

# 杏花花粉中苦杏仁苷的提取工艺的研究

张红城<sup>1</sup>, 尹 策<sup>1</sup>, 董 捷<sup>1,\*</sup>, 李春阳<sup>2</sup>, 陈翠丽<sup>3</sup>

(1. 中国农业科学院蜜蜂研究所, 北京 100093 2. 江苏省农科院农产品加工研究所, 江苏 南京 210014

3. 北京联合大学应用文理学院生物系, 北京 100083)

**摘 要:** 本研究探讨了从杏花花粉中用不同溶剂提取苦杏仁苷, 及提取溶剂的浓度、料液比、超声时间、提取时间对苦杏仁苷提取工艺的影响, 并采用紫外分光光度法定性、定量。结果表明: 提取苦杏仁苷的最佳溶剂是乙醇, 最佳提取工艺是浓度为 100% 的乙醇, 料液比 1:7, 超声提取 20min, 振荡提取 12h。杏花花粉中的苦杏仁苷的含量为 6.1%。

**关键词:** 杏花花粉; 苦杏仁苷; 提取

## Study on Extracting Process of Amygdalin from Almond Pollen

ZHANG Hong-cheng<sup>1</sup>, YIN Ce<sup>1</sup>, DONG Jie<sup>1,\*</sup>, LI Chun-yang<sup>2</sup>, CHENG Cui-li<sup>3</sup>

(1. Institute of Apicultural Research, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100093, China

2. Institute of Agro-food Science and Technology, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China

3. Department of Biology, College of Applied Arts and Science, Beijing Union University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** This research discussed the effects of different solvents on the yield of amygdalin from almond pollen. The influences of concentrations of the solvent, solid-liquid ratio, ultrasonic treatment time and extract time were also discussed. The method of UV spectrophotometry was used to determinate quantity of amygdlin. Results indicated that the best extraction solvent is ethanol, and the optimum technological conditions are concentration of ethanol 100%, solid-liquid ratio 1:7, ultrasonic treatment time 30 min, and extract time 12 h. On these conditions the content of amygdalin extracted from almond pollen is 6.1%.

收稿日期 2007-05-22

\*通讯作者

作者简介: 张红城(1967-), 男, 博士, 研究方向为食品生物技术。

3.1 采用超临界 CO<sub>2</sub> 萃取对玉米胚进行脱脂处理, 最佳工艺参数为萃取压力 25 MPa, 萃取温度 40 °C, 时间 120 min, CO<sub>2</sub> 流量 20 L/h, 在此条件下脂类物质萃取量 57.03%, 玉米胚粕含脂率 0.72%。

3.2 热水浸提 GSH 最佳工艺条件为: 固液比 1:20 (g/ml), 浸提温度 90 °C, 浸提液 pH 3.0, 浸提时间 20 min。GSH 提取量为 104 mg/100 g 玉米胚。

### 参考文献:

- [1] 袁尔东, 郑建仙. 功能性食品基料—谷胱甘肽的研究进展[J]. 食品与发酵工业, 1999, 25(5): 52-57.
- [2] 沈蓓英, 江志伟. 具有生物活性新型功能性食品添加剂谷胱甘肽[J]. 粮食与油脂, 1993(2): 27-32.
- [3] 李峰, 徐军庆. 低聚肽的研究与开发[J]. 食品与药品, 2005(7): 43-44.
- [4] 张景硕. 谷胱甘肽的药理与用途[J]. 中国医院药学杂志, 1994, 14(8): 98-102.
- [5] 杨培惠, 齐剑英. 谷胱甘肽的应用及其检测方法[J]. 中国生化药物杂志, 2001, 23(1): 52-54.
- [6] 彭军. 中国玉米加工业的现状和发展[J]. 食品开发, 2001(6): 3-5.
- [7] 石桂春. 玉米加工利用的现状与途径[J]. 玉米科学, 1998(4): 67-69.
- [8] 胡学烟. 玉米胚开发与利用[J]. 粮食与油脂, 2001(11): 32-33.
- [9] 张艳荣, 马福敏, 王大为. 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取玉米皮纤维脂类物质的研究[J]. 食品科学, 2005(6): 149-151.
- [10] 范崇东, 王淼. 酵母细胞中谷胱甘肽的微波辅助萃取[J]. 食品与发酵工业, 2003, 10(17): 27-30.
- [11] 夏亦明. 总谷胱甘肽的测定方法[J]. 营养学报, 1990, 12(1): 18-22.
- [12] 张少辉. 谷胱甘肽的紫外分光光度测定[J]. 辽宁大学学报, 1992, 19(4): 66-69.
- [13] LAYNE E. Spectrophotometric and turbidimetric methods for measuring proteins[M]//COLEEICK S P, KAPLAN N O. Methods in enology. New York: Academic Press, 1957: 447-454.
- [14] ZOUHAIR A, XU Ji-yang, WU Wu-tong. Determination of glutathione in biosynthesis reaction by paper chromatography[J]. Journal of China Pharmaceutical University, 1997, 28(3): 176-179.
- [15] 杨祖英, 马永建, 常凤启. 食品检验[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001: 302-336.

**Key words:** almond pollen; amygdalin; extraction

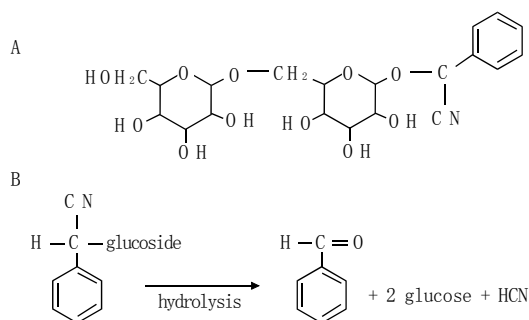
中图分类号: Q944.42

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)07-0236-06

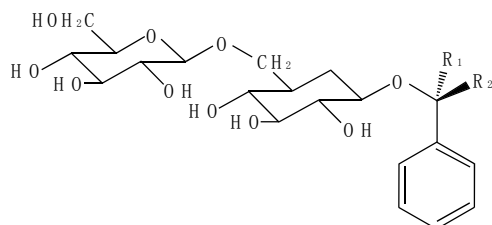
杏花花粉是蜂花粉的一种, 是蔷薇科(*Rosaceae*)落叶乔木植物(*Prunus armeniaca* L.)或山杏(*Prunus armeniaca* L. Varansu Masim)等植物的花粉。国外已经明确提出杏花花粉中含有苦杏仁苷, 会导致蜜蜂中毒死亡<sup>[1]</sup>。

据报道, 苦杏仁苷广泛存在于杏、苹果、山楂等蔷薇科植物的种子中, 尤其在苦杏仁中含量较高, 约占苦杏仁的2%~3%<sup>[2]</sup>。苦杏仁苷(amygdalin)属于芳香族氰苷分子, 由一单元苯甲醛、一单元氢氰酸和两单元葡萄糖组成, 分子式为 $C_{20}H_{27}NO_{11}$ <sup>[3]</sup>, 结构见图1A<sup>[4]</sup>。易溶于水, 醇, 而几乎不溶于乙醚。苦杏仁苷易被酸和酶所催化水解, 它在苦杏仁酶及樱叶酶等葡萄糖苷酶水解生成樱皮苷和杏仁苷, 后者 $\alpha$ -羟基苯乙腈很不稳定, 遇热易分解生成苯甲醛和氢氰酸, 氢氰酸有剧毒<sup>[5]</sup>。水解过程见图1B<sup>[4]</sup>。天然苦杏仁苷为D-苦杏仁苷。据报道, D-苦杏仁苷在沸水中会转变为L-苦杏仁苷, 结构见图2, 而L-苦杏仁苷就不具备抗癌的活性<sup>[6]</sup>。



A. 苦杏仁苷的结构式; B. 苦杏仁苷的水解过程。

图1 苦杏仁苷的水解过程  
Fig.1 Hydrolysis of amygdalin



1. D-苦杏仁苷;  $R_1=H$ ,  $R_2=CN$ ; 2. L-苦杏仁苷;  $R_1=CN$ ,  $R_2=H$ 。

图2 苦杏仁苷的异构体化学结构式  
Fig.2 Molecular structure of amygdalin

近期, 国内外许多文献报道了从苦杏仁中分离提取苦杏仁苷的方法, 生理功能, 及其作用机理。从杏花花粉中提取苦杏仁苷尚未见报道。本实验主要对杏花花粉中苦杏仁苷进行定性、定量分析, 并对提取的最佳

工艺进行了研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与设备

#### 1.1.1 材料与试剂

杏花花粉 中国农业科学院蜜蜂研究所授粉研究室。

甲醇、无水乙醇、丙酮、石油醚、乙酸乙酯均为分析纯 苦杏仁苷标准品(批号820-200002) 中国药品生物制品检定所。

#### 1.1.2 仪器与设备

HZS-H型水浴振荡器 哈尔滨市东明医疗仪器厂; UV-2100型紫外可见分光光度计 UNICO公司; PL303型电子分析天平 梅特勒-托利多公司; TDL-5型低速离心机 上海安亭科学仪器厂; KQ-50DB型数控超声波清洗器 昆山市超声仪器有限公司。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 苦杏仁苷的提取

取一定质量杏花花粉, 加入固定料液比的提取溶剂, 进行超声浸提, 取提取液进行离心。取上清液在 $-20^{\circ}\text{C}$ 条件下冻结结晶24h, 结晶后进行离心取结晶物在室温下自然干燥, 最终得到苦杏仁苷。

#### 1.2.2 苦杏仁苷标准曲线的建立及定量检测

精密称取苦杏仁苷样品10mg, 以甲醇为溶剂溶解定容至5ml, 得到2mg/ml苦杏仁苷标准液, 分别稀释标准液到0.5、1、1.5、2.0、2.5 $\mu\text{g/ml}$ , 在210nm下测定吸光值, 以苦杏仁苷浓度为横坐标, 吸光值为纵坐标建立标准曲线, 标准曲线回归方程为 $Y=0.0674X+0.5715$ ,  $R^2=0.9979$ 。

标品的紫外扫描最大吸收峰分别在195、210、265nm(见图3A), 由于本实验使用的紫外分光光度计的检测范围最低为200nm, 所以只能选择210nm和265nm进行检测。由于提取苦杏仁苷采用的是乙醇, 所以在提取液中会存在大量黄酮, 并且部分黄酮在265nm下有紫外吸收, 对苦杏仁苷的检测会带来干扰。而在210nm下黄酮几乎没有紫外吸收, 故选择210nm为检测杏花花粉中苦杏仁苷的最佳波长。通过测定吸光值查找标准曲线浓度, 最终给杏花花粉中的苦杏仁苷进行定量。

#### 1.2.3 不同溶剂提取对杏花花粉中苦杏仁苷提取率的影响

取杏花花粉以料液比1:8的比例分别向每份花粉中加入甲醇、乙醇、丙酮、石油醚和乙酸乙酯, 在 $20^{\circ}\text{C}$ 条件下超声提取20min, 然后置于 $20^{\circ}\text{C}$ 水浴振荡器内提

取 6h, 将提取液离心取上清, 取上清液稀释适当倍数, 在 210nm 下测定吸光值, 通过标准曲线计算提取率。

$$\text{提取率}(\%) = \frac{\text{标准曲线查得浓度} \times \text{稀释倍数} \times \text{提取液体积}}{\text{花粉质量}} \times 100$$

#### 1.2.4 正交试验设计

本试验选取乙醇浓度、超声时间、料液比、提取时间为影响因素, 各因素取三水平, 采用  $L_9(3^4)$  正交设计试验, 以提取率为考察指标, 对提取杏花花粉中苦杏仁苷的工艺条件进行优化。

表 1 正交试验因素水平表  
Table 1 Table of factors and levels of orthogonal test

水平	因素			
	A	B	C	D
	乙醇浓度(%)	超声时间(min)	料液比	提取时间(h)
1	30	10	1:3	6
2	70	20	1:5	12
3	100	30	1:7	18

#### 1.2.5 工艺验证

取杏花花粉照上述优化工艺条件进行提苷实验, 计算提取率。

#### 1.2.6 紫外定性

将提取液进行冷冻结晶, 干燥后的结晶和标准品用甲醇溶解, 利用紫外分光光度计对最大吸收峰进行定性。

#### 1.2.7 数据处理

利用 SPSS11.0 对实验数据进行多因素方差分析与回归分析。

## 2 结果与分析

#### 2.1 不同溶剂提取对杏花花粉中苦杏仁苷提取率的影响

由表 1 可以看出在固定料液比为 1:8, 室温条件下超声提取 20min, 20℃ 水浴振荡器内提取 6h 的提取条件下, 只改变提取溶剂的种类, 得到的结果是: 甲醇的提取率最高为 0.6487%, 其次是乙醇、水, 丙酮、石油醚、乙酸乙酯提取率均为 0, 表明苦杏仁苷易溶于醇类物质, 难溶于醚类、酯类等极性大的物质, 这与苦杏仁苷本身的溶解性是相符的。水的提取率只有甲醇和乙醇的 1/4~1/3, 提取率比较低。虽然甲醇提取率显著高于乙醇 ( $p < 0.05$ ), 但甲醇是不能应用于食品加工的。而乙醇应用于食品加工是安全的, 故选择乙醇为提取杏

花花粉中苦杏仁苷的提取溶剂。

#### 2.2 最佳提取工艺的选择

##### 2.2.1 正交试验的直观分析结果

表 3 正交试验设计及结果  
Table 3 Design and results of orthogonal test

试验号	因素				提取率(%)
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	0.31
2	1	2	2	2	3.3
3	1	3	3	3	5.2
4	2	1	2	3	3.1
5	2	2	3	1	1
6	2	3	1	2	1.7
7	3	1	3	2	5.5
8	3	2	1	3	1.4
9	3	3	2	1	2.1
T1	8.81	8.91	3.41	3.41	
T2	5.8	5.7	8.5	10.5	
T3	9	9	11.7	9.7	
R	0.94	1.03	2.46	2.13	

由表 3 中 R 可知, 影响苦杏仁苷提取率的主次顺序是: 料液比 > 提取时间 > 超声时间 > 提取液浓度。

##### 2.2.2 多因素方差分析结果

表 4 方差齐性检验  
Table 4 Levene's test of equality of error variances

F	df1	df2	Sig
0.743	8	18	0.654

表 4 显示,  $F=0.743$ ,  $\text{Sig}=0.654 > 0.05$ , 说明方差齐, 所以在进行方差分析时应选择方差齐的分析方法 LSD 对正交试验各因素水平进行多因素方差分析。

表 5 方差分析  
Table 5 Analysis of variance

变异来源	III型方差SS	df	均方 MS	F	Sig
校正的模型	79.794 <sup>a</sup>	8	9.974	3435.009	0.000
截据	187.335	1	187.335	64516.000	0.000
浓度	6.333	2	3.167	1090.509	0.000
超声时间	7.660	2	3.830	1319.022	0.000
料液比	36.399	2	18.200	6267.759	0.000
提取时间	29.401	2	14.701	5062.746	0.000
误差	5.227E-02	18	2.904E-03		
合计	267.182	27			
校正的合计	79.846	26			

注: 因变量: 提取率; <sup>a</sup> $R^2=0.999$ 。

由表 5 可以看出, 所用方差分析模型的检验, F 值

表 2 不同溶剂提取率的影响  
Table 2 Effects of different solvents on yield

溶剂	甲醇	乙醇	水	丙酮	石油醚	乙酸乙酯
提取率(%)	0.644±0.0044	0.5147±0.0108	0.158±0.008	0	0	0

为3435.009,  $p=0.000 < 0.05$ , 因此所用的模型有统计学意义。浓度、超声时间、料液比、提取时间四个因素都有统计学意义, 即每个因素的三个水平对提取率来说都有差异, 故还要进行水平间的多重比较, 具体看哪两个或几个水平间存在差异。以下是各因素三水平间的多重比较结果。

表6 浓度三水平间的多重比较结果

Table 6 Multiple comparisons of three levels of concentration

(I)浓度 (%)	(J)浓度 (%)	均数差异 (I-J)	标准误差	95%置信区间	
				下限	上限
30%	70%	0.9967*	0.02540	0.000	0.9433
	100%	-0.0589*	0.02540	0.032	-0.1123
70%	30%	-0.9967*	0.02540	0.000	-1.0500
	100%	-1.0556*	0.02540	0.000	-1.1089
100%	30%	0.0589*	0.02540	0.032	0.0055
	70%	1.0556*	0.02540	0.000	1.0022

注: 因变量: 提取率; \* 显著性差异水平为0.05; 基于观测值。

由表6可以看出, 浓度的三个水平关于提取率进行多重比较结果为: 30%、70%、100%之间均存在显著性差异, 结合表3的结果可以看出30%( $T=8.91$ )、70%( $T=5.7$ )、100%( $T=9$ )之间100%的提取率最高, 故因素浓度的三个水平中最佳水平为无水乙醇。

表7 超声时间三水平间的多重比较结果

Table 7 Multiple comparisons of three levels of ultrasonic extraction time

(I)超声时间 (min)	(J)超声时间 (min)	均数差异 (I-J)	标准误差	95% 置信区间	
				下限	上限
10	20	1.0878*	0.02540	0.000	1.0344
	30	-0.0800*	0.02540	0.006	-0.1334
20	10	-1.0878*	0.02540	0.000	-1.1411
	30	-1.1678*	0.02540	0.000	-1.2211
30	10	0.0800*	0.02540	0.006	0.0266
	20	1.1678*	0.02540	0.000	1.1144

注: 因变量: 提取率; \* 显著性差异水平为0.05; 基于观测值。

由表7可以看出, 超声时间的三个水平关于提取率进行多重比较结果为: 10、20、30min之间均存在显著性差异, 结合表3的结果可以看出10min( $T=8.81$ )、20min( $T=5.8$ )、30min( $T=9$ )之间30min的提取率最高, 故超声时间的三个水平中最佳水平为超声提取30min。

表10 引入或剔除的变量<sup>b</sup>

Table 10 Variables entered/removed

模型	引入的变量	剔除的变量	变量选取的方式
1	提取时间、料液比、超声时间、浓度 <sup>a</sup>		EnterBackward(标准: 自变量F统计量的概率值 $\geq 0.100$ )
2		超声时间	
3		浓度	

注: a. 全部进入的变量; b. 因变量: 提取率。

表8 料液比三水平间的多重比较结果

Table 8 Multiple comparisons of three levels of solid-liquid ratio

(I)料液比	(J)料液比	均数差异 (I-J)	标准误差	95%置信区间	
				下限	上限
1:3	1:5	-1.7011*	0.02540	0.000	-1.7545
	1:7	-2.8244*	0.02540	0.000	-2.8778
1:5	1:3	1.7011*	0.02540	0.000	1.6477
	1:7	-1.1233*	0.02540	0.000	-1.1767
1:7	1:3	2.8244*	0.02540	0.000	2.7711
	1:5	1.1233*	0.02540	0.000	1.0700

注: 因变量: 提取率; \* 显著性差异水平为0.05; 基于观测值。

由表8可以看出, 料液比的三个水平关于提取率进行多重比较结果为: 1:3、1:5、1:7之间均存在显著性差异, 结合表3的结果可以看出1:3( $T=3.41$ )、1:5( $T=8.5$ )、1:7( $T=11.7$ )中, 1:7的提取率最高, 故因素料液比的最佳水平为1:7。

表9 提取时间三水平间的多重比较结果

Table 9 Multiple comparisons of three levels of extraction time

(I)提取时间 h	(J)提取时间 h	均数差异 (I-J)	标准误差	95%置信区间	
				下限	上限
6	12	-2.3567*	0.02540	0.000	-2.4100
	18	-2.0356*	0.02540	0.000	-2.0889
12	6	2.3567*	0.02540	0.000	2.3033
	18	0.3211*	0.02540	0.000	0.2677
18	6	2.0356*	0.02540	0.000	1.9822
	12	-0.3211*	0.02540	0.000	-0.3745

注: 因变量: 提取率; \* 显著性差异水平为0.05; 基于观测值。

由表9可以看出, 因素提取时间的三个水平关于提取率进行多重比较结果为: 6、12、18h之间存在显著性差异, 结合表3的结果可以看出6h( $T=3.41$ ) 12h( $T=10.5$ )、18h( $T=9.7$ ), 12h的提取率最高, 故因素提取时间的三个水平中最佳水平提取时间为12h。

由以上分析可知, 提取杏花花粉中苦杏仁苷的最佳工艺是 $A_3B_3C_3D_2$ , 即用无水乙醇以料液比1:7的比例加入杏花花粉中, 超声提取20min, 振荡提取12h。

## 2.2.3 多元线性回归分析结果

本试验使用统计软件SPSS11.0, 选取回归方法为“Backward”, 该方法符合逐步回归的思想: 先让所有的变量进入回归方程, 然后再逐一从回归方程中剔除, 如此直至不能按检验水准剔除为止<sup>[7]</sup>。结果见表

表 13 回归方程回归系数分析表  
Table 13 Coefficients of regression equation

模型		非标准化系数		标准化系数	T 统计量	显著水平值
		偏回归系数	偏回归系数标准差			
1	常量	3.725	2.424		1.537	0.199
	浓度	-5.000E-04	0.016	-0.008	-0.030	0.977
	超声时间	1.500E-03	0.058	0.007	0.026	0.981
	料液比	-14.304	5.956	-0.665	-2.402	0.074
	提取时间	0.175	0.096	0.502	1.812	0.144
2	常量	3.755	1.905		1.971	0.106
	浓度	-5.000E-04	0.015	-0.008	-0.034	0.974
	料液比	-14.304	5.328	-0.665	-2.685	0.044
	提取时间	0.175	0.086	0.502	2.026	0.099
3	常量	3.721	1.491		2.497	0.047
	料液比	-14.304	4.864	-0.665	-2.941	0.026
	提取时间	0.175	0.079	0.502	2.219	0.068

注：因变量：提取率。

表 14 剔除的变量  
Table 14 Excluded variables

模型	标准化偏回归系数	t	Sig.	偏回归系数	共线统计的容许值
2 超声时间	0.007 <sup>a</sup>	0.026	0.981	0.013	1.000
3 超声时间	0.007 <sup>b</sup>	0.029	0.978	0.013	1.000
浓度	-0.008 <sup>b</sup>	-0.034	0.974	-0.015	1.000

注：a. 自变量：提取时间、料液比、浓度；b. 自变量：提取时间、料液比；c. 因变量：提取率。

表 11 模型统计  
Table 11 Model summary

模型	R	R <sup>2</sup>	调整后的 R <sup>2</sup>	预测值的标准差
1	0.833 <sup>a</sup>	0.694	0.387	1.41700
2	0.833 <sup>b</sup>	0.694	0.510	1.26751
3	0.833 <sup>c</sup>	0.693	0.591	1.15721

注：a. 自变量：提取时间、料液比、超声时间、浓度；b. 自变量：提取时间、料液比、浓度；c. 自变量：提取时间、料液比。

表 12 方差分析<sup>d</sup>  
Table 12 Analysis of variance<sup>d</sup>

模型	平方和	自由度	均值平方	F	统计量大于 F 的概率(Sig)	
1	回归	18.178	4	4.544	2.263	0.224 <sup>a</sup>
	残差	8.032	4	2.008		
	全部	26.209	8			
2	回归	18.176	3	6.059	3.771	0.094 <sup>b</sup>
	残差	8.033	5	1.607		
	全部	26.209	8			
3	回归	18.174	2	9.087	6.786	0.029 <sup>c</sup>
	残差	8.035	6	1.339		
	全部	26.209	8			

注：a. 自变量：提取时间、料液比、超声时间、浓度；b. 自变量：提取时间、料液比、浓度；c. 自变量：提取时间、料液比；d. 因变量：提取率。

10~14。

表 10 反映的是变量引入和剔除的情况，提取时间和料液比留在回归方程中。表 11 显示的是个模型的拟合

程度，表 12 反映的是各模型的方差分析结果，其中模型 3 经方差分析，F=6.786，Sig=0.029，认为提取率(y)与料液比(x<sub>1</sub>)和提取时间(x<sub>2</sub>)之间有直线关系。表 13 为回归方程回归系数分析表，可以看出料液比的偏相关系数是-14.304，提取时间的偏相关系数是 0.175，常量为 3.721，由此可建立方程 $y=-14.304x_1+0.175x_2+3.721$  (p<0.05)。式中，x<sub>1</sub>为料液比；x<sub>2</sub>为提取时间。表 14 显示剔除变量的有关统计量，经重检验，Sig 大于 0.100，故不能引入方程。

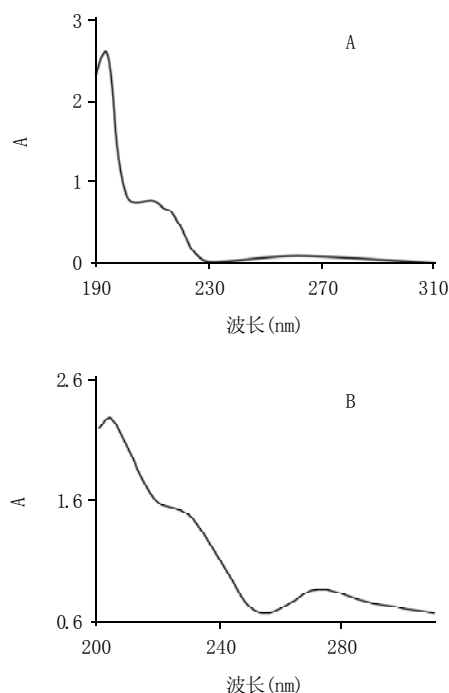
综上可知，在乙醇浓度、超声时间、料液比、提取时间四个因素中料液比和提取时间与提取率呈线性关系，回归方程为 $y=-14.304x_1+0.175x_2+3.721$  (p<0.05)。式中，x<sub>1</sub>为料液比；x<sub>2</sub>为提取时间。

2.3 工艺验证

采用正交试验选出的最佳提取工艺：用无水乙醇以料液比 1:7 的比例加入杏花花粉中，超声提取 20min，振荡提取 12h，提取杏花花粉中苦杏仁苷。提取率为 6.1%，高于各试验组提取率，说明正交试验选取的最佳提取工艺条件在实际应用中确实有效。

2.4 结晶物的定性

由图 3 可以看出，图 3A 标品的最大吸收峰为 195、215、265nm，图 3B 结晶物的最大吸收峰为 205、215、268nm，结晶物与标品的紫外吸收光谱图趋势大体是一样的。从趋势上来看可以做出判断，结晶物与标品是



A. 苦杏仁苷标品紫外吸收光谱<sup>[8]</sup>; B. 结晶物紫外吸收光谱。

图3 紫外吸收光谱  
Fig.3 UV absorption spectrum of amygdalin

同一种物质, 即苦杏仁苷。

### 3 结论

3.1 正交试验结果分析表明: 影响苦杏仁苷提取率的主次顺序是料液比>提取时间>超声时间>提取液浓度。提取杏花花粉中苦杏仁苷的最佳工艺是用无水乙醇

以料液比 1:7 的比例加入杏花花粉中, 超声提取 20min, 振荡提取 12h。

3.2 通过回归分析可知, 在乙醇浓度、超声时间、料液比、提取时间四个因素中料液比和提取时间与提取率呈线性关系, 料液比和提取时间与提取率的直线回归方程为 $y=-14.304x_1+0.175x_2+3.721$  ( $p<0.05$ )。

3.4 经紫外分光光度法对乙醇结晶物进行定性, 结果表明结晶物就是苦杏仁苷。

3.5 由最佳工艺进行提取最终的提取率为 6.1%, 该含量大约是苦杏仁的两倍。

### 参考文献:

- [1] 吕效吾, 吕裕民. 杏花花粉与花蜜是否对蜜蜂有害[J]. 中国蜂业, 2006, 57(1): 44.
- [2] 李强, 陈锦屏, 等. 苦杏仁苷的水提取工艺及其含量的测定[J]. 食品科学, 2006, 27(9): 140-143.
- [3] 邢国秀, 李楠, 杨美燕, 等. 天然苦杏仁苷研究进展[J]. 中成药, 2003, 25(12): 1007-1009.
- [4] CHO A Y, CHUNG J, RHIM J H, et al. Detection of abnormally high amygdalin content in food by an enzyme immunoassay[J]. Molecules and Cells, 2006, 21(2): 313-318.
- [5] 穆静. 苦杏仁苷的研究进展[J]. 中药材, 2002, 25(5): 366-369.
- [6] KOO J Y, HWANG E Y, CHO S, et al. Quantitative determination of amygdalin epimers from armeniacaee semen by liquid chromatography[J]. Journal of Chromatography B, 2005, 814: 69-73.
- [7] 于洪源, 吉丽娜, 吴琰. 均匀设计在不同添加剂的冷再生混合料配比设计中的应用[J]. 河北工业大学学报, 2005, 34(5): 96-99.
- [8] KANG S H, JUNG H, KIM N, et al. Micellar electrokinetic chromatography for the analysis of D-amygdalin and its epimer in apricot kernel[J]. Journal of Chromatography A, 2000, 866: 253-259.

### 信息

## 美国科学家已经绘制出三维蛋白质组形状图

美国加州伯克利大学的科研小组宣布, 已绘制出三维蛋白质组形状图, 有关研究成果已发表在美国国家科学院院刊上。生物学界认为, 这是在蛋白质组图绘制工作中迈出的重要一步。伯克利科研小组绘制的三维蛋白质组形状图, 可显示构成生命的成千上万个蛋白质形状的相同与不同之处。它让科学家对蛋白质的形状与构成结构有了直观地了解, 其中包括蛋白质各种不同形式的卷曲、转向以及它们的演变等情况。生物学界认为, 蛋白质组研究比人类基因组研究更为复杂, 三维蛋白质组形状图的成功绘制无疑将有助于科学家研究和预测未知蛋白质的形状甚至结构。

伯克利科研小组的此项研究是由美国国家医学研究院的“蛋白质结构计划”资助的。该计划负责人诺维尔博士说, 三维蛋白质组形状图绘制过程中所借用的研究成果, 特别是有关蛋白质的结构与形状等, 均源于整个“蛋白质结构计划”的成果。“蛋白质结构计划”于 2000 年开始启动, 目标是利用 10 年时间识别出 1 万个独特蛋白质结构, 建成相应的蛋白质数据库, 并对有关蛋白质的医疗价值进行开发。