

西梅果皮色素提取及其稳定性研究

闫宁环, 徐怀德, 王林刚, 陈伟, 张梦娟

(西北农林科技大学 食品科学与工程学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] 对西梅果皮色素的提取工艺及其稳定性进行了研究。结果表明, 西梅果皮色素在紫外和可见光范围内分别在280和510 nm处有明显的吸收峰, 属于花色苷类化合物。西梅果皮色素以水作为提取溶剂, 在浸提温度为75℃, 浸提时间为3 h, 料液比为1:12条件下提取效果最佳。西梅果皮色素在pH 2.0~5.0酸性条件下较稳定; 在试验添加范围内, Na_2SO_3 、葡萄糖、柠檬酸、山梨酸钾及 Fe^{3+} 等对西梅果皮色素有一定的降解作用; 蔗糖、苯甲酸钠及 K^+ , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Al^{3+} 对西梅果皮色素的稳定性无明显影响; Vc 对西梅果皮色素有一定的护色作用; 该色素具有良好的热稳定性($T < 80^\circ\text{C}$), 高温(100℃)对其稳定性有显著影响; 光照2 d对西梅果皮色素稳定性的影响不明显, 但长时间日光照射对色素的稳定性有显著影响。

[关键词] 西梅果皮; 色素; 提取工艺; 稳定性

[中图分类号] TS201.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)02-0160-07

Study on extraction technology and the stability of natural pigment from *Prunus*

YAN Ning-huan, XU Huai-de, WANG Lin-gang, CHEN Wei, ZHANG Meng-juan

(College of Food Science and Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In this study the extraction technology and the stability of *Prunus salicina* Lindl were investigated. The result showed that water was the best extraction solution, and at the temperature of 75℃, the appropriate ratio between raw materials and solution was 1:12, the extraction time was 3 h, the extraction effect was the best. The pigment had two obvious absorption maximums which were 280 nm and 510 nm respectively. It was steady while the pH value was between 2.0 to 5.0, but the maximum absorbency was diminished when the pH value ascended. The addition of Na_2SO_3 , glucose, citric acid and Fe^{3+} had obvious effects on stability of this pigment; while sucrose, preservatives, K^+ , Zn^{2+} , Cu^{2+} and Al^{3+} had not obvious effect on stability of the pigment; Vc was found to protect the color of this pigment. Besides, this pigment was steady when the temperature was under 80℃, the temperature of 100℃ could break the stability of this pigment. Illumination had obvious effect on the stability of this pigment.

Key words: *Prunus salicina* Lindl; pigment; extraction technology; stability

西梅(*Prunus salicina* Lindl)属于蔷薇科李属欧洲李种, 是李子大家族中最甜的一个品种, 被称为第三代功能性水果。西梅果实呈卵圆形, 基部有乳头状突起, 表皮呈深紫红色, 果肉呈琥珀色, 核小, 果肉芳香甜美, 口感润滑, 且富含维生素、抗氧化剂、膳食纤维, 同时兼含铁和钾等矿物质, 不含脂肪和胆固醇,

是现代健康饮食不可缺少的佳品^[1]。研究表明^[1], 西梅果仁含有苦杏仁甙等药用有效成分, 可入药, 具有润燥滑肠、利尿、理气通便等功效, 主治大便秘结、水肿、脚气等症。西梅果实除鲜食外, 还可以加工成果脯、罐头、果酒、饮料、果汁、果酱等产品。目前, 国内西梅尚为最新发展品种, 是21世纪国内高

· [收稿日期] 2006-01-09

[作者简介] 闫宁环(1980-), 女, 宁夏石嘴山人, 硕士, 主要从事天然产物提取技术研究。E-mail: lisahuan2005@163.com

[通讯作者] 徐怀德(1964-), 男, 陕西榆林人, 副教授, 主要从事软饮料、果品蔬菜贮藏与加工、天然产物提取研究。E-mail: xuhuaide@sohu.com

档果品及出口创汇的优良品种, 极具发展前景。

西梅果皮富含丰富的色素, 但目前关于西梅果皮色素的研究还未见报道。因此, 本试验对西梅果皮色素的提取工艺及其稳定性进行了初步研究, 以期对西梅的开发和利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 原料 新鲜西梅果实采于陕西杨凌杨村乡。

1.1.2 主要仪器 日本岛津UV-1700 分光光度计; 电子天平, 奥豪斯(上海)公司; HH-S4 型电热恒温水浴锅, 北京科伟永兴仪器有限公司; 组织破碎机。

1.1.3 主要试剂 Na_2SO_3 、Vc(抗坏血酸)、葡萄糖、蔗糖、苯甲酸钠、山梨酸钾、柠檬酸、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 ZnSO_4 、 CuSO_4 、 KCl 、 $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ 等, 均为市售分析纯级。

1.2 西梅果皮色素的提取

新鲜西梅→取皮→称重→一次浸提(水浸提)→抽滤→残渣→二次浸提(水浸提)→抽滤(残渣综合利用)→色素原液。

1.3 西梅果皮色素的光谱特征^[2]

将西梅果皮色素原液稀释4倍, 作为待测液, 用分光光度计在波长200~800 nm 进行光谱扫描, 确定其最大吸收波长。

将西梅果皮色素原液用柠檬酸- Na_2HPO_4 缓冲液配制成不同pH 值的色素溶液(pH 2.0~5.0), 作为待测液, 用分光光度计在波长400~600 nm 进行光谱扫描。

1.4 西梅果皮色素最优提取条件的确定

1.4.1 西梅果皮色素提取条件的单因素试验^[3-4]

(1) 浸提温度对提取效果的影响。在料液比为1:8, 浸提时间为2 h 的条件下, 于45, 55, 65, 75, 85, 95℃下浸提西梅果皮色素, 在510 nm 波长下测定浸提液的吸光度, 分析浸提温度对浸提效果的影响。

(2) 料液比对提取效果的影响。在温度为75℃, 浸提时间为2 h 的条件下, 用料液比1:4, 1:8, 1:12, 1:16, 1:20 浸提西梅果皮色素, 在510 nm 波长下测定浸提液的吸光度, 分析料液比对浸提效果的影响。

(3) 浸提时间对提取效果的影响。在温度为75℃, 料液比为1:8 的条件下, 分别浸提1, 2, 3, 4, 5 h 后, 在510 nm 波长下测定浸提液的吸光度, 分析浸

提时间对浸提效果的影响。

1.4.2 西梅果皮色素提取条件的优化^[5] 根据单因素试验结果, 采用正交试验确定西梅果皮色素提取的最佳工艺条件。

1.5 西梅果皮色素稳定性试验

1.5.1 pH 值对西梅果皮色素稳定性的影响^[6] 将西梅果皮色素原液稀释4倍作为待测液, 分别取1.0 mL 待测液与9.0 mL 不同pH 值的柠檬酸- Na_2HPO_4 缓冲液(pH 2.0~10.0)混合, 室温放置1 h 后进行光谱扫描, 分析pH 值对西梅果皮色素稳定性的影响。

1.5.2 不同添加物对西梅果皮色素稳定性的影响^[7-8] 分别配置含不同浓度 Fe^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Cu^{2+} 、 K^+ 、 Al^{3+} 、 Na_2SO_3 、Vc(抗坏血酸)、葡萄糖、蔗糖、苯甲酸钠、山梨酸钾、柠檬酸的西梅果皮色素溶液作为待测液, 室温放置1 h, 每隔15 min 取样1次, 测定待测液在510 nm 处的吸光度, 分析不同添加物对西梅果皮色素稳定性的影响。

1.5.3 温度对西梅果皮色素稳定性的影响^[9] 用柠檬酸- Na_2HPO_4 缓冲液配制pH 2.0 的西梅果皮色素溶液作为待测液, 分别于40, 60, 80 及100℃下恒温处理2 h, 以室温条件下处理的色素样液为对照, 冷却至室温后分别进行光谱扫描, 分析温度对西梅果皮色素稳定性的影响。

1.5.4 光照对西梅果皮色素稳定性的影响^[10] 用柠檬酸- Na_2HPO_4 缓冲液配制pH 2.0 的西梅果皮色素溶液作为待测液, 在室外自然光条件下分别照射0, 2, 10, 15, 20 d 后进行光谱扫描, 分析光照对西梅果皮色素稳定性的影响。

2 结果与分析

2.1 西梅果皮色素的光谱特征

对西梅果皮色素溶液在波长200~800 nm 进行光谱扫描, 结果见图1。由图1可以看出, 西梅果皮色素在紫外和可见光范围内分别在280和510 nm 处有明显的吸收峰, 这是花色苷类色素的特征吸收光谱^[2], 从而证明该色素属于花色苷类化合物。

不同pH 值的西梅果皮色素溶液在可见光范围内(400~600 nm)的光谱扫描结果见图2。由图2可知, 不同pH 值(pH 2.0~5.0)色素溶液的最大吸收波长均为510 nm, 但最大吸收波长处对应的吸光度值随着pH 值的增大呈递减趋势。

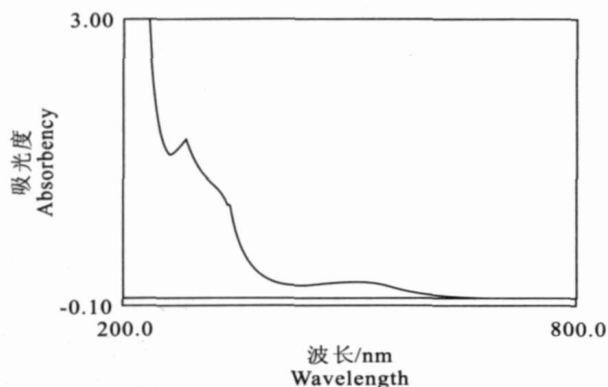


图1 西梅果皮色素溶液的吸收光谱

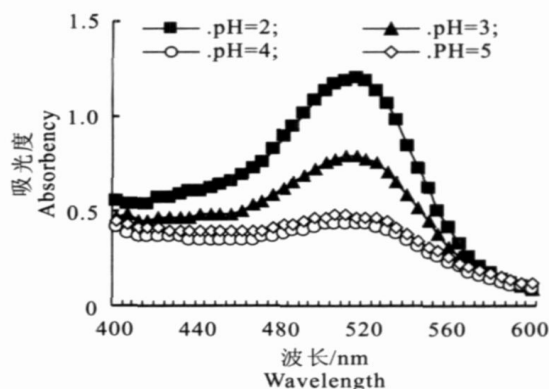
Fig 1 Spectrum of the seed capsule of *Prunus*

图2 不同pH 值西梅果皮色素溶液的吸收光谱

Fig 2 Spectrum of the seed capsule of *Prunus* with different pH value

2.2 西梅果皮色素最优提取条件的确定

2.2.1 西梅果皮色素提取条件的单因素试验结果

(1) 浸提温度对提取效果的影响。由图3可知, 浸提温度较低时, 西梅果皮色素溶液吸光度随浸提温度的增加而增加, 温度达75℃时吸光度最大, 之后随着浸提温度的升高, 色素会发生降解, 吸光度逐渐

降低。因此, 浸提温度为75℃时浸提效果最佳。

(2) 料液比对提取效果的影响。由图4可以看出, 当料液比低于1:12时, 西梅果皮色素溶液吸光度随料液比的增大而增大, 当料液比为1:12时吸光度最大, 料液比大于1:12时色素溶液吸光度变化不明显。因此, 料液比为1:12的提取效果较好。

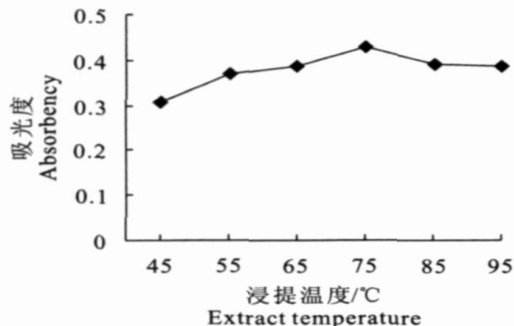


图3 浸提温度对西梅果皮色素提取效果的影响

Fig 3 Influence of temperature on extraction effect

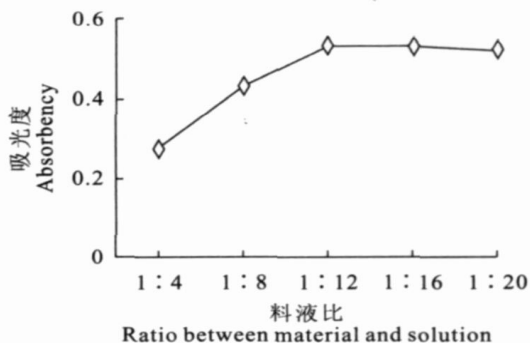


图4 料液比对西梅果皮色素提取效果的影响

Fig 4 Influence of the ratio between material and solution on extraction effect

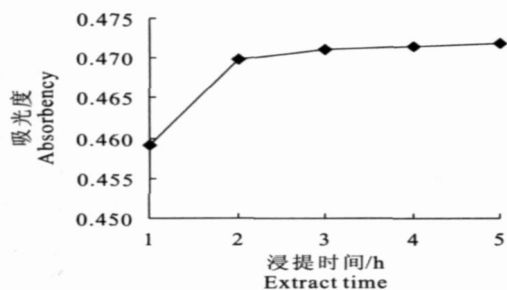


图5 浸提时间对西梅果皮色素提取效果的影响

Fig 5 Influence of the extraction time on extraction effect

(3) 浸提时间对提取效果的影响。由图5可知,

西梅果皮色素溶液吸光度随浸提时间的延长而增大, 浸提3 h后色素溶液吸光度最大, 但随着浸提时间的延长色素溶液吸光度变化幅度较小, 而杂质增多。因此浸提时间以3 h为宜。

2.2.2 西梅果皮色素提取条件的优化 由表1可知, 西梅果皮色素提取各因素的主次顺序是A>B>C, 即浸提温度是影响水浸提法提取西梅果皮色素的最主要因素, 料液比和浸提时间均为次要因素。水浸提法提取西梅果皮色素的最优组合是A₃B₂C₁, 即浸提温度75℃, 料液比1:12, 浸提时间3 h。

表 1 西梅果皮色素提取的正交试验结果与极差分析表
Table 1 Orthodoxy result and analysis of regression

试验序号 No.	浸提温度(A) / Temperature	浸提时间(B) /h Time	料液比(C) Ratio between material and solution	空列(D) Blank	吸光度(510 nm) Absorbency
1	1(55)	1(2)	1(1 12)	1	0.325
2	1	2(3)	2(1 16)	2	0.350
3	1	3(4)	3(1 20)	3	0.301
4	2(65)	1	2	3	0.341
5	2	2	3	1	0.391
6	2	3	1	2	0.352
7	3(75)	1	3	2	0.344
8	3	2	1	3	0.486
9	3	3	2	1	0.394
T ₁	0.976	1.01	1.163	1.110	
T ₂	1.084	1.227	1.085	1.046	
T ₃	1.224	1.047	1.036	1.128	
X ₁	0.325	0.337	0.388	0.370	
X ₂	0.361	0.409	0.362	0.349	
X ₃	0.408	0.349	0.345	0.376	
R	0.083	0.072	0.043	0.027	
因素主次 Compositor of factors	1	2	3	4	
优水平 Optimum level	A ₃	B ₂	C ₁	D ₁	

2.3 西梅果皮色素稳定性试验结果

2.3.1 pH 值对西梅果皮色素稳定性的影响 由表 2 可知, 随着 pH 值的增加, 西梅果皮色素溶液的色调发生了很大变化: 在 pH 2.0~5.0 比较稳定, 色素溶液表现为鲜红色; 当 pH 值高于 6.0 时, 色素颜色逐渐由浅紫变为蓝色, 且在可见光区的特征吸收峰消失。

表 2 不同 pH 值对西梅果皮色素吸光度与颜色的影响

Table 2 Variation of absorbency and color with different pH values

pH 值 pH value	$\lambda_{\max}/\text{nm}$	A _{510 nm}	颜色变化 Change of color
2.0	510	1.197	深红 Deep red
3.0	510	0.788	红 Red
4.0	510	0.432	淡红 Pink
5.0	510	0.479	淡红 Pink
6.0	400	0.431	浅紫 Lilac
7.0	400	0.213	紫色 Amethyst
8.0	400	0.108	浅蓝 Baby blue
9.0	400	0.081	蓝色 Blue
10.0	400	0.065	蓝色 Blue

2.3.2 Na₂SO₃ 和 V_C 对西梅果皮色素稳定性的影响 图 6 结果表明, 与对照比较, 添加不同浓度的 Na₂SO₃, 西梅果皮色素溶液的吸光度均呈下降趋势; 随着加入 Na₂SO₃ 时间的延长, 色素溶液的吸光度逐渐降低, 当加入的 Na₂SO₃ 浓度 < 1.0 mmol/L

时, 色素溶液的吸光度变化幅度较小; 当 Na₂SO₃ 浓度为 1.0 mmol/L 时, 色素溶液的吸光度下降幅度明显增大。可见, 不同浓度 Na₂SO₃ 均对西梅果皮色素有一定的降解作用, 且降解作用随着 Na₂SO₃ 浓度的增大而增强。由此可知, Na₂SO₃ 能够显著影响西梅果皮色素的稳定性。

图 7 结果表明, 与对照比较, 随着 V_C 浓度的增大, 西梅果皮色素溶液的吸光度呈明显的上升趋势; 随着添加 V_C 时间的延长, 色素溶液的吸光度未发生显著变化, 色素较稳定。可见, 不同浓度的 V_C 对色素均有一定的护色作用。

2.3.3 碳水化合物对西梅果皮色素稳定性的影响 图 8 结果表明, 与对照比较, 添加不同质量浓度的葡萄糖, 色素溶液的吸光度均呈下降趋势, 但差异不明显, 这可能是由于色素溶液浓度较低; 随着加入葡萄糖时间的延长, 色素溶液的吸光度逐渐降低, 当添加葡萄糖的质量浓度 < 10 mg/mL 时, 色素溶液的吸光度变化幅度较小, 当添加葡萄糖的质量浓度为 10 mg/mL 时, 色素溶液的吸光度下降幅度较显著。可见, 不同质量浓度的葡萄糖对西梅果皮色素均有一定的降解作用, 且降解作用随着葡萄糖质量浓度的增大而增强。由此可知, 葡萄糖能够影响西梅果皮色素的稳定性。

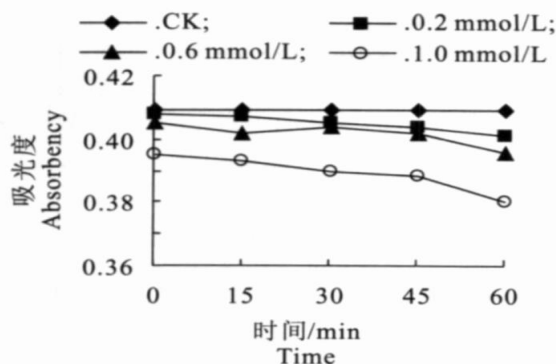
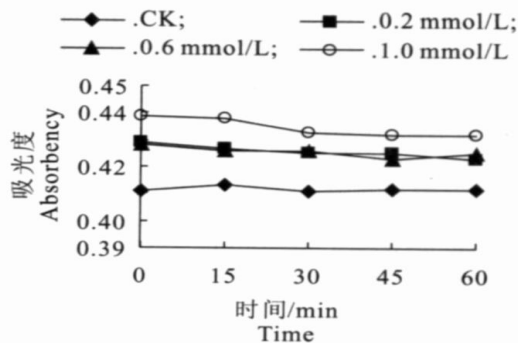
图6 Na_2SO_3 对西梅果皮色素稳定性的影响Fig 6 Effect of Na_2SO_3 on the stability of pigment

图7 Vc 对西梅果皮色素稳定性的影响

Fig 7 Effect of Vc on the stability of pigment

图9 结果表明, 当添加蔗糖的质量浓度 < 10 mg/mL 时, 随着加入蔗糖时间的延长, 色素溶液的吸光度无明显变化, 色素是稳定的; 当添加蔗糖的质

量浓度为 10 mg/mL 时, 色素溶液的吸光度呈下降趋势, 但变化幅度很小。由此可知, 蔗糖对西梅果皮色素无明显影响。

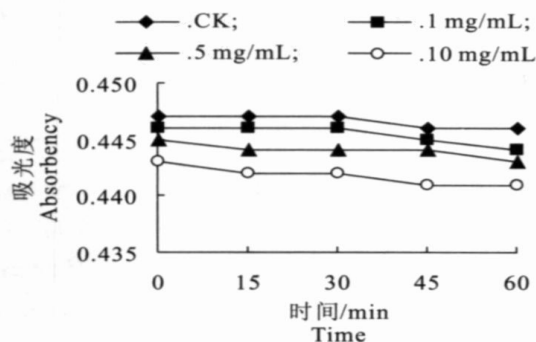


图8 葡萄糖对西梅果皮色素稳定性的影响

Fig 8 Effect of glucose on the stability of pigment

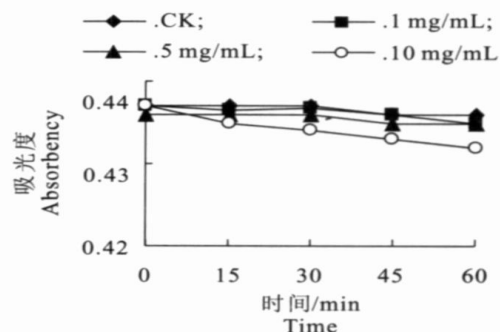


图9 蔗糖对西梅果皮色素稳定性的影响

Fig 9 Effect of sucrose on the stability of pigment

2 3 4 苯甲酸钠、山梨酸钾对西梅果皮色素稳定性的影响 图10, 11 结果表明, 添加不同浓度的苯甲酸钠和山梨酸钾, 色素溶液的吸光度均低于对照。其中, 不同浓度苯甲酸钠色素溶液的吸光度无明显差

异, 不同浓度山梨酸钾色素溶液的吸光度随其浓度的增大而明显下降。由此可知, 添加山梨酸钾及苯甲酸钠均会导致色素溶液吸光度下降, 且山梨酸钾对西梅果皮色素稳定性的影响较苯甲酸钠明显。

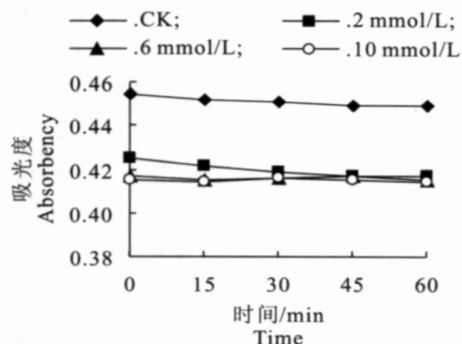


图10 苯甲酸钠对西梅果皮色素稳定性的影响

Fig 10 Effect of potassium sorbate on the stability of pigment

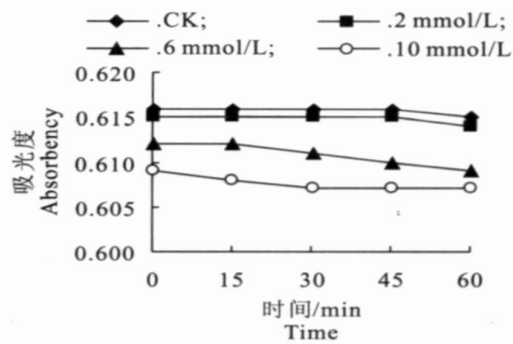


图11 山梨酸钾对西梅果皮色素稳定性的影响

Fig 11 Effect of sodium benzoate on the stability of pigment

2 3 5 柠檬酸对西梅果皮色素稳定性的影响 图

12 结果表明, 添加不同浓度的柠檬酸, 色素溶液的

吸光度均高于对照, 当添加柠檬酸的浓度 $< 1.0\text{ mmol/L}$ 时, 色素溶液的吸光度变化幅度较小, 当柠檬酸浓度在 1.0 mmol/L 时, 色素溶液的吸光度显著下降。可见, 高浓度的柠檬酸会对西梅果皮色素的稳定性产生显著影响。

2.3.6 金属离子对西梅果皮色素稳定性的影响

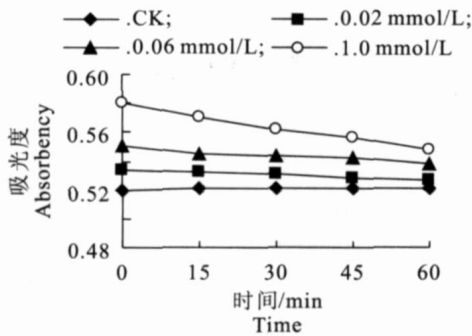


图 12 柠檬酸对西梅果皮色素稳定性的影响
Fig. 12 Effect of citric acid on the stability of blackberry pigment

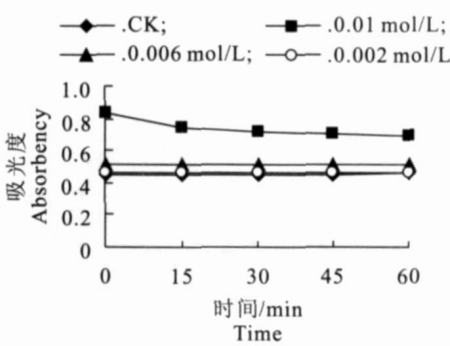


图 13 K^+ 对西梅果皮色素稳定性的影响
Fig. 13 Effect of K^+ on the stability of pigment

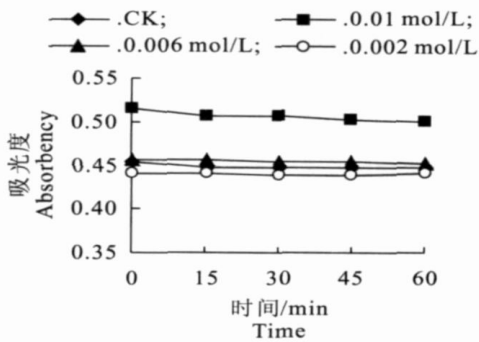


图 14 Zn^{2+} 对西梅果皮色素稳定性的影响
Fig. 14 Effect of Zn^{2+} on the stability of pigment

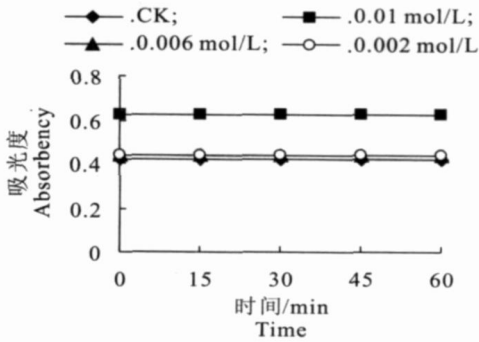


图 15 Cu^{2+} 对西梅果皮色素稳定性的影响
Fig. 15 Effect of Cu^{2+} on the stability of pigment

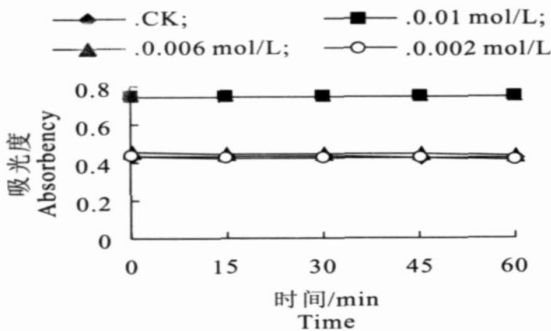


图 16 Al^{3+} 对西梅果皮色素稳定性的影响
Fig. 16 Effect of Al^{3+} on the stability of pigment

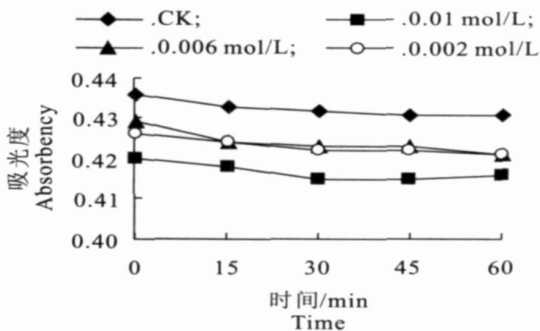


图 17 Fe^{3+} 对西梅果皮色素稳定性的影响
Fig. 17 Effect of Fe^{3+} on the stability of pigment

由图 17 可知, 添加不同浓度 Fe^{3+} , 色素溶液的吸光度均低于对照; 当添加的 Fe^{3+} 浓度 $< 0.01\text{ mol/L}$ 时, 色素溶液的吸光度变化幅度较小; 当添

由图 13~ 16 可知, 当添加的不同金属离子 (K^+ 、 Zn^{2+} 、 Cu^{2+} 及 Al^{3+}) 的浓度 $< 0.01\text{ mol/L}$ 时, 色素溶液的吸光度无明显变化, 色素稳定; 当浓度达到 0.01 mol/L 时, 色素溶液的吸光度明显上升, 存在明显的正效应。

加的 Fe^{3+} 浓度在 0.01 mol/L 时, 色素溶液的吸光度显著下降。可见, 不同浓度的 Fe^{3+} 对色素均有一定的降解作用, 且降解作用随着 Fe^{3+} 浓度的增大而

增强。

2.3.7 温度对西梅果皮色素稳定性的影响 图18结果表明,40、60及80℃处理的西梅果皮色素溶液,在可见光范围内的吸光度变化与对照相似,而温度达100℃时,色素溶液吸光度明显降低。由此可知,在试验范围内,当 $T < 80$ ℃时,西梅色素溶液具有良好的热稳定性,当温度达100℃时,对该色素的稳定

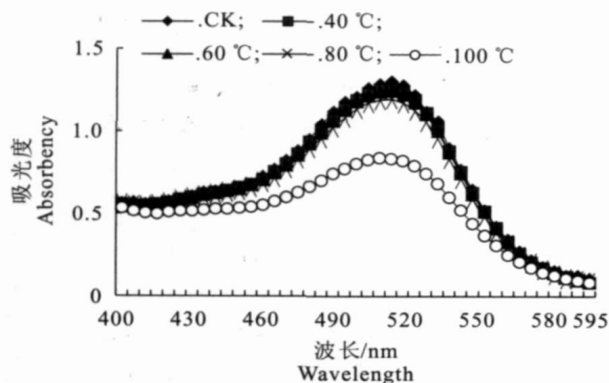


图18 温度对pH 2.0西梅果皮色素稳定性的影响

Fig. 18 Effect of temperature on the stability of the seed capsule of *Prunus* with pH 2.0

3 结 论

1) 西梅果皮色素在紫外和可见光范围内,分别在280和510 nm处有明显的吸收峰,属于花色苷类化合物。

2) 西梅果皮色素以水作为提取溶剂,在浸提温度为75℃,浸提时间为3 h,料液比为1:12条件下,提取效果最佳。

3) 西梅果皮色素在pH 2.0~5.0酸性条件下较稳定;在试验添加范围内, Na_2SO_3 、葡萄糖、柠檬酸、山梨酸钾及 Fe^{3+} 等对西梅果皮色素有一定的降解作用;蔗糖、苯甲酸钠及 K^+ 、 Zn^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Al^{3+} 对西梅果皮色素的稳定性无明显影响; Vc 对西梅果皮色素有一定的护色作用;该色素具有良好的热稳定性($T < 80$ ℃),高温(100℃)对其稳定性有显著影响;光照2 d对西梅果皮色素稳定性的影响不明显,但长时间日光照射对色素的稳定性有显著影响。

[参考文献]

[1] 陈惠芳. 植物活性成分词典[M]. 北京: 中国医药科技出版社,

性有显著影响。

2.3.8 光照对西梅果皮色素稳定性的影响 图19结果表明,光照2 d对西梅果皮色素的稳定性影响不很明显,其在可见光范围内的吸光值变化与对照相似;随着光照时间的延长,日光照射对色素的稳定性有显著影响,色素溶液的最大吸收波长消失。

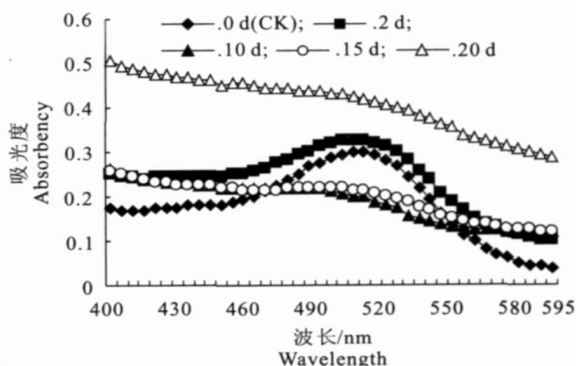


图19 光照对pH 2.0西梅果皮色素稳定性的影响

Fig. 19 Effect of illumination on the stability of the seed capsule of *Prunus* with pH 2.0

2001.

- [2] 金波. 花卉资源原色图谱[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 375.
- [3] 张意静. 食品分析技术[M]. 北京: 中国轻工出版社, 2001.
- [4] 哈成勇, 沈敏敏. 天然产物化学与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [5] 刘成梅, 游海. 天然产物有效成分的分离与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [6] 常世敏, 生吉萍, 申琳. 冬枣果皮红色素提取及其性质的分析研究[J]. 保鲜与加工, 2004(5): 18-20.
- [7] Aliza M N, Jabbar A E, Khan F M. Studies on the preparation and composition of mulberry (*Morus alba*), fresh fruit and their beverage base[J]. Sarhad Journal of Agriculture, 2000, 12(6): 683-686.
- [8] Elmaci Y, Altug T. Flavour evaluation of three black mulberry (*Morus nigra*) cultivars using GC/MS, chemical and sensory data[J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2002, 82(6): 632-635.
- [9] 胡伟华, 谢青, 董儒贞. 石榴皮黄色素提取及理化性质的研究[J]. 食品工业科技, 2001, 22(6): 26-27.
- [10] Robert E, Abenstorfer M. The character of oligomeric wine pigments by bisulfite mediated ion-exchange chromatography[J]. Agric Food Chem, 2001, 49: 5957-5963.