

火龙果红色素稳定性研究

杜志坚¹, 于 新²

(1 石河子大学 师范学院, 新疆 石河子 832000; 2 仲恺农业技术学院 食品科学系, 广东 广州 510225)

摘要: 以火龙果果皮为材料, 用乙醇提取红色素并研究其稳定性。结果表明: 火龙果红色素在 80 ℃ 以下较为稳定, 在 80 ℃ 以上颜色逐步由鲜红变成淡黄。酸性条件下, 色素红色加深, 热稳定性增强; 碱性条件下, 色素由鲜红色变为黄色, 最大吸收波长由 535 nm 移至 390 nm。有机酸及碳水化合物具有加深色素溶液红色和增强稳定性的作用。常用食品防腐剂、可见光照射及黑暗中放置均不影响色素稳定性, 紫外光照射使色素颜色由鲜红变为橙红。氧化剂和还原剂使色素溶液变色或褪色, Ca^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^{+} 、 K^{+} 使色素溶液红色加深, 且红色稳定, 但 Al^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 和 Fe^{3+} 使色素溶液红色减退, 变成淡蓝色或黄绿色。

关键词: 火龙果; 红色素; 理化性质; 稳定性

中图分类号: TS264.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2003)04-0079-05

色素是食品添加剂的重要组成部分。天然色素安全性高, 且具有一定的营养和药理作用。因此, 开发利用动植物天然色素资源, 日益受到人们的普遍重视。火龙果(*Hylocereus undatus* L.) 属仙人掌科量天尺属多年生植物的果实, 又称红龙果、仙蜜果, 是深受人们喜爱的水果。近年来, 广东、福建、海南等地从台湾、泰国和南美引进的火龙果主要有红皮白肉和红皮红肉 2 个品种。火龙果富含天然红色素, 使其在食品及化妆品中利用成为可能。人们仅食用火龙果果肉, 弃去果皮, 这又为利用火龙果果皮红色素提供了丰富的原料。近年来, 山楂^[1]、杨梅^[2]、葡萄^[3]、玫瑰花^[4]、萝卜^[5]、红曲^[6~7]、苋菜^[8]、一品红^[9]、鸡血李^[10]、扶桑花^[11] 等的红色素已有较多研究, 但鲜见有关火龙果红色素的研究报道。在对火龙果红色素提取工艺和比色测定方法($\lambda_{\max}=535\text{ nm}$) 研究的基础上, 本文系统探讨了火龙果红色素的理化性质以及碳水化合物、无机盐类和防腐剂等食品添加剂对其稳定性的影响, 以期为该色素资源的开发利用和火龙果系列食品加工提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

新鲜红皮红肉火龙果, 由广东省从化市大丘园农场提供。

1.2 试剂

HCl、NaOH、 H_2O_2 、 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 、NaClO、Vc、 $\text{ZnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 CaCl_2 、 $\text{FeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 MnSO_4 、 MgSO_4 、 $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、NaCl、KCl、乙酸、柠檬酸、酒

石酸、葡萄糖、果糖、蔗糖、麦芽糖、糊精、淀粉等, 均为分析纯试剂。苯甲酸钠、山梨酸钾、乳酸链球菌素、对羟基苯甲酸丁酯、富马酸二甲酯为食品级。

1.3 仪器

Beckman DU-640 紫外及可见分光光度计; Shimadzu A350 电子分析天平; GL-20G 高速离心机; 恒温水浴锅; 冷凝回流装置; 雷磁 pH S-2 酸度计; JD-1A 照度计。

1.4 方法

1.4.1 色素提取 取火龙果果皮 30 g 磨浆, 按液(V)料(m)比 7.2:1 (mL/g) 加入无水乙醇, 用 1.0 mol/L 的 HCl 调至 pH 4.0, 于 50 ℃ 浸提 20 min。离心, 上清液即为色素提取液。用蒸馏水将提取液稀释 5 倍, 滴加 1.0 mol/L 的 NaOH 调至火龙果果皮浆原来的 pH (5.1), 即得到色素待测溶液。

1.4.2 热处理试验 取待测溶液 8 份, 每份 5 mL, 放入具塞试管中。在不同温度水浴中保温 1.0 h, 冷却, 用 1 cm 比色杯测定 $D_{535\text{ nm}}$ 值, 并记录颜色变化。

1.4.3 pH 试验 取待测溶液 10 份, 每份 5 mL, 用 0.1 mol/L 的 HCl 或 0.1 mol/L 的 NaOH 调 pH=3.0~12.0。10 min 之内, 测定溶液 $\lambda_{\max}$ 处 D 值。另取待测溶液 12 份, 分别加入乙酸、柠檬酸、酒石酸, 并使乙酸、柠檬酸、酒石酸的浓度各为 0.05、0.10、0.15 和 0.20 mol·L⁻¹, 室温放置 24 h, 测定 $D_{535\text{ nm}}$ 值, 并记录颜色变化。

1.4.4 光照试验 将色素待测溶液置于 50 mL 烧杯中, 每杯 15 mL。为了防止普通玻璃吸收紫外光, 将光源置于烧杯正上方 30 cm 处。光源分别选用 40 W

紫外灯($\lambda=275\text{ nm}$)和附加红色、黄色、绿色、蓝色滤光片的100 W白炽灯,在自制光照箱中照射6 h,测定 $D_{535\text{ nm}}$ 值,并记录颜色变化.另取色素待测溶液20 mL,置于25 mL比色管中,在室外气温 $28\text{ }^{\circ}\text{C}$,光照强度为3200 lx的阳光下分别照射0、2、4、6和8 h,测定 $D_{535\text{ nm}}$ 值,并记录颜色变化.

1.4.5 氧化还原试验 取0.01 mol/L的 HNO_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 、 NaClO 、 H_2O_2 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 Vc 、 NaHSO_3 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 、 FeSO_4 、草酸溶液和蒸馏水(CK)各4 mL,分别加入2 mL果皮色素提取液,室温 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 放置24 h后测定 $D_{535\text{ nm}}$ 值,并记录颜色变化.

1.4.6 金属离子试验 取 $\text{ZnCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 CaCl_2 、 $\text{FeCl}_3\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 MnSO_4 、 MgSO_4 、 $\text{AlCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、 NaCl 、 KCl ,配制成0.01 mol/L的 Zn^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Na^{+} 、 K^{+} 的水溶液.吸取每种金属离子溶液3 mL,另取蒸馏水(CK)3 mL,分别加入1 mL色素待测液中,摇匀,测定初始 $D_{535\text{ nm}}$ 值和放置24 h后的 $D_{535\text{ nm}}$ 值,并记录颜色.

1.4.7 碳水化合物试验 取1 mL色素待测液,分别

加入质量浓度为0.10 g/mL的葡萄糖、果糖、蔗糖、麦芽糖、糊精、淀粉溶液3 mL(CK组加入3 mL蒸馏水),摇匀,室温静置,测定1和36 h的 $D_{535\text{ nm}}$ 值,并记录颜色.

1.4.8 食品防腐剂试验 取食品加工中常用的防腐剂苯甲酸钠、山梨酸钾、乳酸链球菌素、对羟基苯甲酸丁酯、富马酸二甲酯,分别加入火龙果色素待测溶液中,使溶液中防腐剂的质量浓度均为0.5 mg/mL.(CK组为未加防腐剂的色素待测溶液).摇匀,室温静置,测定初始、24和48 h的 $D_{535\text{ nm}}$ 值,并记录颜色.

以上所有试验设5次重复,试验结果取5次平均值.

2 结果与分析

2.1 温度对火龙果红色素稳定性的影响

试验结果见表1.由表1可知:火龙果红色素在 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下稳定,加热1.0 h,其 $D_{535\text{ nm}}$ 值和颜色均保持基本不变.但是高于此温度,就会引起 $D_{535\text{ nm}}$ 值下降,颜色逐步由鲜红变为淡黄.

表1 温度对火龙果红色素稳定性的影响

Tab. 1 The effects of temperature on the stability of red pigment in <i>Hylocereus undatus</i> fruit								(1 h)
$t/\text{ }^{\circ}\text{C}$	30	40	50	60	70	80	90	100
$D_{535\text{ nm}}$	0.547	0.546	0.544	0.545	0.541	0.532	0.185	0.107
颜色 color	鲜红	鲜红	鲜红	鲜红	鲜红	鲜红	浅黄	淡黄

2.2 pH对火龙果红色素稳定性的影响

由表2可知:在 $\text{pH}<6.0$ 的水溶液中,火龙果色素显红色,且随pH降低,红色逐渐加深, $D_{535\text{ nm}}$ 值逐渐增大;pH=7.0时,火龙果色素呈浅橙红色;pH>

8.0时,火龙果色素最大吸收波长由535 nm迁移至390 nm,显黄色,且随pH升高,黄色逐渐加深, $D_{390\text{ nm}}$ 值逐渐增大.表明火龙果色素在酸性环境中比较稳定,但在碱性条件下不稳定.

表2 pH对火龙果红色素稳定性的影响

Tab. 2 The effects of pH on the stability of red pigment in <i>Hylocereus undatus</i> fruit											
pH	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	pH	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
$D_{535\text{ nm}}$	0.736	0.628	0.534	0.275	0.103	$D_{390\text{ nm}}$	0.352	0.634	0.701	0.783	0.837
颜色 color	深红	深红	鲜红	浅红	浅橙红	颜色 color	浅黄	黄色	深黄	深黄	棕黄

另外,调火龙果色素待测溶液 $\text{pH}=3.0\sim 7.0$, $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 加热1 h,冷却至室温,测定 $D_{535\text{ nm}}$ 值并观察颜色变化.在 $\text{pH}=3.0\sim 5.0$ 范围内,溶液由深红趋于鲜红, $D_{535\text{ nm}}$ 由0.731减至0.337;pH=6.0以上的溶液褪至无色.可见,pH对火龙果红色素热稳定性影响较大.色素溶液的pH越低,热处理后的 $D_{535\text{ nm}}$ 值降低越少,色素的热稳定性越强.因此,火龙果色素仅适宜在酸性条件下使用.

食品生产中常用的乙酸、柠檬酸、酒石酸均可加深火龙果红色素的颜色,但增色作用大小有所不同

(表3).相同浓度时,柠檬酸的增色作用最强, $D_{535\text{ nm}}$ 值最大,其次为酒石酸.这可能是由于柠檬酸和酒石酸为多元酸,在水溶液中可电离出的 H^{+} 浓度较高,pH较低缘故.柠檬酸的酸味柔和,是多种果酒、果汁、汽水、果脯、蜜饯等食品加工中最常用的酸味剂.因此在添加火龙果红色素时,以柠檬酸调节食品的pH为宜.试验表明,加入这几种有机酸的火龙果色素溶液十分稳定,放置24 h,其颜色和 $D_{535\text{ nm}}$ 值没有变化,而且无沉淀出现.因此,加入有机酸可增强火龙果红色素的稳定性.

表 3 有机酸对火龙果红色素的影响

Tab. 3 The effects of organic acid on the stability of red pigment in *Hylocereus undatus* fruit (24 h)

c(有机酸 organic acid)/(mol·L ⁻¹)	乙酸色素溶液 acetic acid solution		柠檬酸色素溶液 citric acid solution		酒石酸色素溶液 tartaric acid solution	
	<i>D</i> _{535 nm}	颜色 color	<i>D</i> _{535 nm}	颜色 color	<i>D</i> _{535 nm}	颜色 color
0.05	0.543	鲜红	0.653	深红	0.552	鲜红
0.10	0.565	鲜红	0.732	深红	0.604	深红
0.15	0.637	深红	0.992	紫红	0.831	紫红
0.20	0.712	深红	1.397	紫红	1.124	紫红

2.3 光照对火龙果红色素稳定性的影响

2.3.1 不同波长的入射光照射对火龙果红色素稳定性的影响 经过 6 h 光照之后, 受紫外光照射的溶液 *D*_{535 nm} 值减少 0.123, 颜色由鲜红转为橙红, 但未有沉淀出现. 其余各种波长的可见光照射或黑暗中

放置的溶液 *D*_{535 nm} 值及颜色保持不变(表 4). 由此可知, 紫外光照射对火龙果红色素的稳定性有一定的影响, 可能是色素物质发生光分解或光氧化反应所致.

表 4 不同波长入射光照射对火龙果红色素稳定性的影响

Tab. 4 Effects of different wave length light on the stability of red pigment in

<i>Hylocereus undatus</i> fruit (6 h)							
入射光 incident light	紫外光 ultraviolet light	蓝光 blue light	绿光 green light	黄光 yellow light	红光 red light	黑暗 dark	处理前 before treatment
<i>D</i> _{535 nm}	0.426	0.545	0.548	0.547	0.547	0.549	0.549
颜色 color	橙红	鲜红	鲜红	鲜红	鲜红	鲜红	鲜红

2.3.2 阳光直射对火龙果红色素稳定性的影响 经过阳光照射之后, 比色管中色素溶液的 *D*_{535 nm} 值及颜色与初始时相比略有变化(表 5). 这是由于普通玻璃制作的比色管吸收了太阳光中的大部分紫外光, 减缓了其破坏作用.

表 5 阳光直射对火龙果红色素稳定性的影响

Tab. 5 Effects of sun light on the stability of red pigment in

<i>Hylocereus undatus</i> fruit (28℃, 3200 lx)					
t/h	0	2	4	6	8
<i>D</i> _{535 nm}	0.549	0.543	0.538	0.535	0.533
颜色 color	鲜红	鲜红	鲜红	鲜红	鲜红

2.4 氧化剂还原剂对火龙果红色素稳定性的影响 试验结果表明: 氧化剂或还原剂对火龙果红色素均有明显的影响, 使色素溶液的 *D*_{535 nm} 值降低, 但颜色变化有所不同. (NH₄)₂S₂O₈、NaClO、H₂O₂ 可使溶液由鲜红色变为玫瑰红→淡红→无色, 添加 HNO₃、K₂Cr₂O₇ 的色素溶液显淡黄或橙黄. 还原剂使其颜色变浅甚至无色(表 6). 火龙果红色素具有氧化还原指示剂的作用, 随着介质氧化还原条件的变化, 该色素分子在氧化型结构和还原型结构之间变化. 它可能是一类具有较大共轭结构的多羟基酚类物质.

表 6 氧化剂与还原剂对火龙果红色素稳定性的影响

Tab. 6 Effects of oxidant and reductant on the stability of red pigment in *Hylocereus undatus* fruit

氧化剂 oxidant	CK	HNO ₃	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	NaClO	H ₂ O ₂	K ₂ Cr ₂ O ₇	还原剂 reductant	CK	Vc	NaHSO ₃	Na ₂ S ₂ O ₃	FeSO ₄	草酸
<i>D</i> _{535 nm}	0.549	0.046	0.049	0.070	0.061	0.116	<i>D</i> _{535 nm}	0.549	0.351	0.421	0.437	0.102	0.328
颜色 color	鲜红	淡黄	无色	无色	无色	橙黄	颜色 color	鲜红	浅红	粉红	浅红	淡红	浅红

2.5 金属离子对火龙果红色素稳定性的影响

金属离子对火龙果色素的稳定性有一定的影响. Cu²⁺ 使色素溶液变成淡蓝色, Zn²⁺ 和 Fe³⁺ 使色素溶液变成黄绿色, 且 Zn²⁺、Al³⁺ 使色素溶液产生混浊. 这可能与 ZnCl₂ 及 AlCl₃ 发生水解作用有关. 与 CK 相比, 加入 Ca²⁺、Mn²⁺、Mg²⁺、Na⁺、K⁺ 的溶液

*D*_{535 nm} 值升高、红色加深, 而且经过 24 h 放置, 红色稳定(表 7).

2.6 碳水化合物对火龙果红色素稳定性的影响 除淀粉外, 火龙果色素溶液与葡萄糖、果糖、蔗糖、麦芽糖、糊精溶液混合, 放置 36 h, 色素表现稳定. 与 CK 组相比, 混合液的 *D*_{535 nm} 值均有增加, 颜

表 7 金属离子对火龙果红色素稳定性的影响

Tab. 7 Effects of metal ions on the stability of red pigment in <i>Hylocereus undatus</i> fruit										
金属离子 metal ion	CK	Zn ²⁺	Ca ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Cu ²⁺	Na ⁺	K ⁺
初始 original $D_{535\text{ nm}}$	0. 207	0. 491	0. 258	0. 564	0. 479	0. 232	0. 167	0. 104	0. 213	0. 216
24 h $D_{535\text{ nm}}$	0. 204	0. 503	0. 255	0. 569	0. 476	0. 234	0. 153	0. 091	0. 215	0. 214
24 h 颜色 24 h color	浅红	黄绿	浅红	黄绿	深红	浅红	淡红	淡蓝	浅红	浅红

色加深. 且以蔗糖、麦芽糖、糊精的增色作用较为显著. 淀粉在火龙果色素水溶液中不溶解, 经离心分离出的淀粉颗粒表面呈红色, 用于比色测定的上清液红色变浅. 可见火龙果红色素对淀粉有较强的着色能力. 短时间加热使淀粉糊化, 未发生色素褪色现象, 但此时的溶液不透明, 不适宜作比色测定. 可见, 碳水化合物对火龙果红色素稳定性没有不良影响, 而且可增强其稳定性. 该色素适合糕点加工中点缀花色之用(表 8).

2.7 食品防腐剂对火龙果红色素稳定性的影响

苯甲酸钠、山梨酸钾为碱性, 加入色素溶液中, 使色素溶液 pH 由 5.1 变为 5.4, 溶液颜色仍为鲜红色, $D_{535\text{ nm}}$ 值较 CK 组略有下降, 但经过 48 h 放置, 溶液的 $D_{535\text{ nm}}$ 值及颜色不变, 并未影响色素的稳定性. 加入乳酸链球菌素、对羟基苯甲酸丁酯、富马酸二甲

酯中性物质之后, 不改变色素溶液 pH 值, 溶液 $D_{535\text{ nm}}$ 值不变, 溶液仍保持鲜红色(表 9).

表 8 碳水化合物对火龙果红色素稳定性的影响

Tab. 8 Effects of carbohydrate the stability of red pigment in <i>Hylocereus undatus</i> fruit				
碳水化合物 carbohydrate	$D_{535\text{ nm}}$		颜色 color	
	1 h	36 h	1 h	36 h
CK	0. 207	0. 203	浅红	浅红
葡萄糖 glucose	0. 209	0. 214	浅红	浅红
果糖 fructose	0. 213	0. 217	浅红	浅红
蔗糖 sucrose	0. 334	0. 432	鲜红	紫红
麦芽糖 maltose	0. 316	0. 427	鲜红	紫红
糊精 dextrin	0. 256	0. 334	浅红	浅紫红
淀粉 starch	0. 104	0. 093	微红	微红

表 9 食品防腐剂对火龙果红色素稳定性的影响

Tab. 9 Effects of preservative on the stability of red pigment in <i>Hylocereus undatus</i> fruit				
防腐剂	初始 Original	24 h	48 h	48 h
antiseptic	$D_{535\text{ nm}}$	$D_{535\text{ nm}}$	$D_{535\text{ nm}}$	颜色 color
CK	0. 549	0. 547	0. 546	鲜红
苯甲酸钠 sodium benbzoate	0. 537	0. 533	0. 532	鲜红
山梨酸钾 potassium sorbate	0. 539	0. 532	0. 530	鲜红
乳酸链球菌素 nisin	0. 548	0. 556	0. 560	鲜红
对羟基苯甲酸丁酯 P-hydroxybenzoic-butyl fomiate	0. 548	0. 545	0. 547	鲜红
富马酸二甲酯 fumaric dimethylate	0. 549	0. 546	0. 545	鲜红

3 结论与讨论

(1) 火龙果红色素在 80 ℃以下较为稳定, 其 $D_{535\text{ nm}}$ 值和颜色均保持基本不变. 但是在 80 ℃以上颜色逐步由鲜红变为淡黄.

(2) 火龙果色素具有酸碱指示剂的特性, 在酸性介质中比较稳定, 且随 pH 降低, 色素的红色逐渐加深, 热稳定性增强; 但在 pH>7.0 条件下, 随介质碱性增强, 颜色由鲜红色→橙红色→黄色, λ_{max} 由 535 nm 移至 390 nm. 因此, 火龙果色素适宜在酸性条件下使用. 乙酸、柠檬酸、酒石酸对该红色素溶液具有稳定和增色作用, 以柠檬酸的增色作用最明显, 此时

色素稳定性强. 火龙果红色素适用于果酒、米酒、果汁、蜜饯、果脯、果酱等酸性食品中.

(3) 紫外光照射使火龙果色素颜色由鲜红转为橙红, 但未有沉淀出现. 该色素溶液经各种波长的可见光照射及黑暗中放置, 颜色保持不变. 这使添加火龙果红色素的食品或化妆品有可能选择透明包装材料, 有利于消费者辨认商品品质和获得良好的感官评价. 但是阳光照射后的火龙果红色素 $D_{535\text{ nm}}$ 稍有下降. 因此, 该色素以及添加该色素的产品最好是避免阳光直射.

(4) 火龙果红色素具有氧化还原指示剂特性, 氧化剂和还原剂对其稳定性的影响较大, 使该色素溶

液变色或褪色. 这表明其分子中可能存在稀醇式结构和共轭结构; Al^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 和 Fe^{3+} 使色素溶液红色减退, 变成淡蓝色或黄绿色, Ca^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^{+} 、 K^{+} 使色素溶液红色加深, 且红色稳定.

(5) 葡萄糖、果糖、蔗糖、麦芽糖、糊精对火龙果红色素具有护色和增色作用, 蔗糖、麦芽糖、糊精的对该色素的增色作用较为显著. 该色素对淀粉粒有较强的着色能力. 苯甲酸钠、山梨酸钾、乳酸链球菌素、对羟基苯甲酸丁酯、富马酸二甲酯等食品防腐剂对火龙果色素的稳定性没有影响. 但是苯甲酸钠、山梨酸钾可使该色素鲜红色略有减弱.

参考文献:

[1] 林维宣. 山楂色素稳定性研究[J]. 食品科学, 1992, 13 (11): 5—10.
[2] 张华明. 杨梅果汁花色苷及其色泽稳定性研究[J]. 食品与发酵工业, 1991, 12(3): 1—5.

[3] 王 颢, 张子德, 刘彩莉, 等. 红葡萄汁加工中色素的浸出及理化特性[J]. 食品科学, 1997, 18(2): 32—35.
[4] 彭子模, 惠爱年, 李 进, 等. 玫瑰花红色素及其稳定性研究[J]. 西北植物学报, 1999, 19(2): 349—353.
[5] 张志虹. 萝卜红色素的提取及其性质[J]. 食品科学, 1992, 13(7): 12—16.
[6] 谢珍珍, 李建英. 红曲色素稳定性的研究[J]. 食品科学, 1994, 15(7): 15—17.
[7] 麻明友. 茄子色素、苋菜色素和辣椒红色素稳定性的比较[J]. 食品工业科技, 1997, 18(4): 83—85.
[8] 方元祥. 红曲色素的分析方法探讨[J]. 中国调味品, 1990, (3): 27—28.
[9] 丁利君, 陈 珊. 一品红红色素的提取及其稳定性研究[J]. 食品工业科技, 1999, 20(6): 24—26.
[10] 麻明友, 肖卓炳, 姚 俊. 鸡血李红色素稳定性的动力学研究[J]. 吉首大学学报, 1999, 20(4): 83—85.
[11] 于 新. 扶桑花红色素的提取及其稳定性研究[J]. 仲恺农业技术学院学报, 1998, 11(3): 46—49.

Studies on the Stability of Red Pigment in *Hylocereus undutus* Fruit

DU Zhi-jian¹, YU Xin²

(1 Nomal College of Shihezi University, Shihezi 832000, China;

2 Dept. of Food Science, Zhongkai Agrotechnical College, Guangzhou 510225, China)

Abstract: The stability of alcohol extracted red pigment in the peel of *Hylocereus undutus* fruit was studied. The result showed that the red pigment stabilized below 80 ℃, while above 80 ℃ the color gradually turn from bright red to light yellow. The red pigment became dark and the heat stability became stronger in acid, however, the pigment converted from bright red to yellow and maximum absorption wavelength changed from 535 nm to 390 nm in alkali. Organic acids and carbohydrates caused the red pigment to become deeper and more stabile. Common food preservatives, visible light and dark storage had no effect on the stability of the red pigment, but oxidants and reductants could make the red pigment become lighter. Some metal ions such as Ca^{2+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} and K^{+} made the red pigment become deeper in color and more stabile, yet others such as Al^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} and Fe^{3+} made the red pigment appear lighter even fade.

Key words: *Hylocereus undutus* fruit; red pigment; chemical and physical properties; stability

【责任编辑 李晓卉】