

香蕉皮黑色素提取工艺研究

闵莉静, 李敬芬

(湖州师范学院 生命科学院, 浙江 湖州 313000)

摘要:以香蕉皮为原料,以一定浓度的香蕉皮黑色素溶液在 410 nm 处的吸光度值为指标,通过正交实验,对碱-酸法、超声波辅助提取法、酶-超声双辅助提取法 3 种不同提取方法的效果进行了比较,以期优化香蕉皮黑色素的提取工艺,为香蕉皮黑色素提取工业化生产提供理论指导。结果表明:碱-酸法最佳条件为盐酸浸泡时间为 0 h,提取时间为 20 min,加碱后溶液 pH=14,提取温度为 70℃,吸光度值为 0.295 A;超声波辅助提取法最佳条件为超声时间为 10 min,超声功率为 100 W,加碱后溶液 pH=14,盐酸浸泡时间为 0 h,提取温度为 70℃,吸光度值为 0.573 A;酶-超声双辅助提取法最佳条件为纤维素酶与果胶酶协同作用,酶的作用时间为 1.5 h,酶作用环境为 pH=4,加碱后溶液 pH=14,超声功率为 100 W,超声时间为 10 min,盐酸浸泡时间为 0 h,提取温度为 70℃,吸光度值为 0.923 A。可见,酶-超声双辅助提取法是香蕉皮黑色素实现工业化生产较为理想的生产工艺。

关键词:香蕉皮;黑色素;碱-酸法;超声辅助;酶-超声双辅助

中图分类号:TS 255.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)15-0145-03

香蕉为世界四大名果之一,在我国华南地区有较大产量。香蕉的营养价值很高,但作为呼吸跃变型果实,其难以长期保藏运输,为此,很多香蕉的产地对香蕉进行了深加工,生产出各种以香蕉为原料的副食品。与此同时产生了大量的香蕉皮(香蕉皮占果实重量的 30%左右),这些香蕉皮量大且易腐烂,造成环境污染。因此,如何合理科学的处理香蕉皮渣,将其“变废为宝”是急需解决的问题,目前已有从香蕉皮中提取果胶和制作饲料的相关报道^[1-2]。香蕉皮腐烂会产生大量黑色素,赵肃清等^[1]曾对香蕉皮黑色素抗氧化作用作过研究报道。

目前,关于香蕉皮黑色素的提取方法的报道主要有溶剂法和超声辅助提取法,而关于酶-超声双辅助提取香蕉皮黑色素尚鲜见报道。由于香蕉皮中存在果胶和纤维素,研究认为在提取过程中添加酶将会提高提取效率。为此,在该试验中,以香蕉皮为原料,以提取液在 410 nm 处吸光度值为指标,利用正交实验探讨了碱-酸法、超声辅助提取法、酶-超声双辅助提取法 3 种不同提取方法对香蕉皮黑色素提取率的影响,以期优化香蕉皮黑色素的提取工艺,旨在为从香蕉皮中提取香蕉皮黑色素的工业化生产提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试香蕉皮购自水果超市,去除果肉,放置 48 h。

盐酸(AR)、氢氧化钠(AR)均购自杭州化学试剂有限公司;果胶酶、纤维素酶,购自江苏锐阳生物科技有限公司。

仪器:UV3100 紫外-分光光度计(上海谱达仪器有限公司);DK-S24 电热恒温水浴锅(上海森信实验仪器有限公司);BS124S 电子天平(Sartorius 公司);TDL50-2B 离心机(上海志威电器有限公司);KQ-100B 超声波清洗仪(国华电器有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 香蕉皮黑色素的提取 碱-酸法:香蕉皮→刮去内层皮→盐酸浸泡→离心取沉淀→加入 2 mol/L 氢氧化钠溶液浸提,调 pH 值→离心取上清液→加入 2 mol/L 盐酸,沉淀,调 pH 值→离心取沉淀→加入 0.1 mol/L 氢氧化钠溶液 50 mL 溶解→吸取 1 mL 稀释 9 倍,410 nm 测溶液的吸光度值。超声辅助提取法:香蕉皮→刮去内层皮→盐酸浸泡→离心取沉淀→加入 2 mol/L 氢氧化钠溶液浸提,调 pH 值,超声处理→离心取上清液→加入 2 mol/L 盐酸,沉淀,调 pH 值→离心取沉淀→加入 0.1 mol/L 氢氧化钠溶液 50 mL 溶解→吸取 1 mL 稀释 9 倍,410 nm 测溶液的吸光度值。酶-超声双辅助提取法:香蕉皮→刮去内层皮→盐酸浸泡→酶处理(果胶酶、纤维素酶)→离心取沉淀→加入 2 mol/L 氢氧化钠溶液

第一作者简介:闵莉静(1981-),女,硕士,实验师,研究方向为天然产物的提纯与结构修饰。

收稿日期:2013-03-06

浸提,调 pH 值,超声处理→离心取上清液→加入 2 mol/L 盐酸,沉淀,调 pH 值→离心取沉淀→加入 0.1 mol/L 氢氧化钠溶液 50 mL 溶解→吸取 1 mL 稀释 9 倍,410 nm 测溶液的吸光度值。

1.2.2 正交实验 碱-酸法正交实验:在单因素试验基础上以盐酸浸泡时间、提取时间、加碱后溶液 pH 值、提取温度为 4 个影响因素,以提取物溶液的吸光度值为提取工艺优化指标,选用 $L_{16}(4^5)$ 正交实验表进行试验方案设计(表 1),确定最佳工艺,并进行验证试验。超声辅助法正交实验:在单因素试验基础上以超声时间、超声功率、加碱后溶液 pH 值为 3 个影响因素,以提取物溶液的吸光度值为提取工艺优化指标,选用 $L_{16}(4^5)$ 正交实验表进行正交实验(表 2),确定最佳工艺,并进行验证试验。酶-超声双辅助提取法正交实验:在单因素试验基础上以酶的种类、酶的最适作用时间、酶的最适 pH 值为影响因素,以提取物溶液的吸光度值为提取工艺优化指标,选用 $L_9(3^4)$ 正交实验表进行正交实验(表 3),确定最佳工艺,并进行验证试验。

表 1 碱-酸法提取香蕉皮黑色素
正交实验因素与水平

水平	盐酸浸泡时间 (A)/h	提取时间 (B)/min	加碱后溶液 pH 值(C)	提取温度 (D)/℃
1	0	5	8	60
2	5	10	10	70
3	10	15	12	80
4	15	20	14	90

表 2 超声辅助提取法提取香蕉皮黑色素
正交实验因素与水平

水平	超声时间 (A)/min	超声功率 (B)/W	加碱后溶液 pH 值(C)
1	5	40	8
2	10	60	10
3	15	80	12
4	20	100	14

表 3 酶-超声双辅助提取法提取香蕉皮黑色素
正交实验极差分析

水平	酶的种类 (A)/min	酶的作用时间 (B)/h	酶的作用 pH 值(C)
1	纤维素酶(0.0025 g)	1.0	4
2	果胶酶(1 g)	1.5	5
3	纤维素酶(0.0025 g)+果胶酶(1 g)	2.0	6

2 结果与分析

2.1 碱-酸法正交实验结果

从表 4 可以看出,加碱后溶液的 pH 值对香蕉皮黑色素的提取效果影响最大,其次是盐酸的浸泡时间,再次是提取时间,影响最小的是提取温度。综合影响程度、节约能源以及产物的纯度 3 方面考虑得出碱-酸法提取香蕉皮黑色素的最佳条件为: $A_1B_1C_4D_2$,即盐酸浸泡时间为 0 h,提取时间为 20 min,加碱后溶液 pH 值为 14,

提取温度为 70℃。在该条件下进行香蕉皮黑色素验证试验,410 nm 测定吸光度值为 0.295 A。

表 4 碱-酸法提取香蕉皮黑色素
正交实验极差分析

试验号	因素				吸光度值 A
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	0.032
2	1	2	2	2	0.184
3	1	3	3	3	0.188
4	1	4	4	4	0.310
5	2	1	2	3	0.096
6	2	2	1	4	0.024
7	2	3	4	1	0.160
8	2	4	3	2	0.232
9	3	1	3	4	0.059
10	3	2	4	3	0.272
11	3	3	1	2	0.008
12	3	4	2	1	0.129
13	4	1	4	2	0.213
14	4	2	3	1	0.099
15	4	3	2	4	0.057
16	4	4	1	3	0.021
K_1	0.178	0.100	0.021	0.105	
K_2	0.128	0.145	0.117	0.159	
K_3	0.117	0.103	0.145	0.144	
K_4	0.098	0.173	0.239	0.113	
R	0.080	0.073	0.218	0.054	

香蕉皮黑色素是一种不溶于水的有机酸,碱-酸法是利用黑色素在碱的作用下产生可溶性的盐,溶出后,再加入一定的酸,使黑色素再次沉淀产出,从而从香蕉皮中提取出所需要的黑色素,所以整个提取过程中,溶液的 pH 值对于提取率起着决定性作用。

2.2 超声辅助法正交实验结果

从表 5 可以看出,在超声辅助提取法提取香蕉皮黑色素正交实验中,对提取率的影响因素依次排序为加碱后溶液的 pH 值>超声波的功率>超声时间。按极差分析法得出,超声辅助提取法提取香蕉皮黑色素的最佳提取条件为: $A_2B_1C_4$,即超声时间为 10 min,超声功率为 100 W,加碱后溶液 pH 值为 14,其它条件同上,即盐酸浸泡时间为 0 h,提取温度为 70℃。在此条件下进行提取香蕉皮黑色素验证试验,410 nm 测定吸光度值为 0.573 A。

超声辅助提取是在碱-酸法的基础上,在用碱液溶出黑色素的过程中,利用超声波对细胞空化作用破碎细胞,使得黑色素能够更快速、更彻底地溶出,从而提高了提取的效率和产率。

2.3 酶-超声双辅助提取法正交实验结果

从表 6 可以看出,在酶-超声双辅助提取法提取香蕉皮黑色素正交实验中,对提取率的影响因素依次排序为酶的种类>酶作用时间>酶作用环境 pH 值。按极差分析法得出,酶-超声双辅助提取法提取香蕉皮黑色素的最佳提取条件为: $A_3B_2C_1$,即酶的种类为纤维素酶与果胶

表5 超声波辅助提取法提取香蕉皮黑色素
正交实验极差分析

试验号	A	因素 B	C	吸光度值 A
1	1	1	1	0.006
2	1	2	2	0.134
3	1	3	3	0.071
4	1	4	4	0.369
5	2	1	2	0.055
6	2	2	1	0.164
7	2	3	4	0.182
8	2	4	3	0.553
9	3	1	3	0.150
10	3	2	4	0.353
11	3	3	1	0.013
12	3	4	2	0.161
13	4	1	4	0.273
14	4	2	3	0.103
15	4	3	2	0.375
16	4	4	1	0.006
K ₁	0.145	0.121	0.047	
K ₂	0.239	0.189	0.181	
K ₃	0.169	0.160	0.219	
K ₄	0.189	0.272	0.294	
R	0.094	0.151	0.247	

酶协同作用,酶的作用时间为 1.5 h,酶作用环境为 pH=4,其它条件同上,即加碱后溶液 pH 值为 14,超声功率为 100 W,超声时间为 10 min,盐酸浸泡时间为 0 h,提取温度为 70℃。在此条件下提取香蕉皮黑色素,410 nm 测定吸光度值为 0.923A。

由于香蕉皮中含有大量的果胶和纤维素,在酶-超声双辅助提取法中,利用 2 种酶水解细胞壁和细胞膜,并同时利用超声波空化作用破细胞壁,双重作用大大提

表6 酶-超声双辅助提取法提取香蕉皮黑色素
正交实验因素与水平

试验号	A	因素 B	C	吸光度值 A
1	1	1	1	0.050
2	1	2	2	0.019
3	1	3	3	0.057
4	2	1	2	0.128
5	2	2	3	0.192
6	2	3	1	0.031
7	3	1	3	0.604
8	3	2	1	0.923
9	3	3	2	0.088
K ₁	0.042	0.261	0.335	
K ₂	0.117	0.378	0.078	
K ₃	0.538	0.059	0.284	
R	0.496	0.319	0.257	

高了提取效率和产率。

3 结论与讨论

该试验结果表明,依次采用碱-酸法、超声辅助提取法、酶-超声双辅助提取法提取香蕉皮黑色素,其提取产率依次增加(提取物溶液吸光度值增加),同时,酶-超声双辅助提取法中,酶的用量较低,而且对生产设备和生产条件要求也不高,是适合香蕉皮黑色素工业化生产的较为理想的提取方法。

参考文献

- [1] 赵肃清,孙远明,蔡燕飞,等. 香蕉皮黑色素的鉴定及其抗氧化作用研究[J]. 中草药,2002,33(6):496-498.
- [2] 戴有理. 变废为宝一种肉鸡新饲料[J]. 中国禽业导报,1996(5):19.
- [3] 郑琪,张文清. 从香蕉皮中提取果胶的研究[J]. 广西轻工业,1998(4):21-25.

Study on Technology of Melanin Extraction from Banana Skin

MIN Li-jing, LI Jing-fen

(School of Life Science, Huzhou Teachers College, Huzhou, Zhejiang 313000)

Abstract: Taking banana skin as raw material, with the absorbance at 410 nm as the index, the base-acid method, ultrasonic assisted extraction and enzyme-ultrasonic double auxiliary extraction was discussed, which was more fit for melanin, by the orthogonal test, in order to optimize the extraction technology of melanin from banana skin, and provide theoretical guidance for industrialization production. The results showed that base-acid method optimum conditions were hydrochloric acid soaking time 0 h, extracting time 20 min, alkaline solution pH=14, extraction temperature 70℃, absorbance value 0.295 A; ultrasonic assisted extraction optimum conditions were ultrasonic time 10 min, ultrasonic power 100 W, alkaline solution pH=14, hydrochloric acid soaking time 0 h, extracting time 20 min, extraction temperature 70℃, absorbance value 0.573 A; enzyme-ultrasonic double auxiliary extraction optimum conditions were cellulase and pectinase synergy, enzyme action time 1.5 h, enzyme action environment pH=4, alkaline solution pH=14, ultrasonic power 100 W, ultrasonic time 10 min, hydrochloric acid soaking time 0 h, extracting time 20 min, extraction temperature 70℃, absorbance value 0.923 A. In conclusion, enzyme-ultrasonic double auxiliary extraction was ideal industrialize production process for melanin extracted form banana skin.

Key words: banana skin; melanin; base-acid method; ultrasonic assisted; enzyme-ultrasonic double auxiliary