

施伟梅, 陈建福, 王妙飞, 等. 三角梅花色素的理化性质及稳定性[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(3): 270–272.

# 三角梅花色素的理化性质及稳定性

施伟梅<sup>1</sup>, 陈建福<sup>2</sup>, 王妙飞<sup>1</sup>, 孙 瑶<sup>1</sup>

(1. 赣南医学院药学院, 江西赣州 341000; 2. 漳州职业技术学院食品与生物工程系, 江西漳州 363000)

**摘要:**研究了三角梅花色素在不同溶剂中的溶解性和光谱学特性, 考察了 pH 值、温度、光照、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、金属离子、食品添加剂对其稳定性的影响。结果表明, 三角梅花色素为花色苷类色素, 易溶于水、50% 冰醋酸、50% 甲醇、50% 乙醇等极性溶剂, 微溶于无水甲醇、无水乙醇, 不溶于乙酸乙酯、石油醚; 光照和温度对三角梅花色素影响不大, 该色素在 pH 值 = 4~7 时比较稳定, 适宜于弱酸性和中性条件下使用, 对  $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、金属离子和食品添加剂的稳定性较好, 但是对  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{Al}^{3+}$  不稳定。该色素有望开发成为安全、可靠、低廉的天然植物色素添加剂。

**关键词:**三角梅; 花色素; 理化性质; 稳定性

**中图分类号:** TS264.4; R913 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2014)03–0270–03

食用色素分为合成色素和天然色素两类。合成色素具有着色力强、稳定性好、成本较低的特点, 研究表明, 合成色素中的不少品种具有不同程度的毒性和致癌性, 严重危害人体的健康<sup>[1]</sup>。天然色素主要从生物体中提取, 安全性较高、色泽自然、多数兼有营养保健和着色的双重作用, 研究和开发新型天然色素显得很有必要<sup>[2–3]</sup>。三角梅 (*Bougainvillea spectabilis*) 又称九重葛、宝斤、叶子花等, 为茉莉科三角花属, 开花时

间长、色泽艳、花色丰富, 颜色有紫色、淡紫、猩红、大红、粉红、橘黄、白色等。三角梅还具有很强的药用价值, 据记载三角梅苦、涩、温, 具有“调和气血, 治疗妇女赤白带下, 月经不调”等功效<sup>[4]</sup>。同时, 三角梅的花中含有丰富的甜菜色素, 具有很强的抗氧化作用, 对癌细胞等坏细胞的脱落等具有促进作用。对三角梅色素的提取进行研究, 可为开发利用新型色素资源提供参考。

收稿日期: 2013–07–29

基金项目: 赣南医学院科研课题 (编号: YB201023)。

作者简介: 施伟梅 (1985—), 女, 硕士, 讲师, 主要从事食品资源开发及药品监测方法研究。E-mail: maisi540@163.com。

势; 而且籽棉回潮率的测量与含杂率的检测集成一体, 信息管理一体化是未来棉花收购的发展方向。

## 参考文献:

- [1] 张红战. 回潮率对棉花加工工艺系统的影响[J]. 中国棉花加工, 2008(4): 19, 21.
- [2] 路纹纹, 吕新民, 张立明, 等. 棉花水分测试仪的设计[J]. 农机化研究, 2008(5): 89–92.
- [3] 张建柱. 我国棉花回潮率电测器技术发展综述[J]. 中国棉花加工, 2010(5): 20–22.
- [4] 郑颖航, 丁天怀, 李 勇. 基于电阻测量原理的新型棉花水分在线自动测量仪[J]. 仪表技术与传感器, 2002(7): 21–22, 28.
- [5] Zhang Y J, Seichi O. New density-independent moisture measurement using microwave phase shifts at two frequencies[J]. Instrumentation and Measurement, 1999, 48(6): 1208–1211.
- [6] Pelletier M G, Lubbock T X. Moisture measurement system for seed cotton or lint; US, 7330034B1[P]. 2004–12–14.
- [7] 李玉忠. 微波水分测量技术发展历史及微波水分计制造业现状[J]. 分析仪器, 2006(3): 49–53.
- [8] 黎泽伦, 黄志诚, 黄友均, 等. 微波水分测量仪的设计[J]. 农业机械学报, 2009, 40(2): 81–83.
- [9] 孙必成, 陈美玉, 孙润军. 微波测量纤维含水率的方法[J]. 毛纺科技, 2009, 37(6): 54–56.
- [10] 何永政, 韩 刚. 浅析棉包回潮率测试新技术——微波法[J].

## 1 材料与方法

### 1.1 仪器及试剂

Lambda 35 紫外可见分光光度, 美国珀金埃尔默公司生

中国纤检, 2012(21): 66–69.

- [11] 杨河清, 程 冰, 叶正文, 等. 多种物料水分在线自动检测技术的开发[J]. 烧结球团, 2009, 34(3): 41–44.
- [12] 董鹏辉. 基于近红外线的纸张水分及定量测量技术研究[D]. 西安: 长安大学, 2009: 1–75.
- [13] Thomasson J A. Cotton moisture measurement with a black-and-white video camera[J]. Applied Engineering in Agriculture, 1995, 11(3): 371–375.
- [14] 胡智宏, 邹 琳. 便携电容式棉花含水量测量仪[J]. 仪表技术与传感器, 2008(7): 19–21.
- [15] 王 伟, 张洪州, 李建军, 等. 高精度数字化棉花水分智能检测仪: 中国, 201110095934[P]. 2011–04–18.
- [16] Byler R K. Resistance-type portable cotton lint moisture meter[J]. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006, 22(1): 13–17.
- [17] 张明柱. 新技术在电测器上的应用研究[J]. 中国纤检, 2012(13): 68–69.
- [18] 范力旻. 新型棉花水分测试仪[J]. 中国棉花, 2007, 34(12): 12–13.
- [19] 倪玉婷. 温湿度对棉花回潮率测定影响研究及新型电测器的研制——访中国纤维检验局总工程师徐水波[J]. 中国纤检, 2009(2): 10–13.
- [20] 韩 刚, 何嘉磷, 张明柱, 等. 一种棉花水分测定仪: 中国, 200720126242[P]. 2007–10–30.

产;KQ3200DB 型数控超声波清洗机,昆山市超声仪器有限公司生产;RE5223 旋转蒸发器,上海沪西分析仪器厂。三角梅采自赣南医学院章贡校区。所用试剂均为分析纯。

1.2 试验方法

1.2.1 三角梅花色素的提取 将摘取的三角梅花去掉花萼和花托,剔除枯黄、腐烂花瓣和其他杂质,用蒸馏水漂洗,吸水纸吸干表面水分,于 50 ℃ 烘干后粉碎备用。准确称取一定量的样品,加入一定体积 50% 乙醇溶液,在 50 ℃ 水浴中超声波辅助提取 3 次,每次 30 min,过滤,合并滤液,减压浓缩,制得三角梅花色素母液。

取 1 mL 三角梅花色素母液 8 份分别加入等体积的去离子水、甲醇、无水乙醇、石油醚、乙醚、乙酸乙酯、正己烷、丙酮,在常温下进行溶解性试验。

1.2.2 三角梅花色素光谱学特性 取 0.5 mL 三角梅花色素母液用去离子水定容至 25 mL,20 ℃ 下用紫外-可见分光光度计在 400~700 nm 范围内测定该色素的吸收光谱。

1.2.3 三角梅花色素的稳定性

1.2.3.1 pH 值的影响 取三角梅花色素母液 0.5 mL,分别用不同 pH 值的缓冲液定容至 25 mL,配制不同 pH 值的色素浓液,观察溶液颜色变化并测量其最大吸收波长处的吸光度。pH 值 2.0、4.0、6.0、7.0、8.0 缓冲液用 0.2 mol/L  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 、0.1 mol/L 柠檬酸溶液配制,pH 值 10.0、12.0 缓冲液用 0.1 mol/L NaOH、0.1 mol/L 柠檬酸溶液配制。

1.2.3.2 温度的影响 取三角梅花色素母液 0.5 mL,用去离子水定容至 25 mL,分别于 20、40、50、60、70、80 ℃ 下恒温 1 h,迅速冷至室温,观察溶液颜色变化并测量其最大吸收波长处的吸光度。

1.2.3.3 光照的影响 取三角梅花色素母液 0.5 mL,用去离子水定容至 25 mL,分别于室温自然光照下放置 1、2、3、4、5、6、7、8 d,测定其在最大吸收波长处的吸光度。

1.2.3.4 氧化剂和还原剂的影响 取三角梅花色素母液 0.5 mL,分别用 0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05% 的  $\text{H}_2\text{O}_2$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  定容至 25 mL,并测定其在最大吸收波长处的吸光度。

1.2.3.5 金属离子的影响 取三角梅花色素母液 0.5 mL,分别加入 10 mL 0.1 mol/L  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Cd}^{3+}$ 、 $\text{Bi}^{2+}$ 、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  等金属离子,且用去离子水定容至 25 mL,观察溶液颜色变化并测量其最大吸收波长处的吸光度。

1.2.3.6 食品添加剂的影响 取三角梅花色素母液 0.5 mL,分别加入 0、0.01%、0.05%、0.10% 的食品添加剂(柠檬酸、苯甲酸、碳酸氢钠、维生素 C、山梨酸钾)溶液,30 min 后测定其在最大波长处的吸光度。

2 结果与分析

2.1 三角梅花色素的溶解性

由表 1 可知,三角梅花色素易溶于水、50% 冰醋酸、50% 甲醇、50% 乙醇等极性溶剂,微溶于无水甲醇、无水乙醇,不溶于乙酸乙酯、石油醚。根据三角梅花色素的溶解性,可知该色素的极性较大,为水溶性天然色素。

2.2 三角梅花色素的紫外-可见吸收光谱

从图 1 可见,三角梅花色素在可见光区有 1 个吸收峰,为

表 1 三角梅花色素在不同溶剂中的溶解性

溶剂	溶解性	颜色	溶剂	溶解性	颜色
水	++	鲜红色	无水乙醇	+	淡黄色
50% 冰醋酸	++	鲜红色	50% 乙醇	++	鲜红色
无水甲醇	+	黄色	乙酸乙酯	-	无色
50% 甲醇	++	鲜红色	石油醚	-	无色

注:“++”表示可溶;“+”表示微溶;“-”表示不溶。

548 nm,是典型的花色苷特征吸收峰<sup>[5]</sup>,由此可推测该色素为花色苷类色素。因本试验所用提取方法未分离蛋白质等非色素物质,且非色素物质的吸收波长多集中在紫外区。为了排除对测定结果的干扰,选用可见光区的最大吸收波长 548 nm 作为三角梅花色素的检测波长,用于对色素稳定性的分析。

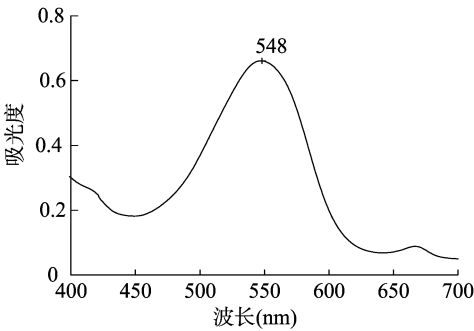


图 1 三角梅花色素的紫外-可见吸收光谱

2.3 pH 值对三角梅花色素稳定性的影响

pH 值对三角梅花色素稳定性的影响如表 2 所示。从表 2 可以看出,三角梅花色素水溶液的颜色会随着溶液 pH 值的不同而发生改变。色素水溶液颜色在 pH 值 < 7.0 时变化不明显,呈鲜红色;pH 值为 8.0 时开始转变为棕色;pH 值 > 10 以后,变成了深棕色,这可能是花色苷在不同的 pH 值溶液中,发生了化学结构的变化而使得颜色产生改变<sup>[6]</sup>。因此,从稳定性方面看,三角梅花色素适宜在偏酸性环境中应用。

表 2 pH 值对三角梅花色素稳定性的影响

pH 值	溶液颜色	吸光度
2	鲜红色	0.622 4
4	鲜红色	0.623 9
6	鲜红色	0.626 5
7	鲜红色	0.609 6
8	浅棕色	0.601 0
10	深棕色	0.595 4
12	深棕色	0.580 8

2.4 温度对三角梅花色素稳定性的影响

温度对三角梅花色素稳定性的影响如表 3 所示。从表 3 可以看出,三角梅花色素的吸光度随温度的升高而逐渐减小。在 60 ℃ 以下时,色素的颜色变化并不明显,一直保持鲜红色;当温度超过 70 ℃ 时,色素会逐渐变成淡红茶色,并最终变为深棕色。说明在温度低于 60 ℃ 时,色素可相对稳定存在,但温度的升高加速了色素的降解。

2.5 光照对三角梅花色素稳定性的影响

自然光照对三角梅花色素稳定性的影响如表 4 所示。从表 4 可以看出,在自然光照条件下,溶液颜色和吸光度并不会发生明显的变化,说明三角梅色素具有一定的光稳定性。因此,色素在保藏、运输过程中不必采取特殊的避光措施。

表 3 温度对三角梅花色素稳定性的影响

温度(℃)	溶液颜色	吸光度
20	鲜红色	0.609 6
40	鲜红色	0.607 2
50	鲜红色	0.591 7
60	鲜红色	0.539 6
70	淡红茶色	0.463 8
80	深棕色	0.406 8

表 4 光照对三角梅花色素稳定性的影响

时间(h)	溶液颜色	吸光度
1	鲜红色	0.608 9
2	鲜红色	0.614 2
3	鲜红色	0.612 8
4	鲜红色	0.602 0
5	鲜红色	0.611 6
6	鲜红色	0.605 3
7	鲜红色	0.608 9
8	鲜红色	0.613 0

2.6 氧化剂与还原剂对三角梅花色素稳定性的影响

氧化剂与还原剂对三角梅花色素稳定性的影响如表 5 所示。从表 5 可以看出,加入 0.01% 的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的色素吸光度最小,说明在 0.01% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 中,色素不稳定。之后随着 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 浓度升高,吸光度逐渐增大,说明一定浓度的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 对该色素有增敏作用<sup>[7]</sup>。而随着 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 浓度的逐渐增大,吸光度的变化幅度较小,表明该色素的耐还原性能较好。

表 5 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 和 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 对三角梅花色素稳定性的影响

H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 溶液浓度 (%)	吸光度	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 溶液浓度 (%)	吸光度
0	0.609 6	0	0.609 6
0.01	0.254 3	0.01	0.597 4
0.02	0.545 7	0.02	0.593 0
0.03	0.575 5	0.03	0.590 3
0.04	0.639	0.04	0.587 4
0.05	0.637 8	0.05	0.586 0

2.7 金属离子对三角梅花色素稳定性的影响

金属离子对三角梅花色素稳定性的影响如表 6 所示。从表 6 可以看出,大多数金属离子对三角梅色素稳定性几乎没有影响,并能稳定保持色素的鲜艳颜色。其中 Fe<sup>3+</sup> 使色素吸光值变大,并且使颜色加深,可能 Fe<sup>3+</sup> 本身颜色与色素发生了协同显色,而使得色彩加深;Al<sup>3+</sup> 颜色没有发生改变,但是吸光度增加较大,可能是与色素中的某些基团发生了络合反应<sup>[8-9]</sup>,因此,在储藏及运输过程中应尽量避免接触铁和铝。此外,Bi<sup>2+</sup>、Ag<sup>+</sup>、Pb<sup>2+</sup> 等 3 种重金属离子能使色素的吸光度值显著增大,颜色明显加深,这可能也是色素中的某些基团发生了络合反应所导致<sup>[10]</sup>。

2.8 食品添加剂对三角梅花色素稳定性的影响

食品添加剂对三角梅花色素稳定性的影响如表 7 所示。从表 7 可以看出,随着柠檬酸、苯甲酸、碳酸氢钠、维生素 C、山梨酸钾这 5 种添加剂浓度的增加,三角梅花色素溶液吸光度的变化幅度很小,表明三角梅色素对食品添加剂在一定范围内具有良好的稳定性,有利于三角梅色素在食品中的应用。

表 6 金属离子对三角梅花色素稳定性的影响

金属离子	溶液颜色	吸光度
无添加	鲜红色	0.609 6
Na <sup>+</sup>	鲜红色	0.610 2
Cu <sup>2+</sup>	鲜红色	0.603 2
Mg <sup>2+</sup>	鲜红色	0.644 3
Al <sup>3+</sup>	鲜红色	0.688 7
Fe <sup>3+</sup>	红色	0.720 7
Bi <sup>2+</sup>	玫红色	0.852 7
Ag <sup>+</sup>	玫红色	1.637 2
Pb <sup>2+</sup>	玫红色	1.025 2

表 7 食品添加剂对三角梅花色素的影响

添加剂浓度 (%)	吸光度				
	柠檬酸	苯甲酸	碳酸氢钠	维生素 C	山梨酸钾
0	0.609 6	0.609 6	0.609 6	0.609 6	0.609 6
0.01	0.623 0	0.592 7	0.608 1	0.585 5	0.595 3
0.05	0.608 8	0.607 0	0.598 2	0.591 0	0.597 7
0.10	0.601 5	0.582 7	0.622 1	0.567 0	0.599 9

3 结论

三角梅花色素易溶于水、冰醋酸、甲醇、乙醇等极性溶剂,微溶于丙酮、乙醚,不溶于乙酸乙酯、石油醚、正己烷,色素的极性较大,为水溶性天然色素,主要成分为花色苷类物质。三角梅花色素在酸性条件下颜色鲜艳且稳定,在着色时可用于酸性食品。此外,三角梅色素热稳定性较好,能够耐受 60℃ 以下温度,但在高温条件下不稳定,在应用时应避免高温加工。大多数金属离子对三角梅色素的稳定性没有影响,但是 Fe<sup>3+</sup>、Al<sup>3+</sup> 对色素有不良影响,在使用时应避免和铁器皿和铝制品接触。三角梅花色素有一定的抗氧化性,且在食品添加剂中,如柠檬酸、苯甲酸、碳酸氢钠、维生素 C、山梨酸钾等较稳定,可作为饮料、食品的色素添加剂使用。

参考文献:

[1] 凌美庭. 食品添加剂[M]. 北京:化学工业出版社,2003:950-951.  
[2] Castañeda-Ovando A, Pacheco-Hernández M L, Páez-Hernández M E, et al. Chemical studies of anthocyanins: A review[J]. Food Chemistry, 2009, 113(4): 859-871.  
[3] Kong J M, Chia L S, Goh N K, et al. Analysis and biological activities of anthocyanins[J]. Phytochem, 2003, 64(5): 923-933.  
[4] 江文世, 陈雯雯. 三角梅色素的提取工艺[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(12): 2526-2528.  
[5] 彭常安, 付萍萍, 刘永, 等. 紫甘薯色素理化性质及稳定性研究[J]. 安徽农业大学学报, 2012, 39(3): 407-411.  
[6] Anna B, Alicja Z K, Jan O. The effects of heating, UV irradiation, and storage on stability of the anthocyanin-polyphenol co pigment complex[J]. Food Chemistry, 2003, 81(3): 349-355.  
[7] 王晓东, 周大勇, 朱蓓薇, 等. 黄海胆棘壳色素理化性质和稳定性的研究[J]. 食品科学, 2012, 33(1): 44-48.  
[8] 郑楚君, 苏锐滨, 黄俊生, 等. 潮州“后陇红”番薯皮色素的提取及其稳定性分析[J]. 中国调味品, 2012, 37(7): 93-99.  
[9] 王海涛, 彭金龙, 张斌, 等. 田基黄色素的提取及其稳定性[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(9): 69-71.  
[10] 赵文红, 朱豪, 梁彬霞, 等. 红曲色素 TR 的稳定性研究[J]. 食品科技, 2012, 37(10): 237-240.