8%,护色效果优于单一护色

剂。从表 7 中看出,0.6% 柠檬酸和 0.01% Vc 加入到石榴果汁中,可使果汁色泽保持率达到 99.9%。感官评分结果表明,0.4% 柠檬酸和 0.01% Vc 加入到石榴果汁中,所得果汁酸甜适口,感官评分为 9 分,色泽保持率可达 99.8%。所以,综合考虑色泽保持率和感官评分两项指标,确定复合护色剂的最佳加入量为 0.4% 柠檬酸和 0.01% Vc。

## 4 结论

4.1 石榴果汁花青素的最大吸收波长为 516nm,在 pH<5 时呈稳定的玫瑰红色,当 pH>5 时,果汁颜色变浅,失去原有的玫瑰红色。所以,保持石榴汁在弱酸性条件下可获得鲜亮的果汁色泽。

4.2 石榴果汁花青素对热的稳定性良好;磷酸盐对石榴果汁花青素影响较小,其中磷酸氢二钠和六偏磷酸钠对石榴汁有增色作用, $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Na}^{+}$ 、 $\text{K}^{+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$  金属离子对石榴汁颜色影响不大, $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  对花青素影响很大;甜味剂的加入不会引起石榴汁色泽的变化。

4.3 以 0.4% 的柠檬酸和 0.01% 的 Vc 对石榴果汁进行复合护色,可使石榴果汁保持稳定的玫瑰红色,果汁的 pH3.8,符合一般消费者的口感要求。

### 参考文献:

- [1] 杨永德,丁正洪.石榴果肉果汁饮料工艺研究[J].食品工业,2000(2):3~4.
- [2] 刘邻渭.食品科学[M].陕西科学技术出版社,1996.250~255.

全国中文核心期刊

轻工行业优秀期刊