

# 超声波辅助提取苹果籽油的研究\*

罗仓学 王 旭 韩五刚

(陕西科技大学生命科学与工程学院, 咸阳, 712081)

**摘 要** 应用超声波法提取苹果籽油, 采用单因素和正交设计法研究了超声功率、超声温度、超声时间、物料粒度和溶剂用量对苹果籽油提取率的影响, 研究表明, 在超声强度为 175W, 超声温度为 60℃, 超声时间为 30 min, 溶剂用量(液固比)为 8 mL/g, 物料粒度为 60 目的条件下, 苹果籽油平均得率为 26.5%。

**关键词** 苹果籽油, 提取方法, 超声波

超声波辅助提取技术是一种新的提取分离技术, 随着研究领域的拓展而进入了油脂工业。从油脂的提取到深加工, 都应用超声波改善品质、节约原料、提高效率等。超声波在松籽油<sup>[1]</sup>、八角油<sup>[2]</sup>、扁桃油<sup>[3]</sup>、玉米胚芽油<sup>[4]</sup>及葵花籽油<sup>[5]</sup>等提取方面有研究报道。超声波辅助提取法与传统溶剂浸提法、机械压榨法相比, 具有收率高, 生产周期短, 不用加热, 有效成分不被破坏等优点, 应用前景十分广阔。

苹果是我国主要的果品之一, 中国占世界苹果产量的 35.8%, 居于世界第一。苹果除鲜食外, 主要用于浓缩苹果汁加工。据统计, 全国每年用于加工的苹果约 600 万 t, 排渣果渣约 200 万 t, 每年可得苹果籽 2.4 万 t 左右<sup>[6]</sup>。由于苹果籽的加工利用一直未引起人们的重视, 从而造成了资源的严重浪费。迄今为止, 尚未见国内外有关苹果籽油提取方法的研究报道。本文对超声波辅助法提取苹果籽油的工艺进行研究, 为苹果资源的综合利用奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料与试剂

苹果籽: 陕西恒兴果汁厂提供; 石油醚, 正己烷, 异丙醇(分析醇)。

### 1.2 仪器与设备

KQ-250DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司), RE-52A 型旋转蒸发器(上海亚荣生化仪器厂), SHB-3 循环水多用真空泵(河南省巩义市英峪仪器厂), 微型高速万能试样粉碎机(河北省黄骅市新兴电器厂), 索氏提取器(天津玻璃仪器厂), 电热恒温水浴锅(北京化玻医疗器械有限公司), 电热恒温干燥箱(重庆试验设备厂), 电子天平 JA5003(上海精

密科学仪器厂)。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 超声波提取苹果籽油工艺流程

苹果籽→粉碎→过筛→称量、装料→加入提取溶剂→超声波法提取→抽滤→真空浓缩滤液  
 →烘干至恒重→苹果籽油  
 →回收溶剂

#### 1.3.2 苹果籽油得率的计算

$$\text{苹果籽油得率}/\% = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

式中:  $m_2$ ——接收瓶和苹果籽油的质量, g;  
 $m_1$ ——接收瓶的质量, g;  $m$ ——苹果籽的质量, g。

#### 1.3.3 溶剂的选择

分别用石油醚、异丙醇、正己烷 3 种溶剂做为提取溶剂, 采用索氏法提取, 试验条件为: 提取时间 8h, 提取温度分别为 75、95、80℃, 溶剂用量(液固比 mL/g)15, 提取次数 1 次。通过比较 3 种溶剂的提取效果, 确定提取苹果籽油理想的提取溶剂。

#### 1.3.4 单因素试验

(1) 溶剂用量对苹果籽油得率的影响: 在设定超声时间为 45 min、超声功率为 225W、温度为 50℃、物料粒度为 60 目和提取次数为 1 次的条件下, 以苹果籽油得率为指标, 对溶剂用量(液固比 mL/g)分别为 6、8、10、12、14 进行比较研究, 以确定最佳溶剂用量。

(2) 物料粒度对苹果籽油得率的影响: 在设定超声时间为 45 min, 超声功率为 225W, 温度为 50℃, 溶剂用量(液固比 mL/g)为 8, 提取次数为 1 次的条件下, 以苹果籽油得率为指标, 对物料粒度为 20、40、60、80、100 目进行比较研究, 以确定最佳苹果籽粉粒度。

(3) 超声功率对苹果籽油得率的影响: 在设定超声时间 45 min, 温度为 50℃, 溶剂用量(液固比 mL/g)8, 物料粒度为 60 目和提取次数为 1 次的条件下,

第一作者: 硕士, 教授。

\* 2005 年咸阳市重大科技攻关项目(No. k0505-1)

收稿日期: 2005-11-21

以苹果籽油得率为指标,对超声功率为 125、150、175、200、225W 进行比较研究,以确定最佳超声功率。

(4)超声时间对苹果籽油得率的影响:在设定超声功率为 225W,温度为 50℃,溶剂用量(液固比 mL/g)为 8,物料粒度为 60 目和提取次数为 1 次的条件下,以苹果籽油得率为指标,对超声时间为 10、15、20、25、30 min 进行比较研究,以确定最佳超声时间。

(5)超声温度对苹果籽油得率的影响:在设定超声时间 45 min,超声功率为 225W,溶剂用量(液固比 mL/g)为 8,物料粒度为 60 目和提取次数为 1 次的条件下,以苹果籽油得率为指标,对超声温度为 30、40、50、60℃ 进行比较研究,以确定最佳超声温度。

1.3.5 正交试验

综合以上单因素提取试验结果,进行正交试验,因素水平设计见表 1。

表 1 超声波回流提取苹果籽油的因素水平表

因素	A	B	C	D
	超声强度 /W	超声时间 /min	水浴温度 /℃	物料粒度 (目)
1	125	30	40	20
2	175	45	50	40
3	225	60	60	60

2 结果与分析

2.1 溶剂的选择

3 种溶剂对苹果籽油得率的影响见表 2。用石油醚提取苹果籽油得率较低,但是其价格是最便宜的,沸点也最低;异丙醇和正己烷对苹果籽油提取率相对较高,两者差异不大,在价格方面,正己烷最高,异丙醇与石油醚相差不大;从环境污染方面考虑,异丙醇比较理想。从以上分析及结合提取油脂对溶剂的要求,选用异丙醇作为苹果籽油的提取溶剂比较理想(以下实验均选用异丙醇为提取溶剂)。

表 2 苹果籽油提取溶剂的选择

溶 剂	得率/%	价格(¥,元/瓶) <sup>1)</sup>	沸点/℃	环境污染
石油醚	21.1	10.00	60~90	污 染
异丙醇	22.5	12.00	85	无污染
正己烷	22.7	24.00	76.8	严重污染

1)为化学试剂(分析醇)的价格

2.2 溶剂用量对苹果籽油得率的影响

不同的溶剂用量苹果籽油的得率不同(见表 3),在实验所设置的溶剂用量范围内,溶剂用量越大苹果籽油得率越高,这是因为溶剂用量越大,渗透压也就

越大,油脂就越容易渗透出来,当用量达到一定值后,得率趋于恒定,原因是苹果籽中油脂含量逐渐减小,也就越难溶出。渗透压对苹果籽油得率的提高不再起很大作用,要提高苹果籽油得率,也需要改变其他条件。结合苹果籽油的生产成本,选用溶剂用量(液固比)为 8 mL/g 比较合理。

表 3 液固比对苹果籽油提取的影响

液固比/mL·g <sup>-1</sup>	6	8	10	12	14
得率/%	24.61	25.32	25.34	25.36	25.37

2.3 物料粒度对苹果籽油得率的影响

通过物料粒度对苹果籽油得率的影响试验发现,不同物料粒度对苹果籽油得率影响很大。随着物料粒度不断变小,苹果籽油的得率越来越高,之后逐渐趋于平缓(见表 4)。这是因为物料粒度越小溶剂和物料的接触面积越大,有助于籽油的提取;随着物料粒度不断的减小,由于液体表面张力作用阻止溶剂的浸入,阻碍苹果籽油的提取,因此随着物料粒度不断变小,籽油的得率逐渐趋于平缓。从试验结果看,在最大苹果粉粒度为 60 目的条件下,苹果籽油的得率比较高。

表 4 物料粒度对苹果籽油得率的影响

物料粒度(目)	20	40	60	80	100
得率/%	16.4	20.0	24.9	25.0	25.2

2.4 超声功率对苹果籽油得率的影响

从表 5 可以看出,超声波功率大小对苹果籽油得率影响比较明显。随着超声强度的增大,苹果籽油得率不断上升,直到超声强度为 200 W 时,得率最大,之后有所下降。

表 5 超声功率对苹果籽油提取的影响

超声强度/W	125	150	175	200	225
得率/%	24.9	25.5	25.7	26.0	25.8

2.5 超声提取时间对苹果籽油得率的影响

通过超声提取时间对苹果籽油得率影响的试验发现,并非时间越长得率越高(见表 6)。随提取时间的延长,直到 50 min,苹果籽油的得率不断增大;但随提取时间的再延长,苹果籽油量的得率有所减少。

表 6 超声提取时间对苹果籽油得率的影响

提取时间/min	10	20	30	40	50	60
得率/%	9.3	17.9	22.4	23.0	23.7	23.6

2.6 超声温度对苹果籽油得率的影响

在实验所设置的温度范围内,随着超声提取温度的升高,苹果籽油的得率增大,结果见表 7。

表 7 超声提取温度对苹果籽油得率的影响

提取温度/℃	30	40	50	60
得率/%	21.7	22.0	22.1	22.1

2.7 超声波提取苹果籽油正交试验结果分析

从以上单因素试验可以看出,每种单一的因素达到一定程度时,对提高苹果籽油得率都有一定的难度,必须综合多个因素,确定出合理的水平,才能得到理想的苹果籽油提取工艺参数。因此采用正交试验方法来确定苹果籽油提取最佳工艺参数,正交试验结果及分析见表 8(溶剂用量选用单因素实验中的最佳条件,即液固比为 8 mL/g)。

表 8 超声波提取苹果籽油正交试验结果

实验号	A /W	B /min	C /℃	D (目)	得率 (平均值) /%
1	125(1)	30(1)	40(1)	20(1)	20.0
2	125(1)	45(2)	50(2)	40(2)	21.9
3	125(1)	60(3)	60(3)	60(3)	25.9
4	175(2)	30(1)	50(2)	60(3)	25.8
5	175(2)	45(2)	60(3)	20(1)	22.3
6	175(2)	60(3)	40(1)	40(2)	22.2
7	225(3)	30(1)	60(3)	40(2)	23.0
8	225(3)	45(2)	40(1)	60(3)	24.6
9	225(3)	60(3)	50(2)	20(1)	20.6
K <sub>1</sub>	67.8	68.8	66.8	62.9	T=206.3
K <sub>2</sub>	70.3	68.8	68.3	87.1	
K <sub>3</sub>	68.2	57.2	71.2	76.3	
k <sub>1</sub>	22.6	22.9	22.3	21.0	
k <sub>2</sub>	23.4	22.9	22.8	22.4	
k <sub>3</sub>	22.7	22.8	23.7	25.4	
R	0.8	0.1	1.4	4.4	

对正交试验结果进行方差分析可知,  $F_D = 70.58^{**}$ ,  $F_C = 7.44^{**}$ ,  $F_B < 1$ ,  $F_A = 2.86$ ,  $F_{0.01} = 6.23$ , 因素 D(物料粒度)、C(提取温度)对提取苹果籽油得率的影响达到极显著水平,而超声强度(A)及时间(B)影响不显著。各因素的影响依次为:  $D > C > A > B$ , 即物料粒度 > 提取温度 > 超声强度 > 超声时间,这个次序和根据极差 R(见表 8)的直观判断是一致的。较优因素水平组合为  $A_2B_1C_3D_3$ , 即超声强度为 175W, 提取时间为 30 min, 提取温度为 60℃, 物

料粒度为 60 目。

按此组合进行多次验证试验,其苹果籽油平均得率为 26.5%,说明该组合是最佳的。

2.8 超声波辅助提取法与常规提取方法(索氏提取法)的比较

文中确定的苹果籽油的索氏提取最佳工艺参数如表 9 所示,与本研究的超声波法提取苹果籽油的最佳工艺参数比较发现,超声波法提取时间短,提取温度比较低,溶剂用量少,苹果籽油的得率高。

表 9 索氏提取法与超声法提取苹果籽油工艺参数的比较

提取方法	提取时间 /min	提取温度 /℃	物料粒度 (目)	溶剂用量 (液固比 mL/g)	得率 /%
索氏提取法	240	80	60	14	22.3
超声波法	30	60	60	8	26.5

3 结 论

(1)超声波提取苹果籽油的最佳工艺参数为:超声强度为 175 W,超声温度为 60℃,超声时间为 30 min,溶剂用量(液固比)为 8 mL/g,物料粒度为 60 目;在此提取条件下,苹果籽油平均得率为 26.5%。

(2)超声波辅助法在提取时间,提取温度,溶剂用量和苹果籽油得率方面明显优于索氏提取法。因此,超声波辅助法是提取苹果籽油更为理想的方法。

参 考 文 献

1 李林强,李建科,刘迎利. 超声波处理提取华山松籽油的研究[J]. 西北农林科技大学学报,2003,31(5):115~117  
2 韦小杰,陈小鹏. 八角油提取新方法的研究[J]. 食品工业科技[J],2003,24(3):41~43  
3 申烨华,张 萍,郭春会. 超声波强化提取扁桃油的研究[J]. 延安大学学报,2002,21(3):53~55  
4 罗仓学,张广栋,付聪等. 超声波法提取玉米胚芽油的研究[J]. 食品开发,2004(6):95~96  
5 韩军岐,张有林,陈 雷. 葵花籽油的超声波提取及抗氧化研究[J]. 食品工业科技,200,26(1):52~54  
6 于修烛,李志西,杜双奎. 苹果籽油脂肪酸组成分析初报[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2003,31(1):155~156

Study on Ultrasonic Wave Extraction of Apple Seed Oil

Luo Cangxue Wang xu Han Wugang

(Collage of Life Science & Engineering, Shaanxi University of Science and Technology, Xianyang 712081, China)

**ABSTRACT** We have extracted apple seed oil by using ultrasound and studied the effect of the parameters, such as the power, the temperature and extracting time of the ultrasound as well as the particle size, solvent dosage on extraction rate by using the single factor and orthogonal design. The optimal technique conditions are: ultrasound power is 175W, ultrasound temperature is 60℃, ultrasound extracting time is 30 min, particle size is under No. 60 screen net and solvent dosage (the ratio of solid and liquid) is 8. In this way, the yield of the apple seed oil is 26.5% on average.

**Key words** apple seed oil, extracting, ultrasonic wave