

# 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取西瓜中番茄红素研究

陈德经<sup>1</sup>, 贺 莎<sup>2</sup>

(1. 陕西理工学院省资源生物重点实验室, 陕西 汉中 723000;

2. 陕西理工学院生物工程系, 陕西 汉中 723000)

**摘要:** 本实验研究了超临界萃取西瓜番茄红素工艺, 实验表明: 在 30MPa, 55℃, 2h, CO<sub>2</sub> 流量为 25L/h, 加入乙醇, 西瓜沉淀干燥物的总提取率为 17.7%, 番茄红素含量为 29.5%。

**关键词:** 超临界 CO<sub>2</sub>; 西瓜; 番茄红素

## Study on Extraction of Lycopene from Watermelon with Supercritical CO<sub>2</sub>

CHEN De-jing<sup>1</sup>, HE Sha<sup>2</sup>

(1. Bio-resource Key Laboratory, Shaanxi University of Technology, Hanzhong 723000, China;

2. Department of Bioengineering, Shaanxi University of Technology, Hanzhong 723000, China)

**Abstract:** In this study, the experimental results showed that under the supercritical CO<sub>2</sub> extraction conditions of 30MPa, 55℃, 2h, CO<sub>2</sub> flow rate 25L/h and ethanol as cosolvent, the total extraction rate of dried watermelon precipitate is 17.7%, and the content of lycopene is 29.73% .

**Key words:** supercritical fluid CO<sub>2</sub>; watermelon; lycopene

中图分类号: O658.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2008)09-0193-03

我国西瓜栽培面积为 100 万公顷左右, 年产量居世界之首。西瓜生产周期短, 产量高, 但是西瓜种植的季节性强, 集中上市, 不易贮存, 常常导致西瓜大量腐烂, 严重损失, 缓解这一矛盾的主要方法是对西瓜进行深加工。西瓜中含有番茄红素, 它具有极强抗氧化性, 其抗氧化性是 VE 的 100 倍,  $\beta$ -胡萝卜素的 2 倍以上<sup>[1]</sup>。番茄红素具有抑制细胞增殖、诱导细胞分化、增强免疫力、减少 DNA 损伤、预防前列腺癌等方面的生理功能, 成为国内外市场上保健食品研究的新热点<sup>[3]</sup>。番茄红素主要分布在番茄、西瓜、柿、木瓜、芒果、石榴、葡萄(紫红色)、柚、南瓜等植物果实中。番茄红素在果实中的含量随品种和成熟度的不同而不同, 成熟度越高, 番茄红素的含量就越多<sup>[4]</sup>。西瓜中番茄红素平均含量为 4.87mg/100g, 番茄中的番茄红素平均含量为 3.1mg/100g, 西瓜果实中番茄红素含量与番茄相近甚至超过番茄, 但西瓜中提取的番茄红素风味要比番茄中提取的要好<sup>[4]</sup>。

西瓜提取蕃茄红素后, 果皮和果汁中含有糖、有机酸、多种氨基酸、矿物质和丰富的维生素等营养成分, 利用这些营养成分发酵生成果醋, 不但保留西瓜

中的营养成分和风味, 防止浪费和污染环境。果醋有解除疲劳、消除肌肉疼痛、降低血压、分解血胆固醇、预防动脉硬化和心血管病的发生、增进食欲、促进消化、保护皮肤等作用<sup>[5-6]</sup>。通过超临界 CO<sub>2</sub> 萃取西瓜中的番茄红素<sup>[7]</sup>, 克服以氯仿、石油醚等溶剂法提取试剂回收要求高、容易污染的缺陷<sup>[8]</sup>, 从而实现对西瓜综合利用和深加工, 提高了西瓜加工利用率和价值。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料与试剂

大荔西瓜 市售。

乙醇(95%)、石油醚、硅藻土、活性炭、番茄红素、CO<sub>2</sub>(食品级, 98%)。

### 1.2 仪器与设备

LC-800 低速离心机 科大创新股份有限公司;  
DZF-6050 型真空干燥箱 上海一恒科技有限公司;  
HA121-50-1 超临界萃取仪 江苏南通华安超临界有限公司;  
RE-52 旋转蒸发器 上海安亭实验仪器有限公司;  
UV-2500 紫外分光光度计 日本岛津公司。

### 1.3 方法

收稿日期: 2008-06-20

基金项目: 陕西省重点实验室研究项目(05JS12)

作者简介: 陈德经(1961-), 男, 副教授, 主要从事食品生物技术研究。E-mail: cdjsg@126.com

### 1.3.1 西瓜原料处理

以新鲜西瓜清洗后切开, 分开瓜皮和瓜瓤, 对瓜瓤打浆, 分别用离心沉淀、加入果汁体积 50% 无水乙醇、3% 硅藻土、3% 活性炭、加热 65℃ 等方法分离果汁和果肉沉淀物, 测定沉淀速度和沉淀量, 对沉淀物进行真空干燥, 获得西瓜干粉。

### 1.3.2 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取番茄红素

#### 1.3.2.1 工艺流程

新鲜西瓜→打浆→离心→真空干燥→粉碎→装萃取槽、密封→萃取→分离→干燥。

#### 1.3.2.2 萃取压力对提取率的影响

在 55℃、2h、CO<sub>2</sub> 流量为 25L/h 的条件下, 分别研究 10、15、20、25、30MPa 压力对提取率的影响。提取物中番茄红素的含量与西瓜干粉总番茄红素含量的比率为相对提取率。

#### 1.3.2.3 萃取温度对提取率的影响

在 30MPa、2h、CO<sub>2</sub> 流量为 25L/h 的条件下, 研究在 35、45、55、65℃ 对提取率的影响。提取物中番茄红素的含量与西瓜干粉总番茄红素含量比率为相对提取率。

#### 1.3.2.4 夹携剂对提取率的影响

干燥西瓜粉末, 在 30MPa、55℃、CO<sub>2</sub> 流量为 25L/h 的条件下, 对原料分别不加夹带剂萃取和加入夹带剂乙醇 10%, 萃取 2h。分离 I、分离 II、分离 III 的压力分别分 10、7、5MPa, 温度分别 35、30、25℃ 分别收集萃取物, 计算其提取率和含量。

### 1.3.3 番茄红素的紫外测定

取番茄红素溶解 1mg 定容至 25ml 作为母液, 从母液中吸取 1、2、3、4、5ml 分别加入 25ml 容量瓶中, 加石油醚至刻度。以石油醚作空白, 468nm 波长下比色测定。以吸光度为纵坐标, 浓度为横坐标绘制标准曲线。

回归方程:  $y = 14.50493x + 0.14852$ ,  $r = 0.99961$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 原料处理结果

西瓜汁的不同分离方法得出数据如表 1 所示。

表 1 瓜汁分离效果

Table 1 Effects of separating watermelon juice and pulp

处理方法	离心法	乙醇	硅藻土	活性炭	加热	对比
分离时间(h)	0.5	1	5	12	0.5	12
分离率(%)	1	0.45	0.27	0.35	0.89	0.1

由表 1 可知, 自然沉淀法、乙醇、硅藻土、活性炭等方法分离速度较慢。在 65℃ 时加热半小时开始沉淀, 容易使渣液分离, 但易使果汁变味, 使番茄红素

氧化分解; 离心沉降法分离速度和分离量也较高, 是一种较好的果汁与含番茄红素果肉分离方法。

### 2.2 西瓜处理结果

西瓜经过瓜皮和瓜瓤分离, 果汁和果肉沉淀, 果肉干燥过程, 数量变化结果如表 2 所示。

表 2 西瓜预处理结果

Table 2 Experimental results of pretreatment of watermelon

处理结果	西瓜(kg)	瓜皮(kg)	瓜瓤净重(kg)	沉淀物重(g)	干燥物重(g)
处理量	7.2	2.35	4.85	390	48.66
得率(%)	100	33	67	8	1

由表 2 可知, 西瓜果皮占 33%, 瓜瓤占 67%。西瓜瓤中含水量 98%, 果肉沉淀率 8%, 果肉干燥率 1%, 占总西瓜的 0.68%。因此, 从西瓜中提取番茄红素, 果汁与果肉分离极为关键, 并必须对瓜皮和瓜汁进行处理, 才不致造成浪费和环境污染。

### 2.3 萃取条件对提取率的影响

#### 2.3.1 萃取压力对提取率的影响

由图 1 可知, 在相同的温度和其他条件下, 增加压力可以增加 CO<sub>2</sub> 的密度, 对溶质(番茄红素)的溶解能力增强, 减少了物质间的传质距离, 增加了传质速率和浓度差, 有利于物质的萃取。但随着萃取压力的增加, 相对提取率并不明显增加, 根据设备压力的使用范围和操作费用, 选择萃取压力为 30MPa 较为适宜。

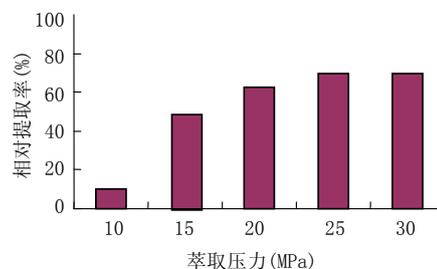


图 1 萃取压力对提取率的影响

Fig.1 Effects of extraction pressure on extraction rate

#### 2.3.2 萃取温度对提取率的影响

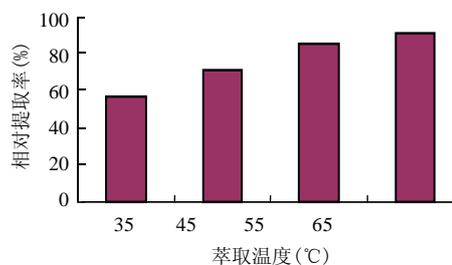


图 2 萃取温度对提取率的影响

Fig.2 Effects of extraction temperature on extraction rate

由图 2 可知, 萃取温度对萃取效果有较大影响, 温度升高提高物料的扩散系数, 有利于番茄红素的提取;

但是另一方面,在达到一定温度后继续升高温度又降低了CO<sub>2</sub>的密度和浓度,从而导致CO<sub>2</sub>的溶解能力的降低,对萃取不利。因此,选择萃取温度55℃较为适宜。

### 2.3.3 夹带剂对提取率的影响

西瓜粉经过直接萃取后,再加入夹带剂乙醇,仍能萃取番茄红素,结果如表3所示。

表3 夹带剂对番茄红素提取率的影响  
Table 3 Effects of cosolvent on extraction rate

萃取方式	分离I萃取物 提取率(%)	分离II萃取物 提取率(%)	分离III萃取物提取率 (%)
无夹带剂	6.346	7.026	0.02
有夹带剂	0.5	3.89	0.06
萃取物形态	膏状红素	油状色素	淡黄色液体或无色液体

由表3可知,直接萃取、分离I、分离II萃取率基本相同,但加入夹带剂后,分离II萃取率远高于分离I,夹带剂有助于番茄红素的萃取,但分离III中萃取量较少。分离I和分离II萃取物总提取率为17.7%。

### 2.3.4 萃取物中番茄红素的含量

两种萃取方式下,不同分离萃取物番茄红素的含量变化如表4所示。

表4 萃取物中番茄红素的含量  
Table 4 Content of lycopene in extract

萃取方式	分离I萃取物的 含量(%)	分离II萃取物的 含量(%)	分离III萃取物的 含量(%)
无夹带剂	28.83	26.32	0.5
有夹带剂	33.51	29.7	1.3

由表4可知,加入夹带剂对番茄红素的含量有一定的提高,这是因为极性较大β-胡萝卜素被萃取出而增加了含量,但分离III中番茄红素含量很少。分离I和分离II萃取物总的含量为29.5%。

## 3 结 论

离心法容易沉淀西瓜汁中番茄红素,在萃取压力为30MPa,萃取温度55℃,CO<sub>2</sub>流量为25L/h的条件下,直接萃取2h提取率13.4%,番茄红素含量为27.5%;加入乙醇萃取2h提取率4.39%,番茄红素含量为31.6%。两种萃取方式结合萃取西瓜沉淀干燥物总提取率为17.7%,番茄红素含量为29.5%,乙醇夹带剂对超临界CO<sub>2</sub>萃取西瓜中番茄红素的提取率有明显影响。

### 参考文献:

- [1] 孙庆杰,丁霄霖. 番茄红素的保健作用与开发[J]. 食品与发酵工业, 1999, 23(2): 45-48.
- [2] 薛殿凯. 番茄红素[J]. 食品与生活, 2007(3): 32-33.
- [3] 秦楠. 番茄红素的综合研究[J]. 中国食品添加剂, 2006(1): 71-74.
- [4] 张帆,王倩,何洪巨,等. 西瓜果实中番茄红素研究进展[J]. 中国西瓜甜瓜, 2003(6): 20-22.
- [5] 王同阳. 果醋的功能性[J]. 中国调味品, 2006(6): 10-12.
- [6] 韩翠萍. 苹果、葡萄果醋加工工艺研究[J]. 东北农业大学, 2002(5): 13-15.
- [7] 姜红,张坤生,任云霞. 超临界CO<sub>2</sub>分离番茄中番茄红素的研究[J]. 食品科学, 2007, 28(9): 207-209.
- [8] 王世宽. 番茄红素超临界二氧化碳萃取研究[J]. 粮食与食品工业, 2006, 13(5): 25-27.