

# 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取小麦胚芽油的试验研究

王 贤 薛文通

(中国农业大学 食品科学与营养工程学院,北京 100083)

**摘 要** 试验研究了超临界 CO<sub>2</sub> 萃取小麦胚芽油时萃取压力、萃取温度和 CO<sub>2</sub> 循环量对小麦胚芽油萃取率的影响。试验结果表明,萃取压力对萃取率的影响大于温度;在萃取压力为 20~38 MPa 范围内,萃取压力对萃取率影响非常明显,随着压力的增大萃取速率显著加快;萃取小麦胚芽油的最佳萃取温度为 38~43 ℃;在低 CO<sub>2</sub> 循环量条件下,萃取速率主要受分离速度的影响,并随循环量的增加,萃取速率加快。

**关键词** 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取;小麦胚芽油;萃取压力;萃取温度;CO<sub>2</sub> 循环量

中图分类号 TS 225.19

文章编号 1007-4333(2003)02-0058-03

文献标识码 A

## Research on wheat embryo oil extracted by supercritical CO<sub>2</sub>

Wang Xian, Xue Wentong

(College of Food Science & Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract** The effect of supercritical CO<sub>2</sub> on extraction of wheat germ oil was discussed. It has been proved that extraction pressure was more effective than extraction temperature. The extraction rate of wheat embryo oil rised rapidly with the increase of extraction pressure within 20 MPa - 38 MPa and the extraction rate is mainly influenced by separative speed under the low quantity of cycling CO<sub>2</sub>. The optimum extraction temperature was 38 - 43 ℃.

**Key words** supercritical CO<sub>2</sub> extraction; wheat embryo oil; extraction pressure; extraction temperature; quantity of cycling CO<sub>2</sub>

小麦是我国的主要粮食作物,年总产量约 1.01 亿 t,可以开发利用的小麦胚芽潜藏量高达 280~420 t<sup>[1,2]</sup>,然而,我国在胚芽资源方面的研究开发与利用十分缓慢<sup>[3~5]</sup>。

笔者对采用超临界 CO<sub>2</sub> 法萃取小麦胚芽油时萃取压力、温度、CO<sub>2</sub> 循环量对萃取量的影响进行了试验研究,探讨了 3 种因素对小麦胚芽油萃取的影响规律,为超临界 CO<sub>2</sub> 萃取小麦胚芽油的实际应用提供了理论和试验依据。

## 1 试验材料与方法

### 1.1 试验材料

小麦胚芽,含水率(wt) 11.80%,含油率(wt) 10.85%;外形为片状颗粒,厚度 0.1~0.2 mm,直径约 2.5 mm。由内蒙古恒丰集团提供。

### 1.2 主要试验仪器及设备

超临界 CO<sub>2</sub> 萃取装置,HA231-50-25,南通华安超临界萃取设备公司;

电子天平,PR203,精度 0.001 g,瑞士 METTLER TOLEDO。

### 1.3 试验方法

1) 油脂的测定。

按参考文献[7]中的方法进行。

2) 原料装填方式。

采用自然重力堆积方式,即将原料自然流入萃取釜内的圆柱桶,不进行砸压操作。体积为 2 L 的圆柱桶每次装料 550 g。

3) 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取压力、温度及 CO<sub>2</sub> 循环量的确定。

影响小麦胚芽油浸出和分离速度的主要因素为

收稿日期:2002-05-18

作者简介:王 贤,硕士;薛文通,博士,教授,主要从事农产品贮藏与加工工程研究。

萃取压力、温度和萃取介质 CO<sub>2</sub> 的循环量。萃取压力和温度直接影响胚芽油从胚芽中的浸出速度,而循环量则影响分离速度。为了研究不同因素的影响,将试验设计为 2 部分进行。第 1 部分为针对压力和温度的多因素试验。设计萃取压力分别为 20, 25, 30, 35 和 38 MPa, 萃取温度分别为 38, 43, 48 和 53 °C, CO<sub>2</sub> 循环量均为 8 kg·h<sup>-1</sup>。第 2 部分是针对 CO<sub>2</sub> 循环量的单因素试验。在上述试验的基础上,设计萃取温度 43 °C, 萃取压力 30 MPa, CO<sub>2</sub> 循环量分别为 4, 8 和 12 kg·h<sup>-1</sup>。

#### 4) 试验操作与步骤。

a. 先开启制冷系统及储冷槽内的循环泵,通过载冷剂液化 CO<sub>2</sub>。

b. 开启加热器及与之相连的循环泵,使萃取釜与分离釜温度保持在试验要求的范围内。

c. 将原料装入萃取釜内的缸筒中,并旋紧萃取釜盖。

d. 开启已与超临界萃取装置连接好的 CO<sub>2</sub> 钢瓶阀门,启动高压泵,调节一系列阀门使萃取釜与分离釜保持在确定的压力下,然后开始试验计时。试验过程中,要密切关注各个压力表,并适时适当调节,使萃取与分离压力的波动保持在设计压力的 ±10 % 内。

e. 每隔 15 min,用 2 个 40 mL 的试管从分离釜的排油口收取胚芽油,及时称其质量并记录。

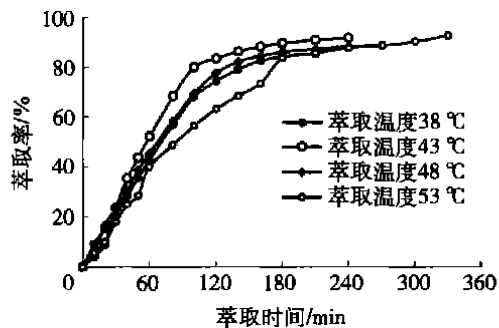


图 1 萃取压力为 30 MPa 不同萃取温度下萃取率与萃取时间的关系

Fig. 1 The relationship between extraction rate and time under different temperature at 30 MPa

## 2 试验结果与分析

### 2.1 萃取温度对小麦胚芽油萃取率的影响

图 1 示出 30 MPa 萃取压力,不同萃取温度下小麦胚芽油萃取率随时间的变化关系。可以看出,萃取率随着萃取时间的增加而逐渐增大,初期增加幅

度较快,其后增加幅度减慢。对同一萃取压力,不同萃取温度,萃取时间分别为 30, 60, 120, 180 min 时的萃取率进行比较发现,同一萃取时间下最大最小萃取率之差为 10~15 个百分点;43 和 48 °C 温度下的萃取率高于 38 °C 和 53 °C 时的萃取率,所以理想的萃取温度应在 43 ~ 48 °C 范围内。

### 2.2 萃取压力对小麦胚芽油萃取率的影响

图 2 示出萃取温度为 43 °C,不同萃取压力下小麦胚芽油萃取率与萃取时间的关系。由图 2 可见,不同萃取压力下萃取率相差很大,萃取时间为 30 min 时,最大萃取率与最小萃取率相差 38 个百分点,60 min 时达到 62 个百分点,120 min 时约为 70 个百分点;因此,萃取压力对超临界 CO<sub>2</sub> 萃取小麦胚芽油油量的影响非常明显。

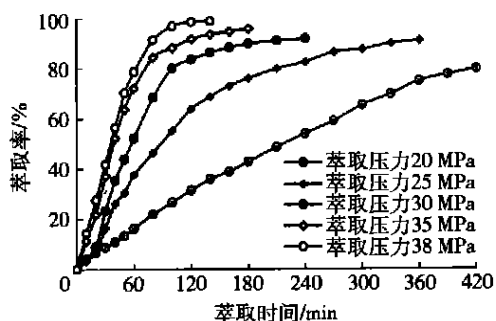


图 2 萃取温度为 43 °C 不同萃取压力下萃取率与萃取时间的关系

Fig. 2 The relationship between extraction rate and time under different pressure at 43 °C

试验结果表明,萃取温度为 43 °C,同一萃取时间条件下,随着萃取压力的增大萃取油量逐渐增加。20, 25, 30, 35 和 38 MPa 不同萃取压力下,萃取时间为 60 min 时最大萃取油量分别为总油量的 16%, 37%, 52%, 71% 和 78%; 120 min 时分别为 31%, 63%, 83%, 91% 和 98% 以上。

### 2.3 CO<sub>2</sub> 循环量对小麦胚芽油萃取率的影响

图 3 示出萃取温度 43 °C, 萃取压力为 30 MPa, CO<sub>2</sub> 循环量分别为 4, 8, 12 kg·h<sup>-1</sup> 时小麦胚芽油萃取率与萃取时间的关系。从图 3 可以看出 CO<sub>2</sub> 循环量也是影响小麦胚芽油萃取率的一个重要的外部因素,尤其是在较低循环量时,影响非常明显。分析认为,当 CO<sub>2</sub> 循环量较低时,萃取率主决定于胚芽油的分离速度,而当 CO<sub>2</sub> 循环量较高时胚芽油从胚芽内部向外的浸出速度起主要作用。为此,在萃取小麦胚芽油时,要合理的选择 CO<sub>2</sub> 循环量。

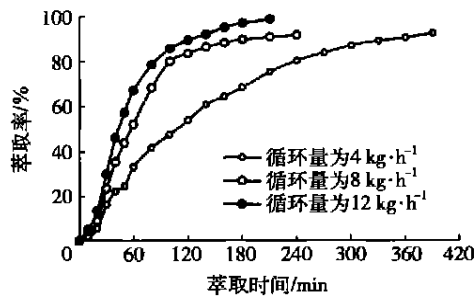


图3 不同 CO<sub>2</sub> 循环量下萃取率与萃取时间的关系

Fig. 3 The relationship between extraction rate and time under different quantity of cycling CO<sub>2</sub>

### 3 结论

1) 在设计的试验条件下萃取压力对萃取率的影响大于萃取温度的影响。

2) 在 43 和 48 萃取温度下小麦胚芽油的萃取率高于 38 和 53 的萃取率, 所以超临界 CO<sub>2</sub> 萃取小麦胚芽油的理想萃取温度应在 43 ~ 48 范围内。

3) 在 20 ~ 30 MPa 萃取压力范围内, 萃取压力对萃取率影响非常明显, 随萃取压力的升高萃取率逐渐增大, 在操作费用与安全等其他条件许可的情

况下应尽可能增大萃取压力。

4) CO<sub>2</sub> 循环量也是影响小麦胚芽油萃取率的一个重要的外部因素, 尤其在较低循环量下影响非常明显。为此, 在萃取小麦胚芽油时, 要合理的选择 CO<sub>2</sub> 循环量。

### 参 考 文 献

- [1] 张元培. 展望新世纪的优质小麦品种研究与开发[J]. 粮食与饲料工业, 1998(7): 37 ~ 38
- [2] 蔡秋声. 小麦胚芽油[J]. 粮食与油脂, 1993(1): 78 ~ 82, (2): 58 ~ 62
- [3] 陆 龙. 小麦胚的提取及利用[J]. 粮食与饲料工业, 1995(12): 8 ~ 11
- [4] 孙 伟. 小麦胚芽和小麦胚芽油的开发与利用[J]. 粮食与饲料工业, 1998(8): 37 ~ 38
- [5] 马海乐, 姚 忠, 吴守一. 生育酚在超临界 CO<sub>2</sub> 中溶解度神经网络模型的建立[J]. 农业工程学报, 2001, 17(1): 127 ~ 132
- [6] Palmer M V, Ting S S T. Applications for supercritical fluid technology in food processing[J]. Food Chemistry, 1995, 52: 345 ~ 352
- [7] 宁正祥. 食品成分分析手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998

(上接第 48 页)

### 参 考 文 献

- [1] Greiner R. Purification and characterization of a phytate-degrading enzyme from germinated faba beans[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49(5): 2234 ~ 2240
- [2] 马 玺, 单安山. 植酸酶研究进展及在饲料工业中的应用[J]. 粮食与饲料工业, 2001(4): 27 ~ 23
- [3] 黄伟坤. 食品检验与分析[M]. 北京: 轻工业出版社, 1989. 30 ~ 35
- [4] 刘淑芳, 蔡昭铃. 衣康酸发酵及动力学模型[J]. 化工冶金, 2000, 21(1): 58 ~ 63
- [5] Harland B F. Fermentative reduction of phytate in rye, white and whole wheat breads[J]. J Cereal Chemistry, 1980, 57(3): 226 ~ 229
- [6] Narang Atul, Konopka Allan, Ramkrishna Doraiswami. The dynamics of microbial growth on mixtures of substrates in batch reactors[J]. J Theor Biol, 1997, 184: 301 ~ 317
- [7] Greiner R, Konietzny U. Construction of a bioreactor to produce special breakdown products of phytate[J]. J Biotechnol, 1996, 48: 1 ~ 2, 153 ~ 159
- [8] Ullah A H J. Aspergillus niger phytase: partial primary structure, substrate selectivity, and kinetic characterization[J]. Prep Biochem, 1988, 18(4): 459 ~ 471