

# 芒果皮中黄色素不同提取方法的比较

冯璐 芮汉明

(华南理工大学轻工与食品学院, 广州, 510640)

**摘要** 以芒果皮为原料,对其黄色素的不同提取工艺和提取效果进行了比较。通过实验得到溶剂法最佳提取条件为:提取剂为体积分数 95% 乙醇,料液比 1:8(g:mL),提取温度 60℃,提取时间 3 h,提取次数为 2 次,浸提率为 83.75%;超声波辅助法最佳提取条件为:提取剂为体积分数 95% 乙醇,料液比 1:9(g:mL),超声波功率 250 W,超声波处理时间 30 min,提取次数为 2 次,浸提率为 87.68%。结果表明,超声波辅助法的浸提率较溶剂法有所增加,且超声波辅助法处理时间短,仅为溶剂法的 1/6,是一种短时高效的提取方法。

**关键词** 芒果皮, 色素, 提取

芒果皮中富含黄色素,研究表明<sup>[1]</sup>,成熟芒果中的色素属类胡萝卜素,且主要成分为  $\beta$ -胡萝卜素。

文中采用传统的溶剂法及超声辅助法提取芒果皮中的黄色素,并对这 2 种方法进行了比较,为芒果皮黄色素的开发和利用提供理论依据。

## 1 实验材料与设备

芒果皮,成熟香芒(市售);HCl、乙二醇、乙酸、乙醇,均为分析纯。

JJ300 型精密电子天平(常熟双杰测试仪器厂),2XZ-2 型旋片真空泵(浙江黄岩求精真空泵厂),TU-1810 紫外可见分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司),S22PC 分光光度计(上海棱光技术公司),电热恒温水浴锅(临海市东方仪器厂),格兰氏 WD800G 型微波炉(佛山市顺德区格兰氏微波炉电器有限公司),JY92-2D 超声波破碎机(宁波新芝科器研究所)。

## 2 实验方法

### 2.1 色素的提取工艺流程

新鲜成熟芒果清洗干净→撕皮→将皮在沸水中漂烫 30 s(去除酶的活性)→切碎至约 1 mm×1 mm→提取→色素浓度测定

### 2.2 最适提取溶剂的确定

常用的色素提取溶剂有水、体积分数 2% HCl、乙二醇、体积分数 15% 乙酸、甲醇、丙酮、乙醇、乙酸乙酯、石油醚、乙醚、氯仿、苯、正己烷。考虑到溶剂的毒性及其他性质,选取水、2% HCl、乙二醇、15% 乙酸、

及体积分数 95% 乙醇为溶剂进行提取。

称取 2 g 芒果皮,分别用上述溶剂在相同的条件下提取 1 h,观察溶液颜色。抽滤,测定滤液在 380~600 nm 的最大吸收波长及吸光度。

### 2.3 不同提取方法提取条件的确定

#### 2.3.1 溶剂法最佳提取条件的确定

以最适溶剂依次对芒果皮进行提取温度、提取时间及料液比的单因素试验,并在此基础上进行正交试验,以确定溶剂法提取芒果皮黄色素的最佳条件。

#### 2.3.2 超声波辅助法最佳提取条件的确定

以最适溶剂作为提取剂,采用超声波辅助的方法对芒果皮色素进行提取,依次进行超声波功率、超声波作用时间及料液比的单因素试验,并在此基础上进行正交试验,以确定超声波辅助法提取芒果皮黄色素的最佳条件。

### 2.4 提取次数的确定

称取 2 g 芒果皮,用溶剂充分浸提,至提取液无色为止,合并滤液,定容至 50 mL,测定提取液在最大吸收波长处的吸光度,把此值作为完全提取的测定值,其他条件下的测定值与之相比,得到该条件下的浸提率<sup>[2]</sup>。

称取 2 g 芒果皮,以各个方法的最佳提取条件进行提取,总共提取 4 次,将每次的提取液抽滤定容至 50 mL,分别测定其在最大吸收波长处的吸光度,计算浸提率,从而确定合理的提取次数。

## 3 结果与分析

### 3.1 最适提取溶剂的确定

通过肉眼观察即可发现不同溶剂的提取效果有很明显的差别:体积分数 95% 乙醇的提取效果最佳,溶液呈深鲜黄色,而其他试剂的提取效果较差,溶液

第一作者:硕士研究生(芮汉明副教授为通讯作者)。

收稿日期:2006-09-08,改回日期:2006-10-16

颜色几乎没有改变,仍为无色透明。所以选定 95 % 乙醇为最适提取溶剂。

对 95 % 乙醇提取液进行可见光扫描,扫描结果如图 1 所示。

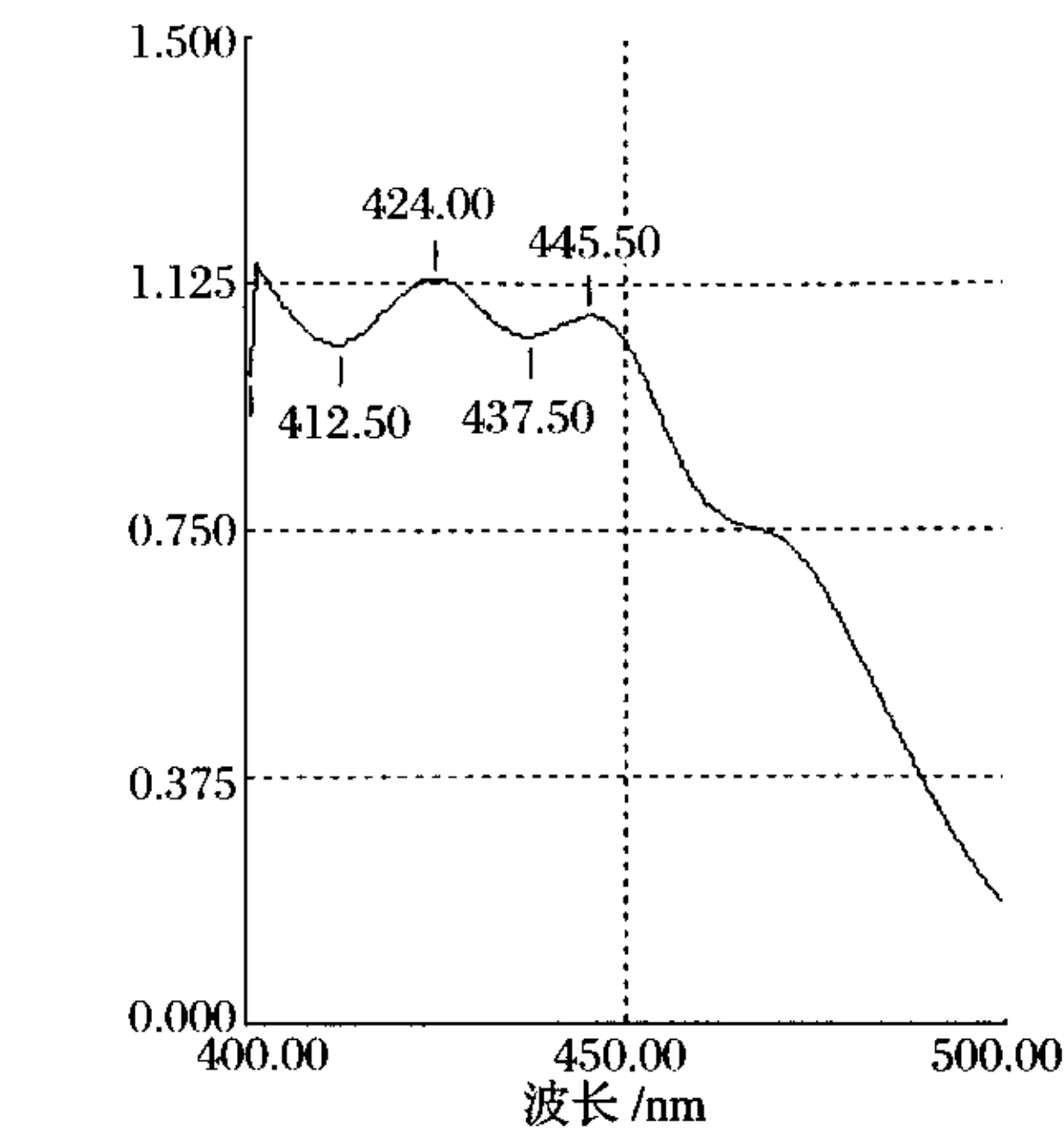


图 1 乙醇提取液的可见光光谱扫描曲线

由图 1 可以看出,提取液有 2 个吸收峰值 424 nm 和 445.5 nm,最大吸收波长为 424 nm,在 400 ~ 450 nm 范围之内,可知对芒果皮属于类胡萝卜素类的判断是正确的<sup>[1]</sup>。

3.2 溶剂法最佳提取条件的确定

3.2.1 提取温度的确定

分别在不同温度下对色素进行提取,吸光度曲线如图 2 所示。

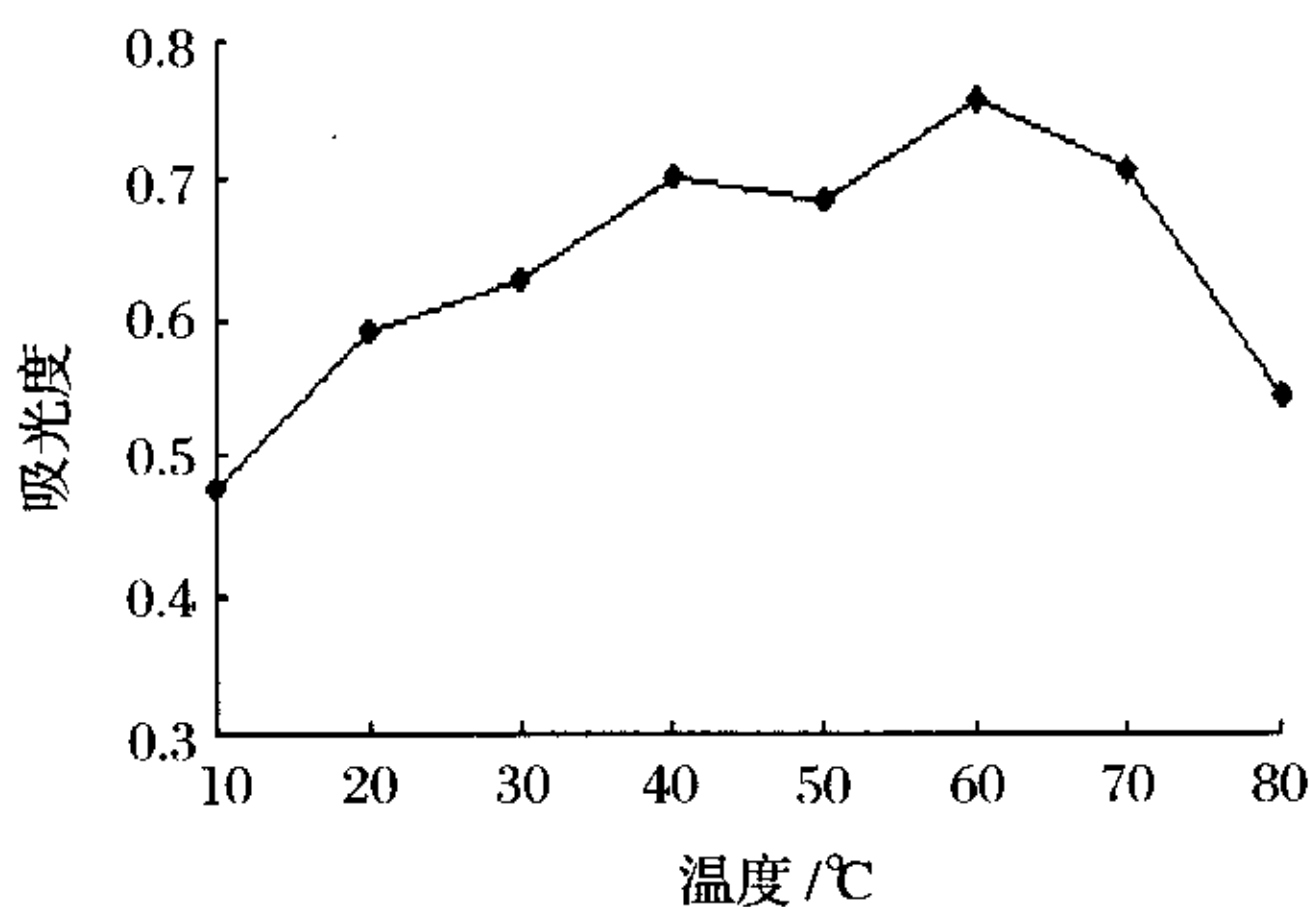


图 2 不同提取温度的吸光度曲线( $\lambda = 424 \text{ nm}$ )

由图 2 可知,提取液最适提取温度为 60℃。天然色素一般都不太稳定,温度高,色素容易分解,且高温会加速乙醇的蒸发,造成溶剂的浪费;温度太低,色素的提取率很低,加大了色素的成本<sup>[2]</sup>。因此,选择 60℃ 作为提取温度,既可保证色素的此温度下不被破坏,同时色素的浸提率又比较高。

3.2.2 提取时间的确定

分别采用不同提取时间进行提取,吸光度曲线如图 3 所示。

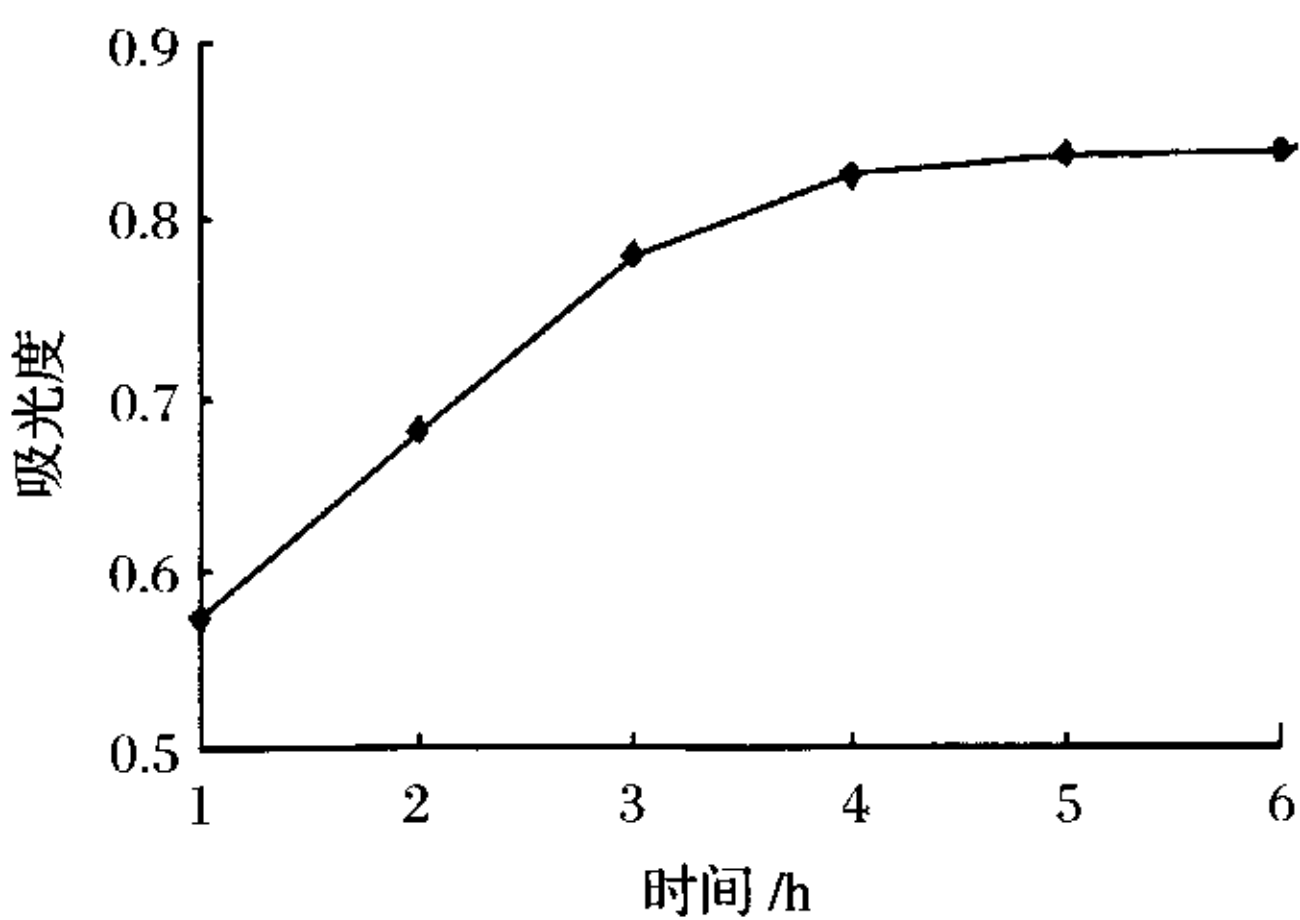


图 3 不同提取时间的吸光度曲线( $\lambda = 424 \text{ nm}$ )

由图 3 可知,提取液最适提取时间为 3h。开始提取时,色素不断从果皮中提取出来,此过程色素的浸出速度大于色素的吸附速度;随着提取时间的延长,色素的浸出速度和吸附速度逐渐达到平衡,吸光度增长缓慢,基本持平<sup>[3]</sup>。因此,选择 3h 作为最佳提取时间。

3.2.3 料液比的确定

分别采用不同料液比进行提取,吸光度曲线如图 4 所示。

一般来说,溶剂用量越大,浸提率越大,但过大的料液比会造成溶剂和能源的浪费,并给后序的浓缩带来困难<sup>[4]</sup>。如图 4 所示,当料液比增大到 1:9 时吸光度最大,而后料液比继续增加吸光度反而下降,这是因为较多的料液比降低了色素溶液的浓度。

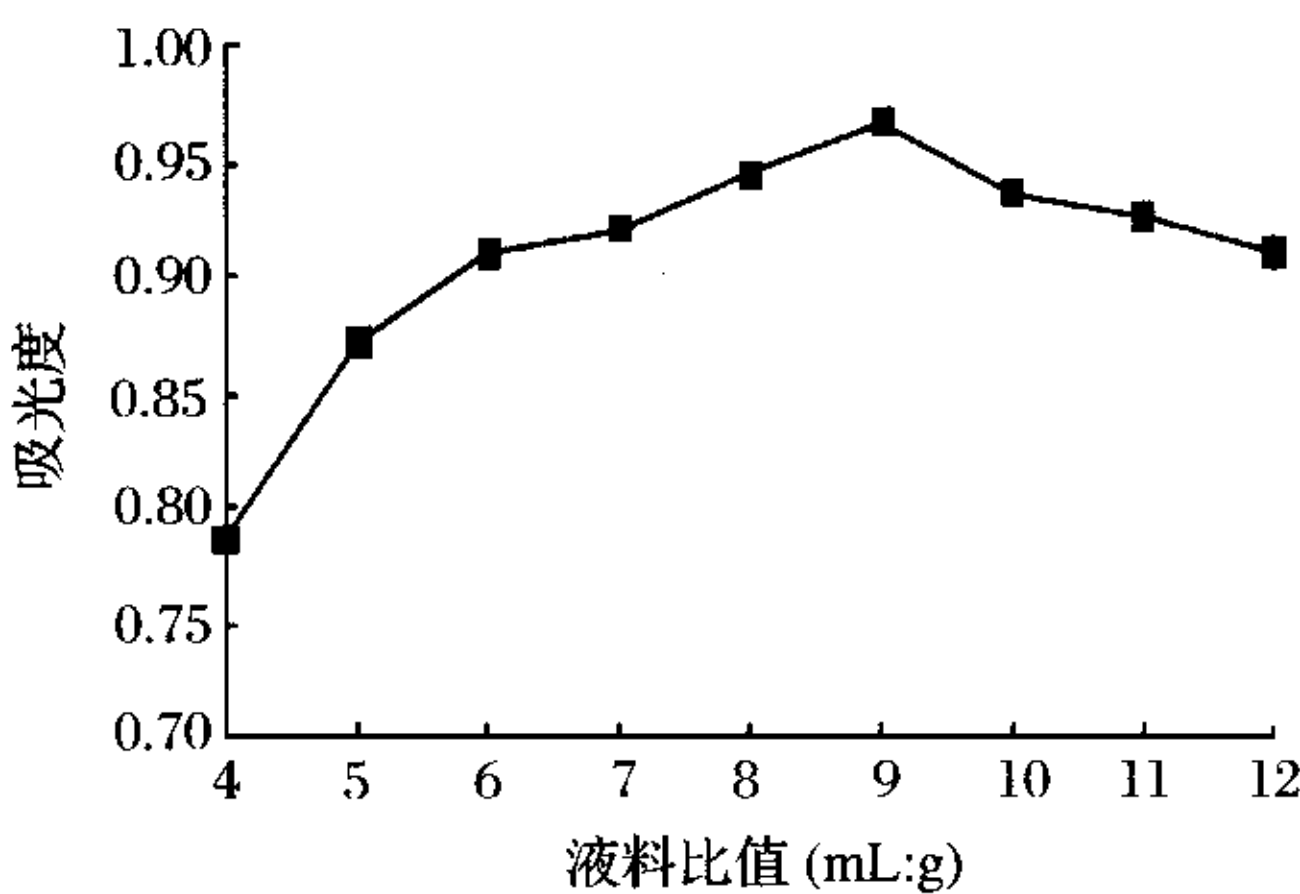


图 4 不同料液比的吸光度曲线( $\lambda = 424 \text{ nm}$ )

3.2.4 正交实验

在以上单因子实验的基础上,对溶剂法提取的 3 个参数,即提取温度、提取时间和料液比进行  $L_9(3^3)$  正交实验。实验结果见表 2。

表 1 正交实验因素水平表

水 平	因 素		
	(A)提取温度/℃	(B)提取时间/h	(C)料液比(g:mL)
1	50	2	1:8
2	60	3	1:9
3	70	4	1:10



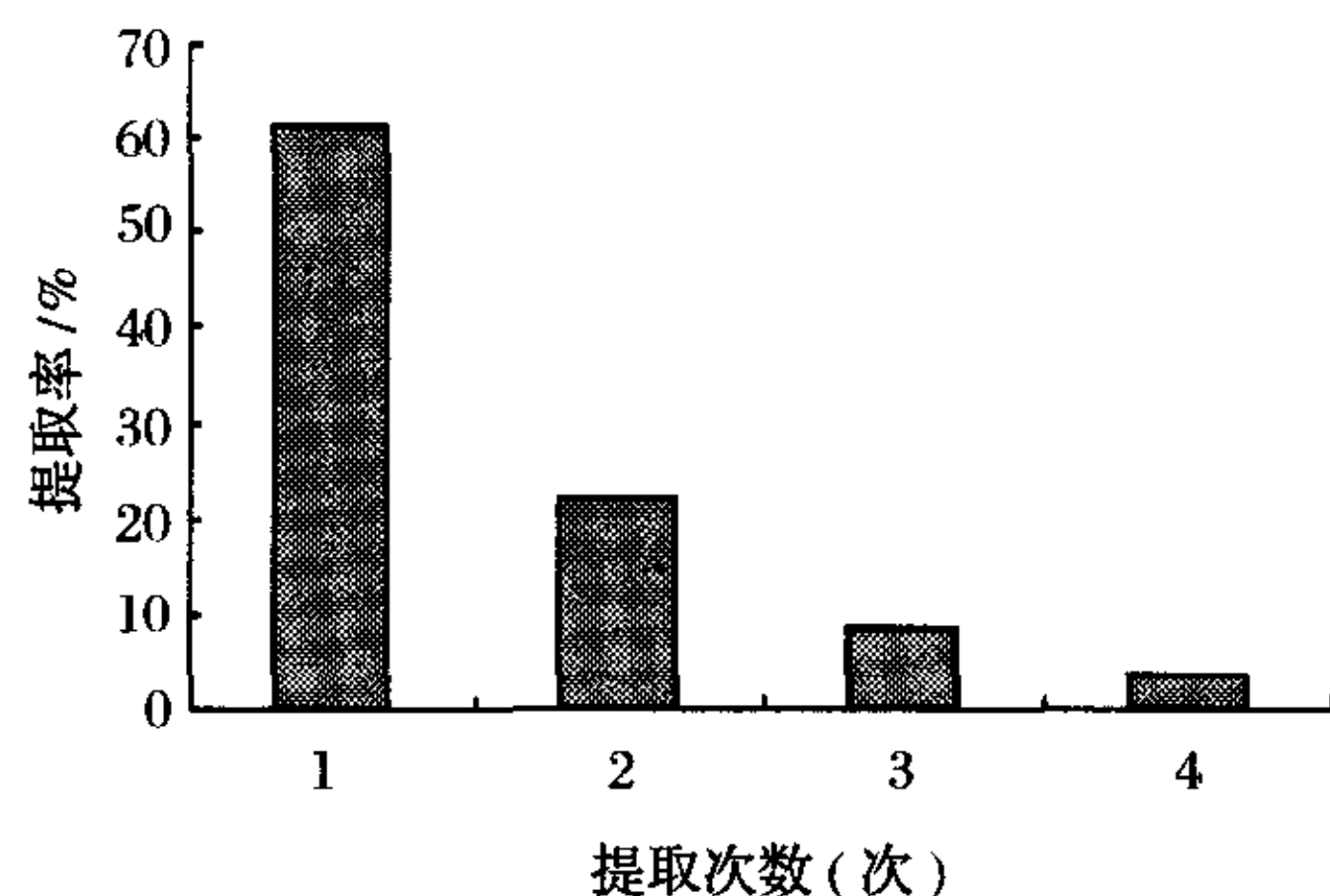
表 2 溶剂法提取条件正交实验结果

实验号	A	B	C	吸光度(424 nm)
1(50)	1(50)	1(2)	1(1:8)	0.977
2	1	2(3)	2(1:9)	0.979
3	1	3(4)	3(1:10)	0.957
4	2(60)	1	2	0.971
5	2	2	3	0.961
6	2	3	1	1.013
7	3(70)	1	2	0.954
8	3	2	1	0.984
9	3	3	2	0.962
$k_1$	0.971	0.967	0.991	
$k_2$	0.982	0.975	0.971	
$k_3$	0.967	0.977	0.957	
极差 R	0.015	0.010	0.034	

实验结果表明,影响因素中以料液比对色素的提取效果影响最大,而其他因素影响较小。由表 2 可知,各因素影响大小顺序为  $C > A > B$ ,最佳组合为  $C_1A_2B_3$ ,即提取温度为  $60^\circ\text{C}$ ,提取时间为 4 h,料液比为 1:8(g:mL)。但是  $B_2$  和  $B_3$  的均值相差很小,证明在 3 h 之后吸光度增加缓慢,所以为了节约时间降低成本,可取 3 h 为最佳时间,则最佳组合为  $C_2A_2B_2$ ,即提取温度为  $60^\circ\text{C}$ ,提取时间为 3 h,料液比为 1:8。

### 3.2.5 提取次数的确定

不同提取次数浸提率的变化如图 5 所示,从图 5 可以看出,溶剂提取次数对提取效果影响显著,第 1 次浸提率达 61.67%,再经过 1 次提取,其浸提率就可达 83.75%,继续进行之后的提取,浸提率变化不大,这一结果表明,经过 2 次的提取已使色素较为完全的溶出,提取率可达 83.75%,考虑到提取次数过多会浪费溶剂且延长提取周期,故溶剂法提取次数以 2 次为宜。

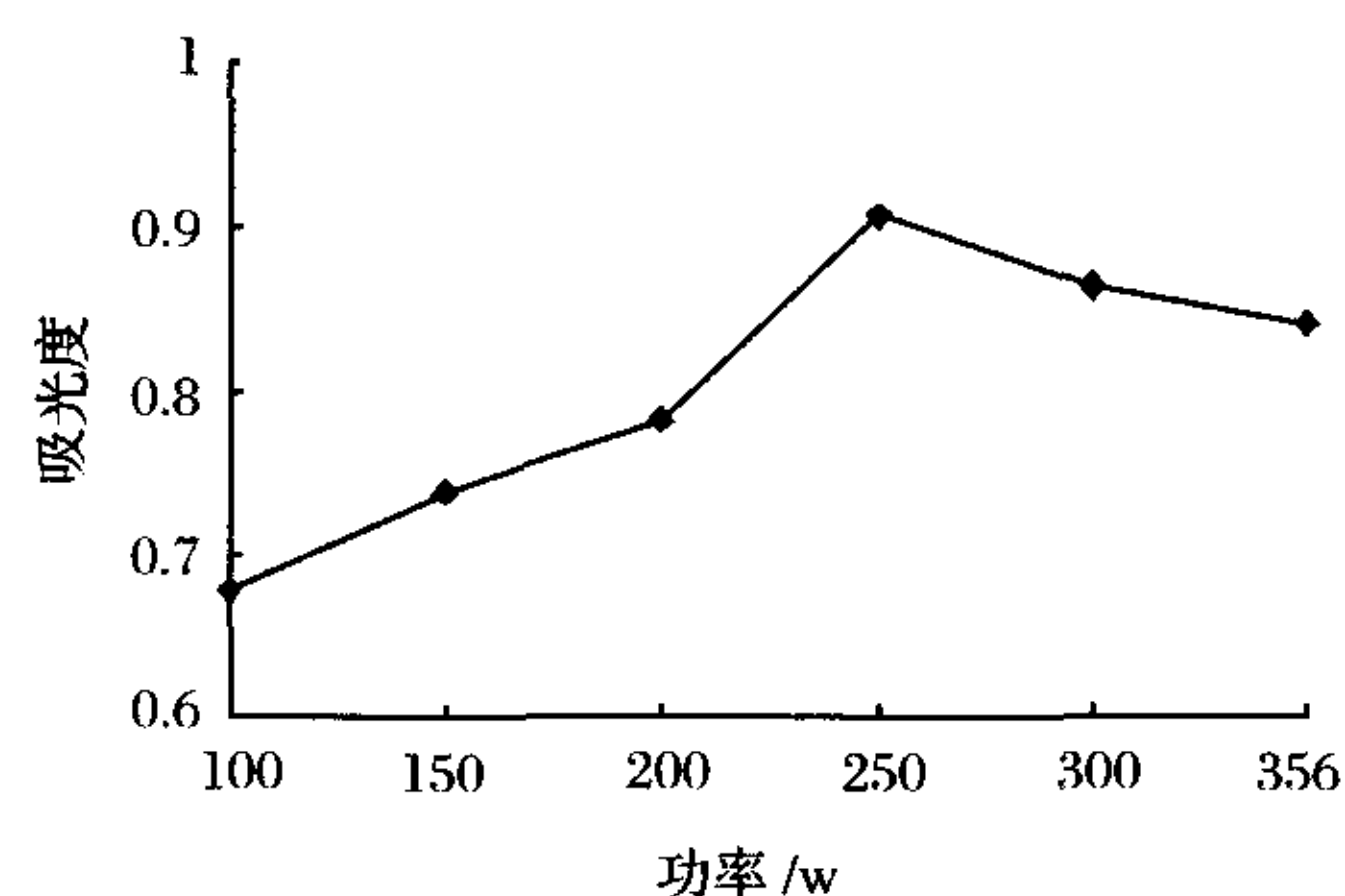
图 5 不同提取次数浸提率的比较( $\lambda = 424 \text{ nm}$ )

## 3.3 超声波辅助法最佳提取条件的确定

### 3.3.1 超声波功率的确定

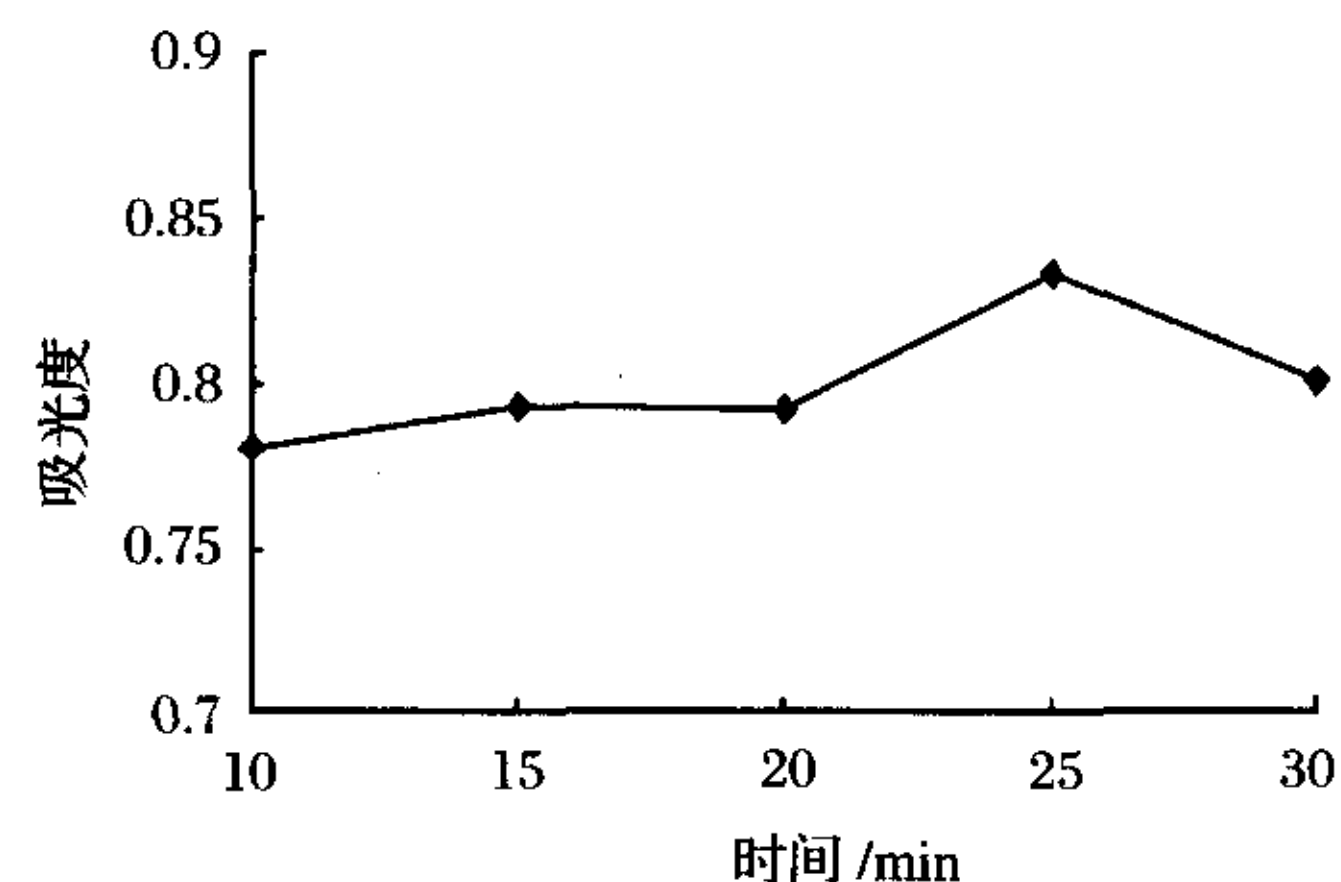
不同超声波功率下吸光度曲线如图 6 所示。

由图 6 可以看出,当超声波功率为 250W 时,提取效果最佳。

图 6 不同超声波功率下的吸光度曲线( $\lambda = 424 \text{ nm}$ )

### 3.3.2 超声波处理时间的确定

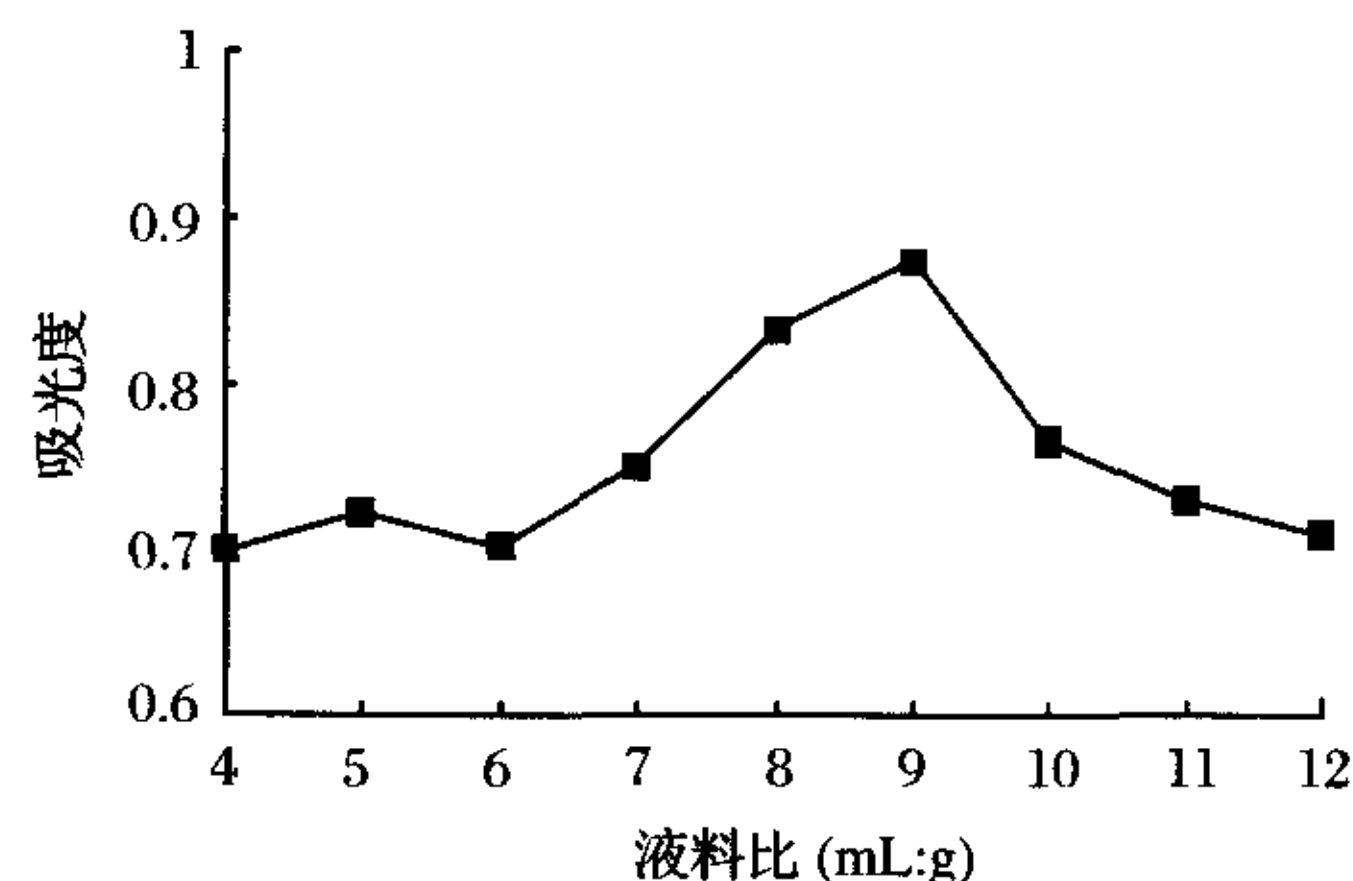
分别采用不同的超声波处理时间进行提取,吸光度如图 7 所示。

图 7 不同超声波处理时间下的吸光度曲线( $\lambda = 424 \text{ nm}$ )

实验结果表明,吸光度随着超声波处理时间的延长有所增加,在 25 min 时吸光度达到最大。

### 3.3.3 料液比的确定

分别采用不同料液比进行提取,提取效果见图 8 所示。

图 8 不同料液比的吸光度曲线( $\lambda = 424 \text{ nm}$ )

如图 8 所示,当料液比(g:mL)为 1:9 时提取效果最佳。此结果与溶剂法相同。

### 3.3.4 正交实验

在以上单因子实验的基础上,对超声波辅助法提取的 3 个参数,即超声波功率、超声波处理时间和料液比进行  $L_9(3^3)$  正交实验。实验结果见表 4。

表 4 实验结果表明,影响因素中以料液比对色素的提取效果影响最大,各因素影响大小顺序为  $C > B$

表 3 正交实验因素水平表

水平	因素		
	(A)功率/W	(B)处理时间/min	(C)料液比(g:mL)
1	200	20	1:8
2	250	25	1:9
3	300	30	1:10

表 4 超声波辅助法提取条件正交实验结果

实验号	A	B	C	吸光度(424 nm)
1	1(200)	1(20)	1(1:8)	0.963
2	1	2(25)	2(1:9)	1.015
3	1	3(30)	3(1:10)	0.972
4	2(250)	1	2	1.024
5	2	2	3	0.974
6	2	3	1	1.064
7	3(300)	1	3	0.951
8	3	2	1	1.032
9	3	3	2	1.027
$k_1$	0.983	0.979	1.020	
$k_2$	1.021	1.007	1.022	
$k_3$	1.003	1.021	0.966	
极差 R	0.038	0.042	0.056	

>A,最佳组合为 C<sub>2</sub>B<sub>3</sub>A<sub>2</sub>,即超声波功率为 250 W,超声波作用时间为 30 min,料液比为 1:9(g:mL)。

3.3.5 提取次数的确定

由图 9 可以看出,超声波提取次数对提取效果影响显著,第 1 次浸提率达 66.39%,再经过 1 次提取,其浸提率可达 87.68%,继续进行其后的提取,浸提率变化不大,这一结果表明:经过 2 次的浸提已使色素较为完全的溶出,浸提率可达 87.68%,由于考虑到提取次数过多会浪费溶剂且使提取周期延长,故超声波辅助法提取次数以两次为宜。

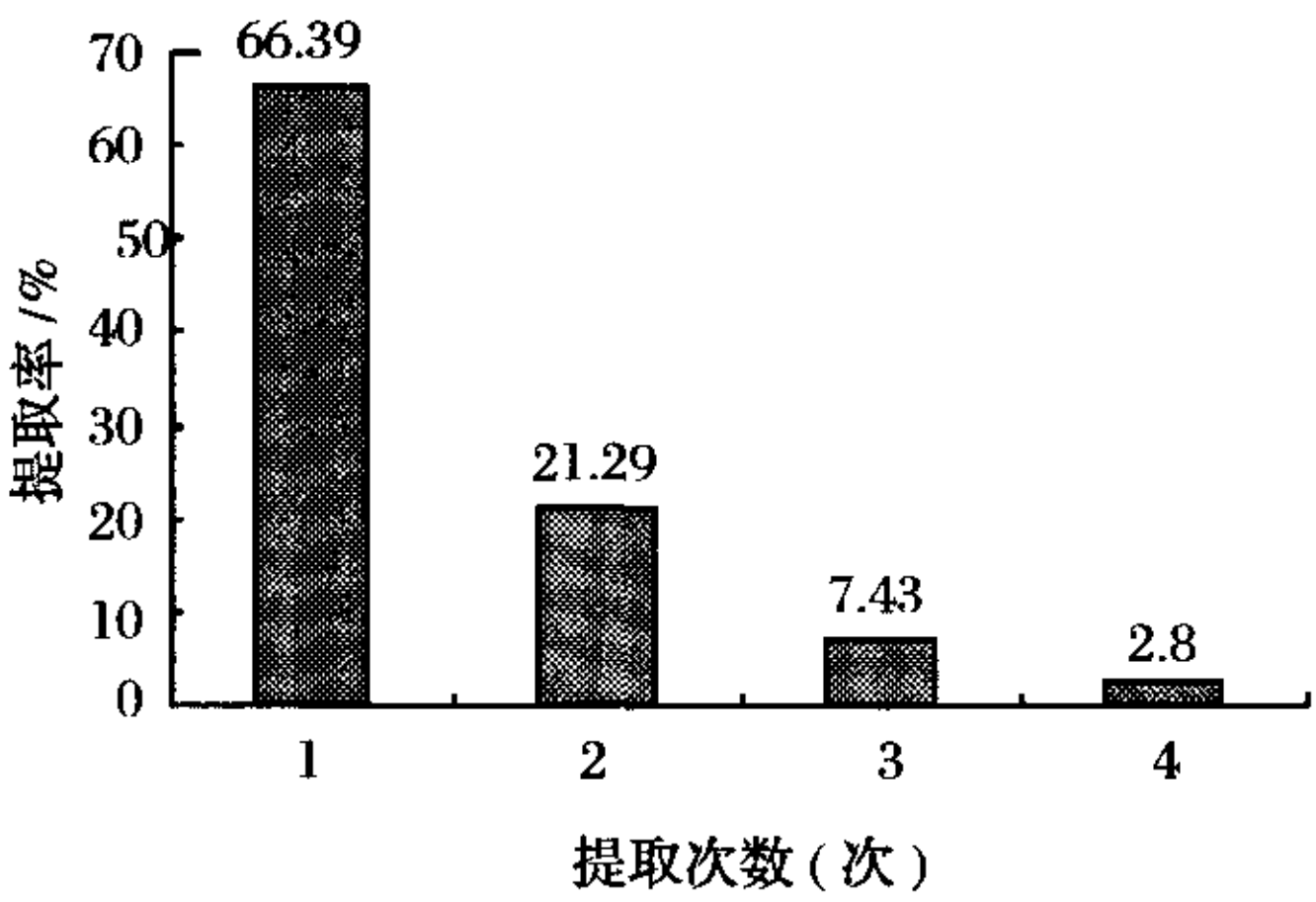


图 9 不同提取次数提取效果的比较(λ=424 nm)

4 结 论

- (1) 研究结果表明,芒果皮中的黄色素属类胡萝卜素,体积分数 95% 乙醇是提取芒果皮中黄色素的最适试剂。
- (2) 溶剂法提取芒果皮黄色素的最佳条件是:温度 60℃、时间 3h、料液比 1:8(g:mL)。提取次数为 2 次,浸提率可达 83.75%。
- (3) 超声波辅助法提取芒果皮黄色素的最佳条件是:功率 250 W、时间 30 min、料液比 1:9(g:mL)。提取次数为两次,浸提率可达 87.68%。
- (4) 研究结果表明,超声波辅助法的浸提率较溶剂法有所增加,对色素的提取有促进作用,且超声波辅助法处理时间短,仅为溶剂法的 1/6,是 1 种短时高效的提取方法。

参 考 文 献

1 Gross Jeana. Food Science and Technology[M]. London: Academic Press, 1987  
2 张春兰. 枸杞色素的提取及稳定性研究[D]. 新疆农业大学,2005,12  
3 舒 娜. 火龙果色素的提取、分离及其结构判定的研究[D]. 华南理工大学,2003  
4 杨远帆,倪 辉,陈小花. 胡萝卜中水溶性类胡萝卜素提取条件的优化研究[J]. 食品工业科技,2006(2):128~131

Studies on Pigment Extraction from Mango Skin

Feng Lu Rui Hanming

(College of Light Industry and Food, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

**ABSTRACT** The yellow pigment extraction from mango skin by different methods was studied. The optimum extracting condition was: In solvent method, under 60℃ for 3 hours, ratio of material to liquid was 1:8 with 95% ethanol, extracted twice and extracting rate was up to 83.75%; by ultrasound, under 250W for 30 minutes, ratio of material to liquid was 1:9 with 95% ethanol, extracted twice and extracting rate was up to 87.68%.

**Key words** mango skin, pigment, extraction