

# 电渗析前后糖蜜抗氧化活性变化

冯红伟, 扶雄

(华南理工大学 轻工与食品学院, 广东广州 510640)

**摘要:** 用清除1,1-二苯基苦基苯肼(DPPH)自由基的方法对糖蜜抗氧化能力进行评价。结果表明DPPH反应体系吸光度值测定波长为517.0 nm, 以浓度为47.32 mg/L ( $1.2 \times 10^{-4}$  mol/L)的DPPH自由基清除率为50%时糖蜜浓度值(即 $IC_{50}$ 值)为评价指标, 未经电渗析处理的糖蜜 $IC_{50}$ 值为0.3752 mg/mL, 电渗析处理后糖蜜 $IC_{50}$ 值为0.2884 mg/mL, 进而了解到糖蜜电渗析过程对其抗氧化能力影响较小。

**关键词:** 甘蔗糖蜜; 1,1-二苯基苦基苯肼; 电渗析; 清除率;  $IC_{50}$ 值。

文章编号: 1673-9078(2010)1-63-3

## Effects of Electrodialysis Treatment on Antioxidant Capacity of Molasses

FENG Hong-wei, FU Xiong

(College of Light Industry and Food Sciences, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

**Abstract:** The antioxidant capacity of molasses was evaluated with organic free radical DPPH scavenging reaction system. The wavelength for the determination of DPPH reaction system by spectrophotometric method was chosen as 517.0 nm and the value of molasses concentration for scavenging half of DPPH ( $1.2 \times 10^{-4}$  mol/L) radical ( $IC_{50}$  value) was used as the index to evaluate scavenging capacity. Results showed that  $IC_{50}$  values for molasses with and without electrodialysis treatment were 0.2887 mg/mL and 0.3669 mg/mL, respectively. It was concluded that the electrodialysis treatment could reduce the antioxidant capacity of molasses.

**Key words:** sugarcane molasses; DPPH; electrodialysis; scavenging rate;  $IC_{50}$  value

甘蔗糖蜜是甘蔗糖厂的副产品, 颜色呈深棕色或红褐色, 有良好的抗氧化活性<sup>[1,2]</sup>。糖蜜在电渗析脱盐精制净化过程中, 其抗氧化活性是否会被破坏方面的研究没有被涉及。如果能在精制净化过程中将糖蜜的抗氧化性质很好地利用, 便可更大范围地实现糖蜜综合利用, 为社会和企业创造更多经济效益。

抗氧化能力评价方法很多, 有硫代巴比妥酸(TBA)法<sup>[3]</sup>、化学发光法<sup>[4]</sup>、抗氧化能力指数(oxygen radical absorbance capacity, ORAC)法<sup>[5]</sup>等等。1,1-二苯基苦基苯肼(1,1-Diphenyl-2-picryl-hydrazyl, DPPH)自由基<sup>[6]</sup>是一种稳定的以氮为中心的自由基, 若受试物能够清除它, 则表明受试物具有降低羟基自由基、烷基自由基或者过氧自由基的有效浓度和打断脂质过氧化链反应的作用, 同时, DPPH的特征紫色消失, 可利用这个条件对抗氧化剂清除自由基能力的评价。

## 1 材料和方法

收稿日期: 2009-08-25

作者简介: 冯红伟(1981-), 男, 在读硕士, 研究方向为功能碳水化合物  
通讯作者: 扶雄(1971-), 男, 博士, 副教授, 研究方向为糖类生物科学与工程

### 1.1 材料及仪器

糖蜜, 广东某甘蔗糖厂; 1,1-二苯基苦基苯肼(DPPH), 美国Sigma公司; 乙醇, 国产, 分析纯。

电渗析小试设备, 嘉兴市博大水工业设备有限公司; TU-1810紫外可见分光光度计, 北京普析通用仪器有限责任公司; Meter S20 pH计, 瑞士梅特勒-托利; PL/PL-S电子天平, 瑞士梅特勒-托利。

### 1.2 糖蜜预处理和电渗析处理

糖蜜首先进行稀释和离心预处理, 预处理条件: 温度 25 °C, 转速为 9000 r/min, 时间 30 min, 经离心处理的糖蜜稀释到 25 °Bx 备用。在工作电压为 30 V、流量 70 L/h、糖蜜锤度为 25 °Bx 时, 糖蜜电渗析处理后, 其脱盐率达到 77.35%, 同时脱钾率达到 86.37%。电渗析处理糖蜜通过真空旋转蒸发浓缩至一定浓度, 冷藏备用。

### 1.3 溶液配制

#### 1.3.1 DPPH 溶液配制

准确称取 DPPH 试剂 0.0118 g, 用无水乙醇溶解定容至 250 mL 容量瓶中, 得浓度为 47.32 mg/L DPPH 贮备液 ( $1.2 \times 10^{-4}$  mol/L), 摇匀, 并于室温避光保存备用。由于溶剂易挥发, 配制溶液在 2 d 内用完, 不宜

过久贮藏。

### 1.3.2 糖蜜样品溶液的配制

未经电渗析处理糖蜜锤度为 42.12 °Bx, 调节其 pH 为 5.0±0.2, 取调节 pH 后的糖蜜 0.3 mL, 分别稀释 50、150、250、350、500、700、1000、1500、2000、4000 倍备用。

电渗析处理后的浓缩糖蜜经测定锤度为 52.21 °Bx, 同样调节 pH 为 5.0±0.2 后取 0.3 mL, 分别稀释 50、150、250、350、500、700、1000、1500、2000、4000 倍备用。

### 1.4 DPPH 光谱扫描和其最大吸收波长确定

取 DPPH 乙醇溶液以无水乙醇为基线, 在 250~650 nm 处进行全波长扫描, 由图 1 可以看出, DPPH 溶液有两个特征吸收峰 328 nm 和 517 nm。综合糖蜜扫描图谱得知, 糖蜜在 517nm 波长处吸收比较小, 不会对 DPPH 的测定造成影响, 故选择采用 517 nm 波长评价糖蜜的抗氧化能力比较适合。

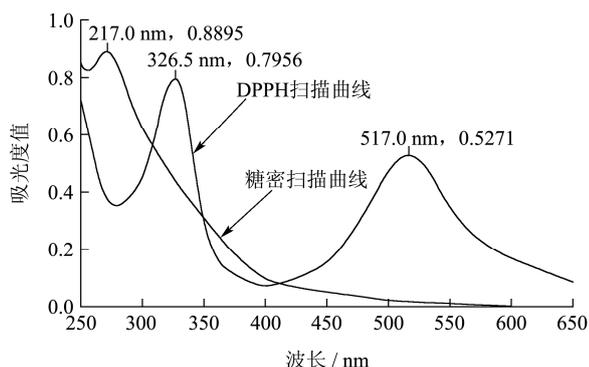


图1 DPPH 和糖蜜扫描曲线

Fig.1 Absorbance spectra of DPPH and molasses

分别取 DPPH 贮备溶液 0、1、2、3、4、5 mL, 依次分别加无水乙醇 5、4、3、2、1、0 mL, 得到质量浓度梯度为 0.00, 9.46, 18.92, 28.39, 37.85 和 47.32 mg/L 的 DPPH 溶液, 在 517 nm 波长测其吸光度值。以浓度为横坐标, 吸光度值为纵坐标作图 (见图 2)。

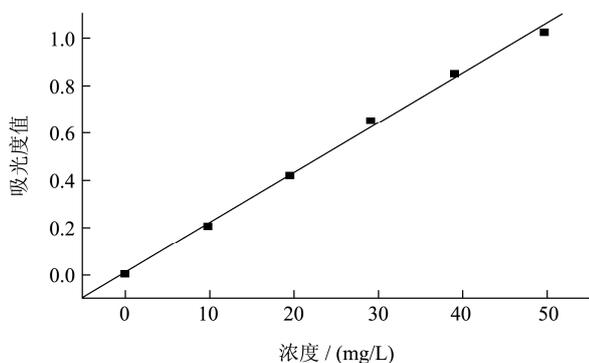


图2 DPPH 浓度与吸光度值关系

Fig.2 Linearity correlation between DPPH concentration and

absorbancy

从图 2 可以看出, DPPH 的浓度与其吸光度值线性关系良好, 线性拟合方程为  $Y=0.01112+0.02109X$ ,  $R=0.9988$ 。

### 1.5 清除 DPPH 自由基能力的测定

分别取 2 mL 不同浓度的糖蜜色素样品液于 10 mL 具塞离心管中, 加入 2 mL 配制 DPPH 乙醇溶液, 混合均匀, 反应一定时间后倒入 1 cm 比色皿中, 用紫外可见分光光度计在 517 nm 处测定其吸光度值, 同时测定糖蜜对照样及空白对照样吸光值。按下式<sup>[7]</sup>计算糖蜜对 DPPH 自由基的清除率 (I):

$$I(\%)=100 \times [1-(A_i-A_j)/A_0]$$

其中: I: 自由基清除率, %;  $A_i$ : 2 mL DPPH 溶液+2 mL 糖蜜样品的吸光值;  $A_j$ : 2 mL 糖蜜样品+2 mL 无水乙醇的吸光值;  $A_0$ : 2 mL DPPH 溶液+2 mL 无水乙醇的吸光值。

## 2 结果与分析

### 2.1 糖蜜与DPPH溶液反应稳定性试验

图3为30 °C下DPPH乙醇溶液和糖蜜溶液反应随时间的变化规律试验。由图3可知, 在最初20 min内吸光度值下降较快, 随后趋于缓慢, 40 min后吸光度值达到稳定状态。故本试验中评价糖蜜抗氧化能力选择反应时间为40 min。

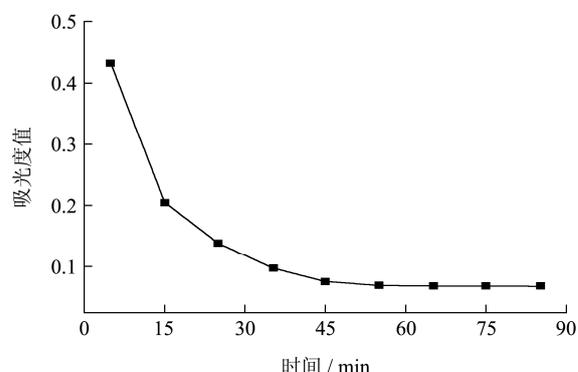


图3 糖蜜-DPPH反应体系吸光度值随时间变化的曲线图

Fig.3 Curves of DPPH absorbance with respect to time after addition of molasses

### 2.2 两种糖蜜对DPPH自由基清除率试验

将1.3.2中电渗析处理前后的糖蜜配置溶液按1.5要求与DPPH乙醇溶液进行混合, 在30 °C下反应40 min, 然后分别测定 $A_i$ 、 $A_j$ 和 $A_0$ , 依据1.5中公式求解DPPH自由基清除率。

以糖蜜浓度为横坐标, DPPH自由基清除率为纵坐标作图4和图5。由两图可知DPPH清除率随糖蜜浓度的增加而增加, 但当糖蜜浓度超过一定量 (浓度约 0.8 mg/mL) 后, 浓度增加自由基的清除率基本不变。

为了能够便于比较电渗析前后糖蜜的抗氧化能力, 选用IC<sub>50</sub>值作为糖蜜抗氧化活性测定指标。

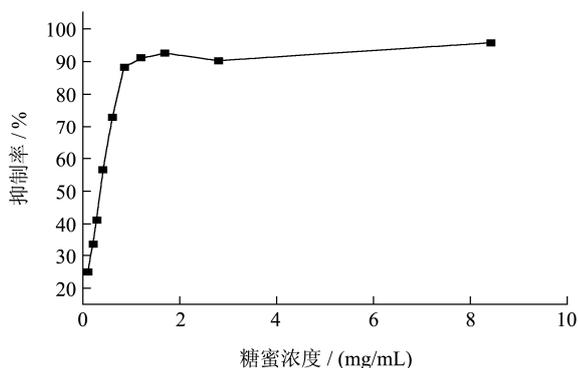


图4 电渗析前糖蜜浓度与DPPH自由基清除率关系图

Fig.4 Effect of concentration of molasses without ED treatment on its DPPH scavenging rate

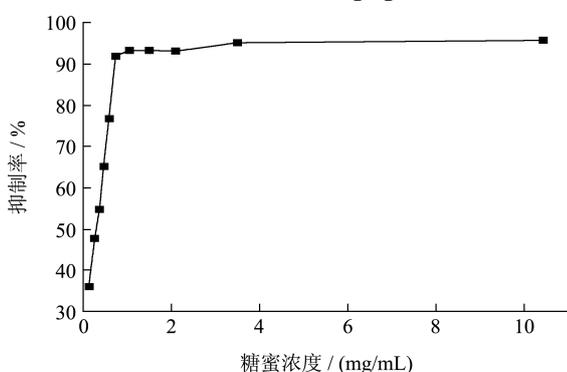


图5 电渗析后糖蜜浓度与DPPH自由基清除率关系图

Fig.5 Effect of concentration of molasses with ED treatment on its DPPH scavenging rate

由图4和图5可知, 未经电渗析处理的糖蜜浓度在0~0.6017 mg/mL范围内和经电渗析处理后糖蜜浓度在0~0.7459 mg/mL范围内, 浓度和DPPH自由基清除率呈线性关系。

可根据该线性关系, 求解出IC<sub>50</sub>值。其线性拟合方程分别为:

电渗析前糖蜜:  $Y=13.7817+98.7047X$ ,  $R=0.9989$

电渗析后糖蜜:  $Y=23.8642+90.5219X$ ,  $R=0.9995$

由上述两方程, 求解出未经电渗析的糖蜜对DPPH自由基清除率的IC<sub>50</sub>值为0.3669 mg/mL, 同理电渗析处理后糖蜜的IC<sub>50</sub>值为0.2887 mg/mL。

### 3 结论

通过试验研究发现, 糖蜜经过电渗析后对DPPH自由基的清除率稍微提高, 以IC<sub>50</sub>值作为评价糖蜜抗氧化能力的指标, 在相同反应条件下, 其IC<sub>50</sub>值由未经电渗析的0.3669 mg/mL变为0.2887 mg/mL。同时通过DPPH法对比糖蜜电渗析前后抗氧化能力, 证明糖蜜电渗析过程对其抗氧化活性的影响不大。以糖蜜为原料提取天然抗氧化活性物质在理论上是有发展前景的, 也为以糖蜜为原料的抗氧化产品研发提供参考。

### 参考文献

- [1] 扶雄,于淑娟,闵亚光,等.从甘蔗中提取天然抗氧化活性物质[J].甘蔗糖业, 2003 (5): 37- 41.
- [2] 丰永红,于淑娟,李国基,等.DPPH 法测甘蔗提取物抗氧化活性研究[J]. 甘蔗糖业, 2003 (1): 31- 33
- [3] 孟浩, 杭湖. 柯子抗氧化作用的研究[J]. 食品科学, 2002, 21(2): 9- 12
- [4] 吴拥军,石杰,屈凌波,等.流动注射化学发光法及光度法用于巴戟天提取液抗氧化活性的研究[J].光谱学与光谱分析, 2006, 26(9): 1688- 1691
- [5] Kadam U S, Ghosh S B, De S, et al. Antioxidant activity in sugarcane juice and its protective role against radiation induced DNA damage [J]. Food Chemistry, 2008, 106(3): 1154-1160
- [6] 沈莹,彭菁,陈丽燕.黑豆渣中抗氧化物质的提取和抗氧化性能的研究[J].现代食品科技, 2008, 24(11): 1118- 1120
- [7] 徐清萍,安广杰,王素珍.菠菜提取物抗氧化性研究[J].现代食品科技, 2007, 23(2): 31- 36

(上接第 51 页)

- [5] 赵静波,王泰龄,张晶.大鼠急性酒精性肝损伤模型分析[J].中日友好医院学报, 1996, 10(1): 17-19
- [6] 赵可,李弼民.酒精性肝病的研究进展[J].实用临床医学. 2006, 7(12): 194-197
- [7] 江正辉,王泰龄.酒精性肝病[M].北京:中国医药科技出版社, 2001: 26-29
- [8] 童英,姚小曼,吴少平.乙醇诱发急性肝损伤生物标记物的探讨[J].中国食品卫生杂志, 1999, 11(2): 12-14
- [9] 邱雁临,胡静,缪谨枫,梁亮.大孔树脂分离啤酒废酵母中谷胱甘肽的研究[J].现代食品科技, 2008, (2): 131-133
- [10] 田德禄,丁霞.酒精性肝病的发病机制与诊断[J].中国中西医结合脾胃杂志, 1999, 7(1): 1-3.
- [11] 赵敏,杜艳秋,李长喻.葛根素对急性酒精中毒大鼠保护作用的实验研究[J].中国现代医学杂志, 2006, 16(17): 2610-2615
- [12] 袁登峰,王海菊.血清 ALT、γ-GT、CG、HA 测定在酒精性肝病诊断中的意义[J].放射免疫学杂志, 2005, 18(2): 111-112