

# 商陆色素的稳定性研究

杨政水, 罗显华, 黄 静, 郁建生  
(铜仁职业技术学院, 贵州 铜仁 554300)

**摘 要:** 本文研究了商陆色素的稳定性。结果表明: pH、温度、氧化剂、还原剂、光照、金属离子、添加剂等对商陆色素的稳定性均有不同程度的影响, 其中高温、日光、亚硫酸氢钠、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  等对色素的稳定性影响明显。

**关键词:** 商陆; 色素; 稳定性

## Study on the Stability of the Pokeberry Fruit Pigment

YANG Zheng-shui, LUO Xian-hua, HUANG Jing, YU Jian-sheng  
(Tongren Vocational and Technical College, Tongren 554300, China)

**Abstract:** This paper studied the stability of the pokeberry fruit pigment. The result shows that the stability of the pokeberry fruit pigment has influence in various degree of temperature, pH, oxidant, reducing agent, illumination, metal ion, additive and so on. The having more obvious in influence pigment stability of high temperature, sunlight, sulphurous acid of hydrogen sodium,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ .

**Key words:** pokeberry fruit; pigment; stability

中图分类号 TS202.3

文献标识码 A

文章编号 1002-6630(2005)09-0104-04

商陆(*Phytolacca acinosa* Roxb)又名苋陆、大苋菜、肥猪菜、山萝卜等, 多年生草本植物, 总状花序, 果穗直立, 果实为肉质浆果, 由5~8~(10)个分果组成, 扁球形, 直径7~8mm, 熟时紫黑色<sup>[1]</sup>。商陆根中含商陆皂甙、加利果酸、齐墩果酸、 $\alpha$ -菠菜甾醇及其甙、 $\gamma$ -豆甾醇、 $\alpha$ -氨基丁酸等, 其具有较显著的抗炎和祛痰作用, 临床上用商陆加工炮制后的制剂治疗老年慢性支气管炎, 获得一定的效果。本文研究了从商陆果中提取的紫红色色素的稳定性, 旨在为商陆的开发利用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.2 材料与试剂

**材料** 商陆果从本院植物园采摘。

**试剂**  $\text{NaCl}$ 、 $\text{KCl}$ 、 $\text{CuSO}_4$ 、 $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{NaHSO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、抗坏血酸、苯甲酸钠、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、 $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 、乳酸、柠檬酸等均为分析纯。

### 1.2 仪器设备

TU-1800SPC 型紫外可见分光光度计、水浴锅、秒表等。

## 1.3 方法

### 1.3.1 色素提取方法

商陆色素提取工艺路线为: 商陆果→清洗去杂→压榨→过滤→加热→静置→过滤→澄清→分离上层液为色素原液

### 1.3.2 色素的稳定性研究方法

测定色素液在不同 pH 值、不同温度、不同光照、不同添加剂、不同金属离子、不同氧化剂和还原剂条件下的吸光度, 观察 pH、热、光、添加剂、氧化剂、还原剂和金属离子对色素稳定性的影响。

### 1.3.3 商陆色素的紫外可见光谱特征

## 2 结果与讨论

### 2.1 商陆色素的紫外可见光光谱特征

取商陆色素液用蒸馏水稀释 200 倍, 用 UV-1800 SPC 型紫外可见分光光度计在 400~650nm 波长范围内进行光谱扫描, 结果见图 1。

由图 1 可知, 商陆色素以水为介质在可见光区间的 531.0nm 处有最大吸收峰。

收稿日期: 2005-06-18

作者简介: 杨政水(1963-), 男, 高级讲师, 主要从事农副产品加工和野生植物资源开发的研究与教学工作。

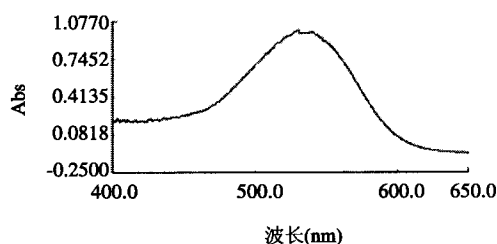


图1 商陆色素吸收光谱

Fig.1 Tspectrum of pigment from pokeberry fruit

## 2.2 pH 变化对商陆色素稳定性的影响

取商陆色素原液的20倍水稀释液1ml, 分别加入pH值为2.2、3.0、4.0、5.0、6.0、7.0、8.0的柠檬酸—磷酸氢二钠缓冲液9ml, 摇匀后, 观测颜色并进行光谱扫描(结果见表1)。

表1 pH值对商陆色素稳定性的影响

Table 1 The effect of pH value on the stability of pokeberry fruit pigment

HH 值	2.2	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
$\lambda_{\max}(\text{nm})$	531.0	531.0	535.0	534.5	535.0	539.0	539.0
$A_{\max}$	0.517	0.610	0.622	0.614	0.621	0.597	0.462
$A_{531.0}$	0.511	0.606	0.622	0.615	0.622	0.595	0.452
颜色变化	紫红色	紫红色	紫红色	紫红色	紫红色	淡紫红色	淡紫红色

由表1可知, 在pH值2.2~6.0范围内, 随pH值的升高, 最大吸收峰波长有增大现象, 并明显的集中在531.0、535.0和539.0, 这可能是pH对花色苷化学结构的影响, 导致不同花色苷存在形式之间的转化<sup>[2]</sup>。从表1可见商陆色素随pH改变 $A_{531.0}$ 的值, 在pH在2.2~8.0间,  $A_{531.0}$ 由pH 2.2时的0.511增加到pH4.0时的0.622, 后又从pH 6.0时的0.622降低到pH8.0时的0.452, 说明该色素在4~6的pH环境条件下稳定, 呈色效果好; pH小于4的酸性环境和pH大于7的碱性环境, 色素稳定性降低, 呈色效果差。

## 2.3 温度变化对商陆色素稳定性的影响

取商陆色素稀释液10ml, 分别置于50、60、70、80、90℃的环境中恒温, 在0、10、20、30、40、50min时分别进行光谱扫描(结果见表2)。

从表2可知, 商陆色素经热力处理, 色素吸光度

均有不同程度的损失, 并随温度的升高和时间的延长损失率不断提高。50℃加热50min, 色素的损失率为31.9%, 而80℃处理50min, 其吸光度损失率高达88.9%; 而经过50℃10min短时处理, 损失率仅为9.0%, 温度升至80℃的短时处理, 色素吸光度的保存率仍达62.9%; 同时也可以看出, 温度的升高和时间的延长, 最大吸收峰的波长也有所变化。于是该色素不宜用于需经过高温杀菌处理的食品中。

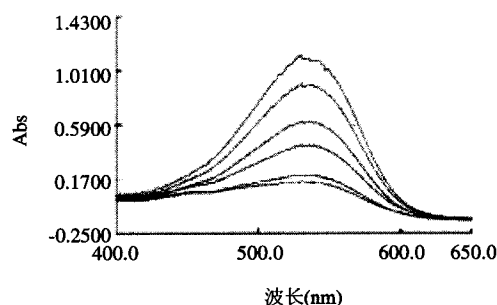
## 2.4 氧化剂和还原剂对商陆色素稳定性的影响

取商陆色素稀释液5ml, 分别加10%的 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、抗坏血酸、 $\text{NaHSO}_3$ 溶液1、2、3、4、5ml, 用蒸馏水补足至10ml(CK加蒸馏水), 混匀后静置10min进行光谱扫描(结果见表3、图2)。

表3 氧化还原剂对商陆果色素稳定性的影响

Table 3 The effect of oxidant and reducing agent on the stability of pokeberry fruit pigment

		CK	1ml	2ml	3ml	4ml	5ml
$\text{H}_2\text{O}_2$	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	531.0	534.5	536.0	534.5	534.0	540.0
	$A_{\max}$	0.835	0.819	0.809	0.802	0.798	0.794
抗坏血酸	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0	531.5
	$A_{\max}$	0.835	0.814	0.813	0.798	0.799	0.789



峰值从上到下为加: 0、1、2、3、4、5 ml

图2  $\text{NaSO}_3$ 对商陆色素稳定性的影响Fig.2 Effect of  $\text{NaSO}_3$  on the stability of pokeberry fruit pigment

从表3可知,  $\text{H}_2\text{O}_2$ 的加入不仅使最大吸收峰位置轻度向长波长方向移动, 同时导致吸光度的减小; 不同浓度的抗坏血酸和亚硫酸氢钠没有引起最大吸收峰的位置移动, 但吸光度有所减少, 特别是亚硫酸氢钠引起吸

表2 温度变化对商陆色素稳定性的影响

Table 2 The effect of temperature on the stability of pokeberry fruit pigment

时间 (min)	50℃		60℃		70℃		80℃	
	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	$A_{\max}$	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	$A_{\max}$	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	$A_{\max}$	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	$A_{\max}$
0	531.0	1.078	531.0	1.078	531.0	1.078	531.0	1.078
10	531.0	0.981	531.0	0.894	531.0	0.867	537.0	0.678
20	531.0	0.920	531.0	0.859	531.0	0.705	536.6	0.472
30	531.0	0.883	531.0	0.777	532.2	0.532	537.6	0.352
40	531.0	0.845	531.0	0.743	533.0	0.506	535.0	0.216
50	531.0	0.743	534.0	0.658	531.0	0.441	532.6	0.120

光度的较大变化(图2)。

## 2.5 光照对商陆色素稳定性的影响

### 2.5.1 室内散射光

将商陆色素稀释液盛装在白色的试管中,置于室内光亮处,分别在第0、1、2、3、4、5、6、7和第8d同一时间进行光谱扫描,并观测颜色的变化,结果见表4。

表4 光照对商陆色素稳定性的影响

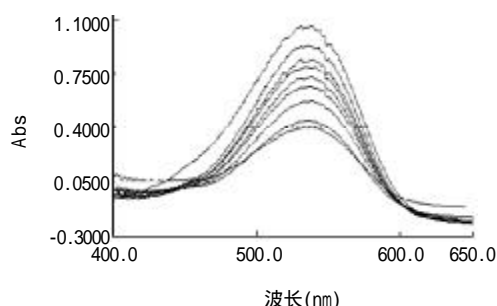
Table 4 The effect of the illumination on the stability of pokeberry fruit pigment

时间(d)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda_{\max}(\text{nm})$	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0
$A_{\max}$	1.060	1.018	1.008	1.005	0.969	0.966	0.952	0.951	0.948
颜色	紫红	紫红	紫红	紫红	紫红	紫红	紫红	紫红	紫红

由表4可知,室内散射光对商陆色素稳定性影响较小,经过8d后吸光度损失率仅10.5%。

### 2.5.2 室外非阳光直射

将商陆色素水稀释液盛装在白色的试管中,置于室外非强烈日光照射处,分别在第0、1、2、3、4、5、6、7和第8d同一时间进行光谱扫描,结果见图3。



曲线从上到下为加: 0、1、2、3、4、5、6、7、8 d

图3 室外光对商陆色素稳定性的影响

Fig.3 Effect of outdoor light on the stability of pokeberry fruit pigment

从图3可以看出,室外非阳光直射对商陆色素有较大影响,随着时间的延长,颜色逐渐变浅,吸光度不断降低,第8d吸光度损失率高达62.5%。

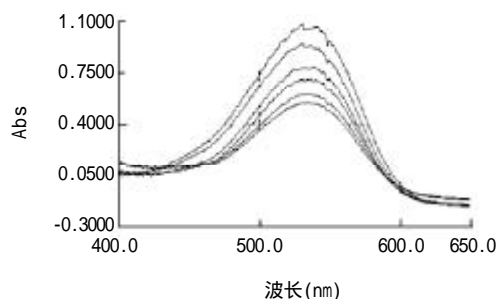
### 2.5.3 阳光直射

将商陆色素稀释液盛装在白色的试管中,置于室外强烈日光照射处,分别在第0、2、4、6、8h、和第10h进行光谱扫描,并观测颜色的变化,结果见图4。

从图4可以看出,商陆色素对室外阳光直射非常敏感,随着时间的延长,颜色逐渐变浅,吸光度迅速降低,第10h吸光度损失率高达45.8%。

## 2.6 金属离子对商陆色素稳定性的影响

先配置浓度分别为0.10、0.08、0.06、0.04、0.02mol/L



峰值从上到下为加: 0、2、4、6、8、10 h

图4 阳光对商陆色素稳定性的影响

Fig.4 Effect of sunlight on the stability of pokeberry fruit pigment

的 $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{CuSO}_4$ 、 $\text{KCl}$ 、 $\text{NaCl}$ 溶液。取商陆色素稀释液5ml,加不同金属离子浓度的溶液1ml(CK加蒸馏水),摇匀后静置5min进行光谱扫描,结果见表5。

表5 金属离子对商陆色素稳定性的影响

Table 5 Effect of metal ion on the stability of pokeberry fruit pigment

		金属离子浓度(mol/L)					
		C K	0.1	0.08	0.06	0.04	0.02
$\text{Na}^+$	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0
	$A_{\max}$	0.732	0.705	0.722	0.718	0.720	0.723
$\text{K}^+$	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0
	$A_{\max}$	0.732	0.708	0.707	0.705	0.717	0.712
$\text{Ca}^{2+}$	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	531.0	535.0	535.0	535.0	535.0	535.0
	$A_{\max}$	0.783	0.814	0.813	0.813	0.814	0.814
$\text{Mg}^{2+}$	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0
	$A_{\max}$	0.783	0.836	0.836	0.835	0.834	0.834
$\text{Cu}^{2+}$	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	531.0	510.5	510.5	510.5	508.5	510.5
	$A_{\max}$	0.732	0.394	0.394	0.378	0.389	0.405
$\text{Fe}^{3+}$	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	531.0	无	无	无	无	无
	$A_{531.0}$	0.783	0.050	0.049	0.051	0.051	0.052
$\text{Al}^{3+}$	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	531.0	531.0	531.5	531.0	531.0	531.5
	$A_{\max}$	0.783	0.704	0.721	0.747	0.751	0.755

从表5可以看出, $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 等金属离子的存在,商陆色素的最大吸收峰没有改变,但吸光度有所降低; $\text{Mg}^{2+}$ 的存在,最大吸收峰没有改变,但吸光度有所增加;值得注意的是 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 等离子的存在,不仅改变了最大吸收峰的位置,吸光度也发生较大变化,其中 $\text{Cu}^{2+}$ 的加入使色素颜色变为棕红色, $\text{Fe}^{3+}$ 则使色素液呈现黄褐色。于是 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 对商陆色素有一定的增色效应,但 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 等离子的存在会破坏该色素的稳定性,于是商陆色素应尽量避免与铜、铁接触。

## 2.7 添加剂对商陆色素稳定性的影响

取5ml商陆色素稀释液,分别加入10%(W/V)的可溶性淀粉、蔗糖、葡萄糖、麦芽糖、柠檬酸、乳酸

# 营养强化素对馒头粉加工品质影响的初步研究

王学东, 李庆龙, 夏文水, 沈 炯, 陈 虎, 辛 峰  
(武汉工业学院食品学院, 湖北 武汉 430023)

**摘 要:** 通过流变学试验、馒头制作试验和馒头芯质构测试, 探讨了外源添加  $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、维生素  $\text{B}_1$ 、维生素  $\text{B}_2$ 、尼克酸、叶酸等营养强化素对馒头粉加工品质的影响。结果表明, 面粉中添加  $\text{CaCO}_3$  有提高馒头粉品质的作用; 而添加  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  对面团有一定弱化作用, 但对馒头粉综合品质无明显负面影响; 添加维生素  $\text{B}_2$  对馒头色泽略有影响; 其它营养素对馒头粉品质影响不明显。

**关键词:** 营养强化素; 馒头粉; 加工品质; 流变学品质; 质构测试

## Initial Study on the Effects of Food Enrichments on Processing Quality of Steamed Bread Flour

WANG Xue-dong, LI Qing-long, XIA Wen-shui, SHEN Jiong, CHEN Hu, XIN Feng  
(Department of Food Science and Technology, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

**Abstract:** Effects of exogenous  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{VB}_1$ ,  $\text{VB}_2$ , niacinamide and folic acid on the processing quality of steamed bread flour was studied by rheology test, steamed bread -braising experiments and texture analysis.

收稿日期: 2005-06-25

作者简介: 王学东(1975-), 男, 博士, 研究方向为谷物科学。

(V/V) 和 1% 的苯甲酸钠 1、2、3、4、5 ml, 用蒸馏水补足至 10 ml (CK 加蒸馏水), 混匀后静置 10 min 进行光谱扫描(结果见表 6)。

表 6 添加剂对商陆果色素稳定性的影响  
Table 6 Effect of additive on the stability of pokeberry fruit pigment

		C K	1ml	2ml	3ml	4ml	5ml
葡萄糖	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0
	$A_{\max}$	0.874	0.874	0.868	0.868	0.869	0.859
蔗糖	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0
	$A_{\max}$	0.874	0.870	0.872	0.867	0.870	0.862
麦芽糖	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0
	$A_{\max}$	0.874	0.878	0.874	0.873	0.877	0.875
苯甲酸钠	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	531.0	531.5	531.5	531.0	531.0	531.0
	$A_{\max}$	0.874	0.870	0.872	0.876	0.881	0.880
乳酸	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	531.0	531.5	531.5	531.0	531.0	531.0
	$A_{\max}$	0.807	0.737	0.723	0.719	0.736	0.735
柠檬酸	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	531.0	531.5	531.5	531.0	531.0	531.5
	$A_{\max}$	0.807	0.749	0.737	0.737	0.737	0.738

从表 6 可知, 各种添加剂的加入, 最大吸收峰位置没有改变。蔗糖、葡萄糖、麦芽糖和苯甲酸钠对商陆色素吸光度无明显影响, 但柠檬酸、乳酸会引起吸

光度的轻度减小, 说明这些添加剂对商陆色素稳定性影响不大。可溶性淀粉的加入使色素液的颜色呈现胭脂色, 但放置一定时间后, 淀粉沉淀, 又恢复为紫红色。

## 3 结 论

3.1 商陆色素在可见光范围内的 531.0 nm 处有最大吸收峰。

3.2 商陆色素在 4~6 的 pH 环境条件下稳定, 但对氧化剂、还原剂和温度变化反应敏感。

3.3 室内散射光对商陆色素稳定性影响较小, 但日光照射对其稳定性的破坏严重。

3.4 不同添加剂对商陆色素稳定性影响不大, 但  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  等离子子的存在会破坏其稳定性, 因此商陆色素应尽量避免与铜、铁接触。

## 参考文献:

- [1] 江苏新医学院. 中药大辞典(下)[M]. 上海科学技术出版社, 1990. 2245-2246.
- [2] 李国选, 等. 花色苷类物质稳定性的最新进展[J]. 食品科学, 1989, (7): 36-41.