

要浅。活性炭对酶液纯化的原因可能是活性炭吸附一部分色素的同时,也可不同程度地吸附对酶有阻碍作用的金属离子<sup>[5]</sup>,同时活性炭可脱去一部分杂蛋白,这样大大提高了酶的比活。

### 3 结 论

在活性炭处理 $\beta$ -甘露聚糖酶液的过程中,温度、时间和炭量均对其吸附性能有显著的影响。在温度50℃、炭量3%、处理2h的条件下,可使酶液脱色,同时提纯3.77倍,收率达到86.19%。因此利用活性炭处理酶液,既有脱色作用,又可达到纯化酶的目的。

### 参考文献:

- [1] Kaobayashi Y, Echizen R, Mada M et al. Intestinal flora and dietary factors. In: Mitsuoka T, ed. Proceedings of the 4th Kiken Symposium on intestinal flora [M]. Tokyo: Japan Scientific Societies Press. 1984. 69-90.
- [2] 马延和, 周培瑾. 浅谈寡糖的开发和应用 [J]. 食品与发酵工业. 1992, 1: 80-82.
- [3] 焦莉莉, 周建中, 黄顺德. 柠檬酸发酵液的活性炭吸附处理法 [J]. 华东理工大学学报. 1995, 18(1): 1-5.
- [4] 余红英, 杨幼慧, 杨跃生等. 枯草芽孢杆菌 $\beta$ -甘露聚糖酶培养基发酵及其特性研究 [J]. 微生物学通报. 2002, 5: 25-29.
- [5] 常瑜, 邢金龙, 白英彬等. 活性炭脱色性能的研究 [J]. 太原工业大学学报. 1995, 26(2): 95-98.

## 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取樟树籽油脂的实验研究

邓丹雯, 张 彬, 周 武

(南昌大学中德食品工程中心, 南昌 330047)

**摘 要:** 对超临界 CO<sub>2</sub> 萃取樟树籽油的工艺进行了研究, 探讨了萃取压力, 萃取温度和 CO<sub>2</sub> 流量对樟树籽油萃取的影响, 在萃取压力 20MPa、萃取温度 40℃、CO<sub>2</sub> 流量 35kg/h 条件下, 萃取 2h, 樟树籽油的萃取率可达 94.3%。

**关键词:** 超临界流体萃取; 樟树籽; 油

**Abstract:** In this paper the technology of the CO<sub>2</sub> supercritical fluid extraction of the oil from camphor tree seed were studied in the lab. The effects of the pressure, temperature and flowing rate of supercritical carbon dioxide on the process of the extraction were investigated. The results showed that the optimal conditions of the extraction were 40℃, 20MPa, 120min and the flow rate 35kg/h. The yield of oil extracted from camphor tree seed was over 94.3%.

**Key words:** supercritical fluid extraction; camphor tree seed; oil

中图分类号: TS225.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2003)09-0108-03

樟树(*Cinnamomum campbom* (Linn) Presl), 常绿乔木<sup>[1]</sup>, 果期8~11月。在我国有1000多年的种植历史, 是樟属植物中经济价值最大的树种之一, 是天然樟脑、芳香油、油脂的重要资源, 其木材、根、叶、果实皆含精油。以往主要是对根、茎、叶进行利用和加工。近年来对樟树籽的利用研究增多, 发现其核仁中含有较高的油脂<sup>[2]</sup>, 油脂含量在40%左右, 且油脂中以癸酸、月桂酸等中碳链的脂肪酸为主, 具有较大的开发利用价值<sup>[3]</sup>。

我国樟树籽年产量约15,000吨, 可生产5,000吨左右的樟树籽油。传统上一般通过压榨取油, 也有

用溶剂浸提法和水蒸气蒸馏法<sup>[4]</sup>, 还未见用超临界 CO<sub>2</sub> 萃取的研究报导。本文就樟树籽油的超临界 CO<sub>2</sub> 萃取工艺进行了一些实验探讨, 以期能为樟树籽油萃取的进一步开发研究提供参考。

### 1 材料与方 法

#### 1.1 材 料

樟树籽 自己采摘的成熟的樟树籽。将收得的樟树籽热风干燥后用密封袋贮藏备用, 实验前进行粉碎。经测定油脂含量37.1%。

液态二氧化碳 市购, CO<sub>2</sub> 含量大于99%。

收稿日期: 2003-06-13

作者简介: 邓丹雯(1957-), 女, 研究员, 从事食品工程研究。

## 1.2 仪器设备

电子天平 METTLER TOLEDO PB602-N; 电热恒温鼓风干燥箱 101-3 型; 超临界萃取装置 HA121-50-01; 粉碎机。

## 1.3 实验方法

### 1.3.1 工艺流程

樟树籽称量(每次实验用量 100g)—超临界 CO<sub>2</sub> 萃取—樟树籽油

超临界 CO<sub>2</sub> 萃取流程示意图见图 1。

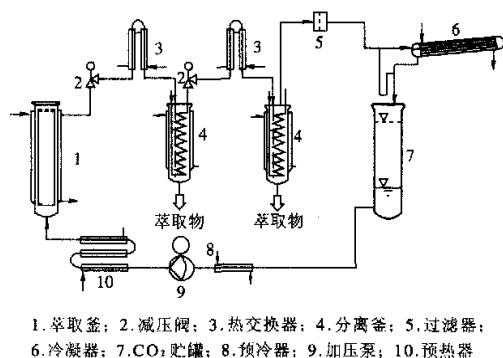


图1 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取流程示意图

### 1.3.2 实验方法简介

经粉碎过筛的樟树籽 100g 装入萃取釜中, 开冷冻机和加热器, 达到设定温度后, 开启 CO<sub>2</sub> 气瓶, 启动高压泵, 在设定的压力、温度下进行实验。

本实验对樟树籽油萃取过程中的主要参数压力 (P)、温度 (T) 及 CO<sub>2</sub> 流量 (Q) 进行探讨。实验方案如下表。

## 2 结果与分析

### 2.1 萃取压力对樟树籽油萃取的影响

压力是超临界流体萃取中的一个重要参数, 增加压力不但会增加二氧化碳的密度, 还会减少传质距离, 增加溶质之间的传质效率, 利于樟树籽油萃取。图 2 反映了压力对萃取的影响, 可以看出, 在同一温度、流量下, 在一定的压力范围内 (10~20MPa), 随着萃取压力的增加, 樟树籽油脂的得率显著增加, 但继续提高萃取压力 (20~30MPa), 萃取得率变化不大, 原因在于高压下二氧化碳密度较大, 可压缩性小, 增加压力很难大幅度提高溶质的溶解度, 而且萃取率增加值与设备和动力消耗不成比例, 压力越高萃取设备的费用和动力消耗会大大增加, 萃取压力增

表 1 实验安排表

实验序号	实验参数		
1	T=60℃, Q=35kg/h	P=10MPa	
2	T=60℃, Q=35kg/h	P=20MPa	
3	T=60℃, Q=35kg/h	P=30MPa	
4	P=20 MPa MPa, Q=35kg/h	T=40℃	
5	P=20 MPa MPa, Q=35kg/h	T=60℃	
6	P=20 MPa MPa, Q=35kg/h	T=70℃	
7	P=20 MPa MPa, T=60℃	Q=25kg/h	
8	P=20 MPa MPa, T=60℃	Q=35kg/h	
9	P=20 MPa MPa, T=60℃	Q=50kg/h	

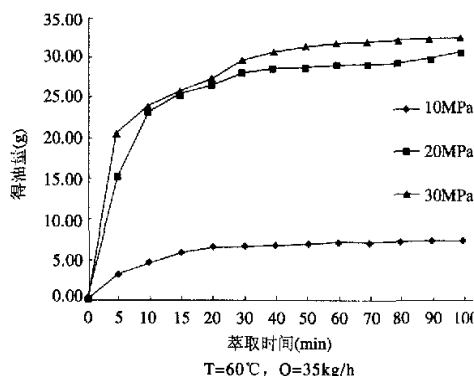


图2 等温等流量萃取压力与萃取物得量的关系

加, 会使极性物质溶出, 产物中杂质增加。为此从实际应用来看选择适中的萃取压力 20MPa, 即可保证目标产物有较高的萃取率, 又可降低生产成本。

### 2.2 萃取温度对樟树籽油萃取的影响

在不同压力范围内, 温度对樟树籽油在超临界 CO<sub>2</sub> 萃取中的溶解度的影响有所不同, 压力大时, 超临界 CO<sub>2</sub> 的密度大, 可压缩性小; 升温时超临界 CO<sub>2</sub> 密度降低较少, 但大大提高了待分离组分的蒸汽压和扩散系数, 从而使溶解能力提高; 相反, 在超临界 CO<sub>2</sub> 临界点附近, 即压力较低时, 超临界 CO<sub>2</sub> 的可压缩性大, 升温时超临界 CO<sub>2</sub> 密度急剧下降, 此时, 虽可提高分离组分的挥发度和扩散系数, 但难以补偿 CO<sub>2</sub> 密度降低所造成的溶解能力下降, 在一定压力、流量下, 萃取温度通过影响有机物分子和 CO<sub>2</sub> 分子的结合与解离的难易而影响到萃取率<sup>[5]</sup>。萃取温度还影响到萃取过程的总体热效应, 一方面萃取温度越高 CO<sub>2</sub> 流体的密度越小, 其对有机物的溶解能力越差, 携带物质的能力降低, 另一方面萃取温度越高则流体传质速度越快, 前者不利于萃取, 后者有利于萃取。实验选择萃取压力 20MPa 下, 研究萃取温度对

樟树籽油萃取的影响,结果见图3。从图可以看出,萃取温度升高,不利因素大于有利因素,萃取物得率下降,40~60℃为萃取樟树籽油的最适温度。

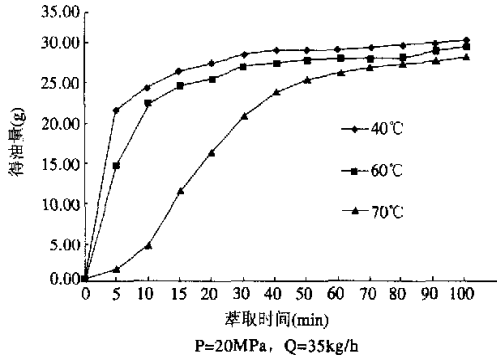


图3 等压等流量萃取温度与萃取物得量的关系

### 2.3 CO<sub>2</sub>流量对萃取樟树籽油的影响

在同一压力、温度下,不同二氧化碳流量对樟树籽油的萃取得率也不同,二氧化碳流量的增加使SCF—CO<sub>2</sub>通过物料的流速增加,从而增加萃取过程的传质效率,使SCF—CO<sub>2</sub>较快达到平衡溶解能力,有利于油脂的溶出;但是CO<sub>2</sub>流量的增加,会缩短SCF—CO<sub>2</sub>在萃取釜中的停留时间,不利于萃取,实验结果是:CO<sub>2</sub>流量增加萃取速率增加,但萃取物得率随流量增加变化不大,且流量越大,CO<sub>2</sub>耗量增大、萃取设备的费用和动力消耗会大大增加,考虑到流量大,能耗大这个因素,从而选择25~35kg/h的流量较适宜。

### 2.4 提取时间对萃取的影响

提取时间与原料的含油率、提取压力和温度、溶剂的流量有关,从上述实验看出,在一定条件下,随着提取时间的增长,被提取物的含油率逐渐

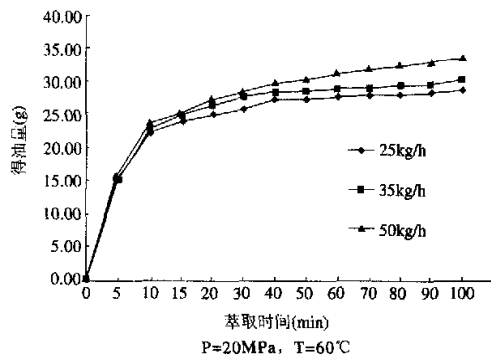


图4 等压等温CO<sub>2</sub>流量与萃取物得量的关系

降低,单位时间出油量减少,曲线趋于平缓,到一定值后,再延长提取时间虽仍可以提高油脂得率,但经济上是否合算,要结合产品成本及油脂的经济价值综合考虑。因此我们认为樟树籽油萃取时间100~120min较适宜。

### 2.5 樟树籽油脂的质量指标

本实验所得油脂具有樟树籽油特有的香气、无异味,外观为棕黄色,澄清透亮,经检测分析,脂肪酸组成及理化指标见下表。

表2 樟树籽油的脂肪酸组成(%)

脂肪名称	癸酸	十二碳酸	十四碳酸	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻酸
碳链:双链数	10:0	12:0	13:0	16:0	18:0	10:1	18:2	18:3
含量(%)	59.07	37.22	0.65	0.12	0.03	2.29	0.34	0.10

表3 樟树籽油理化指标

项目	指标
比重(25℃)	0.914
碘值	1~3.0
酸值(mgKOH/g)	0.1~0.4
皂化值(mg KOH/g)	280~285
熔点(℃)	2.5~3.5
脂肪酸冻点(℃)	18~23

## 3 结论

超临界CO<sub>2</sub>萃取樟树籽油的方法可行,在本实验条件范围内,综合考虑,最佳工艺为:萃取温度40℃,萃取压力20MPa、CO<sub>2</sub>流量35kg/h。

采用超临界CO<sub>2</sub>萃取樟树籽油,出油率35%,油脂萃取率达94.3%。所获得的樟树籽油外观为棕黄色,较传统方法提取所得樟树籽油香气更好、无异味、提取时间大为缩短。

超临界CO<sub>2</sub>萃取温度低,整个提取分离过程在避光密闭条件下进行,避免了常规提取过程中发生的油脂氧化、溶剂残留等问题,最大程度地保持了樟树籽油组分的品质和特性,因此,超临界CO<sub>2</sub>萃取樟树籽油具有较好的应用前景。

### 参考文献:

- [1] 江苏新医学院编.中药大辞典[M].上海科学技术出版社,1986.
- [2] J American oil chem. Soc,1972.80.
- [3] 中国科学院集体编写.中国油脂植物[M].科学出版社,1987.130-131.
- [4] 张斌等.樟树籽提取樟油的实验[J].浙江林学院学报,2001,18(1):57-59.