



# 冷电弧在大枣多糖脱色中的应用

王润地, 王中来\*, 叶建江

(福州大学生物科学与工程学院, 福建福州 350002)

**摘要:**采用“填料型”冷电弧装置对大枣多糖溶液进行了脱色研究。在单因素实验的基础上进行正交实验, 确定最佳工艺条件。结果表明: 填充有平均粒径 3.01mm 活性氧化铝的冷电弧装置, 当糖液质量浓度为 50g/L 时, 在 18kV 的电压下脱色 30min, 脱色效果最好, 脱色率为 57.0%, 糖损失率为 9.82%。

**关键词:**冷电弧, 多糖, 脱色

## Discolorization of polysaccharides from jujube by non-thermal plasma

WANG Run-di, WANG Zhong-lai\*, YE Jian-jiang

(College of Biological Science and Technology, Fuzhou University, Fuzhou 350002, China)

**Abstract:** The decolorization of jujube-polysaccharides by packing media type of non-thermal plasma was studied. Base on the single factor experiment, using the orthogonal design to determine the optimum process conditions. The results showed that use the non-thermal plasma device fill with activated alumina ( $\phi$ 3.01mm), while the polysaccharide solution concentration was 50g/L, in the voltage 18kV detreated 30min, decoloration best, decolorization rate 57.0%, loss rate of sugar 9.82%.

**Key words:** non-thermal plasma; polysaccharide; decolorization

中图分类号: TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2010)03-0271-04

大枣是鼠李科植物枣的果实, 具有极高的营养和医疗保健价值<sup>[1]</sup>。实验研究表明, 大枣具抗免疫兴奋作用、氧化及抗衰老作用、抗肿瘤作用、抗突变作用和抗 I 型变态反应作用<sup>[2]</sup>。大枣多糖是枣果中的重要功效成分, 大枣多糖能有效清除人体内的氧自由基, 且活性大小与多糖的剂量呈线性关系, 可以明显减轻衰老模型小鼠免疫器官的萎缩及脑的衰老<sup>[3]</sup>。近年来对大枣多糖的研究越来越引起研究人员的重视, 大枣粗多糖中含有的色素多为酚类、羟基蒽醌衍生物等<sup>[4]</sup>, 颜色较深, 要进一步精制, 必须加以除去。由于大枣提取液的黏度比较大, 脱色难度很大, 因此, 本文对多糖提取液的脱色工艺进行研究, 以期找到适合工业化生产的工艺。冷电弧就是通过介质阻挡放电产生的冷等离子体, 属于物质的第四态, 由电子、原子、分子、活性自由基以及射线等组成<sup>[5]</sup>。虽然它已被广泛运用于许多领域<sup>[6-8]</sup>, 但关于大枣多糖的脱色方面, 目前在国内外未见报道。目前对大枣多糖脱色的研究还不多见<sup>[9-11]</sup>, 而且大多是采用活性炭吸附脱色<sup>[12]</sup>, 不仅脱色效果有限, 而且容易造成多糖的损失, 本文创新性地采用冷电弧方法进行脱色, 取得了一定的效果。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

大枣 市售山东金丝枣; 浓硫酸、无水乙醇、蒽酮、葡萄糖等 均为国产分析纯; 活性氧化铝 高鑫滤材工业有限公司。

高压变压器 PTI-15/17KV-60HZ, Plasma Technics, Inc.; 紫外可见分光光度计 UV/Vis Spectrometer lambda Bio 10, PERKIN ELMER; 752 型分光光度计 上海光谱仪器有限公司; 分析天平 AG204 DelfuRang, METTLER TOLEDO; 高压感应器 FRC-50M 型, 武汉市木森电气有限公司; 恒流泵 ZT 60-600 1515 EASY, 保定兰格恒流泵有限公司; pH 计 Model 520A, ORION Research, Inc.; 填料型冷电弧处理装置<sup>[13]</sup>。

### 1.2 冷电弧水处理装置的制作及基本参数

该冷电弧装置采用钢化玻璃为介质, 相关参数如表 1 所示。

表 1 装置的基本参数

装置规格尺寸 (cm × cm × cm)	内腔规格尺寸 (cm × cm × cm)	电极材料 铜箔(mm)	有效放电面积 (cm <sup>2</sup> )
50 × 20 × 1.6	42 × 12 × 0.8	0.09	480

### 1.3 实验流程

装置填充适当粒径的活性氧化铝后, 用适量的蒸馏水清洗装置, 同时注意保持装置外部干燥。待处理液 8 经恒流泵 9 通过冷电弧装置 4 进行循环流

收稿日期: 2009-05-06 \* 通讯联系人

作者简介: 王润地 (1986-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 环境生物技术。

基金项目: 福建省光催化重点实验室开放课题 (K-081034)。

动,由两级变压器2和3将220V交流电压调至实验所需电压,对流经冷电弧装置的溶液进行处理。实验结束后,用蒸馏水对装置进行清洗,具体实验流程如图1所示。

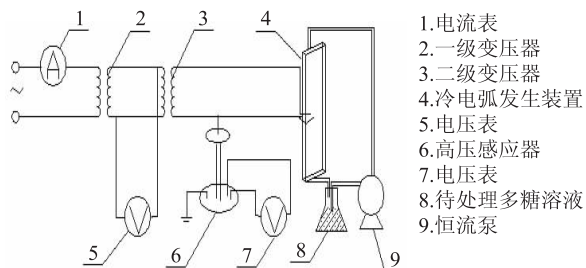


图1 填料型冷电弧脱色实验装置流程图

## 1.4 实验方法

**1.4.1 多糖的测定** 本实验采用蒽酮-硫酸法<sup>[14]</sup>测定多糖,以葡萄糖为标准品做标准曲线:准确称取105℃干燥至恒重的葡萄糖标准品0.1001g于200mL容量瓶中定容,分别移取1.00、2.00、3.00、4.00、6.00、8.00mL标准液于50mL容量瓶中,定容至刻度,得浓度为10、20、30、40、60、80mg/L的葡萄糖溶液;分别移取2mL不同浓度的葡萄糖溶液和蒸馏水于10mL具塞试管中,后置入冰浴中,各管分别加入4mL蒽酮-硫酸溶液,混匀后同时置于沸水浴中,当水再次沸起时准确计时10min后,取出与冰浴中冷却,置于室温10min后,以蒸馏水-蒽酮-硫酸溶液为空白,于625nm处测吸收波长。得回归方程: $y = 0.0133x$ ,相关系数为 $r^2 = 0.998$ 。

**1.4.2 大枣多糖的提取** 准确称取干燥破碎后的红枣粉10g,加入200mL蒸馏水于锥形瓶中,置于沸水浴中浸提2h后真空抽滤,除蛋白后备用。

**1.4.3 大枣提取液最大吸收波长的确定** 对脱色前后大枣多糖溶液进行紫外-可见光谱全波长扫描,确定溶液有色物质的最大吸收波长。

**1.4.4 单因素实验** 分别选取冷电弧施加电压、脱色时间、活性氧化铝粒径、多糖溶液浓度4个因素,对大枣多糖液进行脱色实验,溶液在最大吸收波长下测吸光度,溶液稀释1000倍后用蒽酮-硫酸法测多糖的损失率。

脱色率(%) = (脱色前吸光度 - 脱色后吸光度) / 脱色前吸光度 × 100%

糖损失率(%) = (脱色前糖含量 - 脱色后糖含量) / 脱色前糖含量 × 100%

表2 大枣多糖脱色因素水平表

水平	因素			
	A 电压 (kV)	B 时间 (min)	C 粒径 (mm)	D 浓度 (g/L)
1	18	20	3.01	25
2	20	25	4.14	50
3	22	30	6.48	75

**1.4.5 正交实验设计** 根据单因素实验的结果,选取电压、时间、粒径、浓度为影响因素,按 $L_9(4^3)$ 正交表(表2)设计实验。测定多糖的脱色率和损失率,以二者为指标,采用综合评分法进行评价<sup>[15]</sup>。评分标准:设定多糖脱色率和多糖保存率各占50%,对两项

指标进行加权求和,采用公式:综合得分 = 脱色率 × 0.5 + (100 - 糖损失率) × 0.5

## 2 结果与分析

### 2.1 最大吸收波长的确定

扫描结果表明,红枣多糖溶液无最大吸收波长。根据多糖溶液脱色前后均为橙黄色,故从溶液的互补色考虑,选择450nm为检测波长测定其吸光度<sup>[12]</sup>。

### 2.2 电压对大枣多糖脱色效果及糖损失的影响

采用填充有250g平均粒径3.01mm的活性氧化铝的冷电弧装置,在流量为20mL/min和脱色时间25min的条件下,施加不同电压对大枣多糖溶液进行脱色后,计算脱色率和糖损失率。

由图2可见,大枣多糖溶液脱色率和糖损失率均随外加电压的升高而增大,但糖损失率的增速大于脱色率的增速。随着电压的升高,冷电弧产生的高能电子的能量和数量也随之增加,与多糖溶液中的色素分子碰撞几率加大。此外,由于冷电弧在产生高能电子的同时,还产生一定的臭氧,与氢氧根离子形成自由基,破坏色素分子,因此脱色率增加。但是,在脱色的同时,冷电弧也对多糖分子产生破坏作用,故糖损失率也加大。高脱色率和低糖损失率是本研究的目标,综合考虑最终确定最佳电压为20kV。

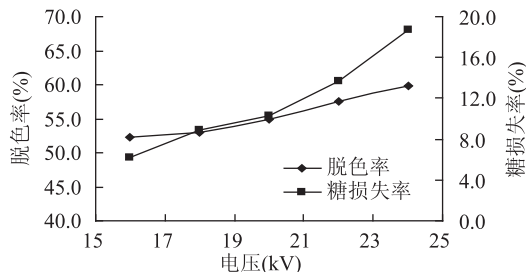


图2 电压对糖溶液脱色率和糖损失率的影响

### 2.3 脱色时间对大枣多糖脱色效果及糖损失的影响

用填充有250g平均粒径3.01mm活性氧化铝的冷电弧装置,在流量为20mL/min,施加电压为20kV的条件下,对大枣多糖溶液进行不同时间脱色后,计算脱色率和糖损失率。

由图3可见,脱色率和糖损失率都随着脱色时间的延长而不断升高。脱色时间延长,冷电弧对色素的破坏作用也越长,同时也会造成糖的损失加大,综合考虑,脱色时间选择25min比较合适。

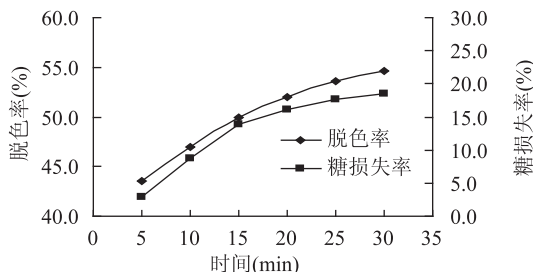


图3 脱色时间对糖溶液脱色率和糖损失率的影响

### 2.4 活性氧化铝粒径对大枣多糖脱色效果及糖损失的影响

用填充有250g不同粒径的活性氧化铝的冷电弧装置,在流量为20mL/min,施加电压为20kV的条件

表3 冷电弧脱色正交实验结果

实验号	A	B	C	D	Y <sub>1</sub> 脱色率 (%)	Y <sub>2</sub> 糖损失率 (%)	Y 综合得分
1	1	1	1	1	47.21	11.11	68.05
2	1	2	2	2	49.25	7.73	70.76
3	1	3	3	3	40.23	9.07	65.58
4	2	1	2	3	42.37	11.41	65.48
5	2	2	3	1	41.00	12.22	64.39
6	2	3	1	2	54.68	8.73	72.98
7	3	1	3	2	38.20	7.77	65.22
8	3	2	1	3	44.66	5.8	69.43
9	3	3	2	1	46.24	12.39	66.93
K <sub>1</sub>	204.4	198.7	210.5	199.4			
K <sub>2</sub>	202.8	204.6	203.2	209.0			
K <sub>3</sub>	201.6	205.5	195.2	200..5			
k <sub>1</sub>	68.1	66.2	70.2	66.5			
k <sub>2</sub>	67.6	68.2	67.7	69.7			
k <sub>3</sub>	67.2	68.5	65.1	66.8			
R	0.9	2.2	5.1	3.2			

下,对红枣多糖溶液进行脱色 25min 后,计算脱色率和糖损失率。

由图 4 可见,活性氧化铝的粒径越大糖液的脱色率越小,主要是因为粒径越大,活性氧化铝的比表面积就越小,起到的吸附作用越弱,对糖液色素的吸附减弱,造成停留时间减少,因此采用评价粒径为 3.01mm 的活性氧化铝。

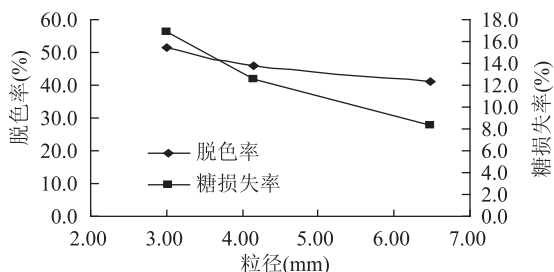


图4 活性氧化铝粒径对糖溶液脱色及糖损失率的影响

### 2.5 糖液浓度对脱色效果及糖损失的影响

分别取不同质量的红枣多糖加入 200mL 蒸馏水于沸水浴中回流浸提 2h,得到不同质量浓度的红枣多糖溶液,过滤后用填充有 250g 粒径为 2~3mm 活性氧化铝的冷电弧装置,流量为 20mL/min,施加电压为 20kV,对红枣多糖溶液进行脱色 25min 后,计算脱色率和糖损失率。

由图 5 可见,当糖液的质量浓度为 50g/L 时,脱色效果较好,虽然此时糖的损失率也较大,但综合考虑确定采用 50g/L 的多糖质量浓度时脱色效果较好。

### 2.6 正交设计确定大枣多糖最佳脱色工艺条件

在单因素实验的基础上,采用正交实验法确定多糖提取液的最佳脱色工艺条件,结果见表 3。

以综合评分作极差分析,从表 3 可以得出,影响大枣多糖脱色影响最大的因素是活性氧化铝的粒径,其次是糖液质量浓度,再次是脱色时间,最后是施加的电压。根据结果分析,其最优的水平组合为 C<sub>1</sub>D<sub>2</sub>B<sub>3</sub>A<sub>1</sub>,即活性氧化铝平均粒径为 3.01mm,糖液的质量浓度为 50g/L,脱色 30min,施加的电压为 18kV。

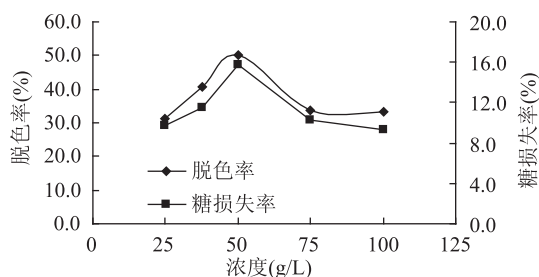


图5 糖液浓度对脱色率和糖损失率的影响

以此为最优组合做 3 个平行实验,测定脱色率为 57.0%,糖损失率为 9.82%。

## 3 结论

通过单因素实验和正交实验,对脱色条件进行了优化,结果表明,采用冷电弧对大枣多糖进行脱色,选用粒径为 3.01mm 的活性氧化铝作为冷电弧装置的填充物,工作电压为 18kV,糖液质量浓度为 50g/L,脱色 30min 的条件下,脱色效果最好,脱色率为 57.0%,糖损失率仅为 9.82%。冷电弧脱色方法首次用于大枣多糖的脱色过程中,随着工艺的改进脱色效果还有望进一步提高,同时在今后的研究中,将结合原有冷电弧的研究基础,加入光催化剂的作用,以期得到更好的脱色效果。

### 参考文献

- [1] 林勤保,高大维,于淑娟,等.大枣多糖的分离和纯化[J].食品工业科技,1998(4):20-21.
- [2] 苗明三,孙丽敏.大枣的现代研究[J].河南中医,2003,23(3):59-60.
- [3] 齐小菊,王向红,迟建,等.枣中糖测定的研究进展[J].河北林果研究,2005,20(2):179-182.
- [4] 吕磊.大枣多糖的提取分子与脱色研究[D].西北大学硕士学位论文,2003:35-36.
- [5] Montie T C, Wintenberg K K, Roth J R. An Overview of Research Using the One Atmosphere Uniform Glow Discharge Plasma (OAUGDP) for Sterilization of Surfaces and Materials

# 几种特色油脂的营养功能特性 及冷榨工艺研究

陈 钊,管伟举

(北京市粮食科学研究所,北京 100076)

**摘 要:**介绍了几种特色食用油脂的营养功能特性,探讨了低温制取工艺条件下的影响因素,并确定了最佳工艺条件。

**关键词:**精品油脂,功能特性,低温冷榨

## Study on the nutritional property and the cold pressing of several characteristic edible oil

CHEN Zhao, GUAN Wei-ju

(Beijing Grain Science Research Institute, Beijing 100076, China)

**Abstract:** The nutritional property of the edible oil oils was introduced, and the process factors when the fine oil was pressed at low temperature were studied, the optimum technology conditions were obtained.

**Key words:** fine oil; nutritional property; cold pressed technology

中图分类号:TS221

文献标识码:B

文章编号:1002-0306(2010)03-0274-04

为满足社会进步和消费需求带来的变化,特色食用油脂是今后食用油脂产品的重要发展方向之一,相对于大豆油、花生油、菜籽油、葵花籽油、棉籽油等大宗油脂产品,南瓜籽油、杏仁油、葡萄籽油、番茄籽油、核桃油、大麻籽油、亚麻籽油等具有功能性突出或加工方式的食用油脂则属于营养功能性油脂。2007年,我所承担了北京市商业专项资金项目—奥运油脂精品研发与质量检测平台建设,作为项目内容之一,我们对南瓜籽油、杏仁油、葡萄籽油、番茄

籽油、核桃油、大麻籽油、亚麻籽油等部分有代表性的特色油脂进行了脂肪酸及特性物质测定与对照,对原料的“植物种仁效应”进行了分析,重点研究了这些特色油料低温冷榨生产工艺,并根据掌握的原料资源开发了一系列产品。开发利用这些特种油料生产精品类油脂,可以进一步丰富我国食用油脂市场,有利于促进民众体质健康,对提升国内油脂产业技术水平,促进区域特色经济发展具有十分重要的意义。

### 1 特色油脂的营养功能特性及生理活性

#### 1.1 南瓜籽油

1.1.1 南瓜籽油概述 南瓜种植与食用起源于美洲,500多年以前,在美国西南部、墨西哥及南美洲

收稿日期:2010-01-20

作者简介:陈钊(1960-),男,本科,高级工程师,主要从事粮油食品研究及科研管理工作。

基金项目:2007年北京市商业专项资金项目。

[J].IEEE Transactions on Plasma Science,2000,28(1):41-50.

[6] Hongbin Ma, Roger Ruan, Xiangyang Lin, et al. Non-thermal Pasteurization of Liquid Foods Using Non-thermal Plasma [J].

Transactions of the CSAE, 2002, 18(5):155-159.

[7] 阮志农,王中来,陈昭华,等.冷电弧技术杀灭水中微生物的实验研究[J].食品工业科技,2005,26(11):76-79.

[8] 黄勤雨,王中来,阮志农.介质阻挡放电冷电弧脱色研究[J].高电压技术,2007,3(2):154-158.

[9] 付学鹏,杨晓杰.植物多糖脱色技术的研究[J].食品研究与开发,2007,28(11):166-169.

[10] 熊小兵,林庆生,赖凤英.一种糖液的脱色方法的研究[J].广西轻工业,2003(6):10-11.

[11] 姚文华,尹卓容.大枣多糖脱色的工业化实验[J].食品工业,2006(5):41-43.

[12] 杨云,刘福勤,冯卫生,等.碱法提取大枣渣多糖及活性炭脱色的工艺研究[J].食品与发酵工业,2004,30(7):30-32.

[13] 王中来,杨志超,阮志农(福州大学).填料型冷电弧杀菌装置[P].福建:CN200420064824.7,2005-07-06.发明专利数据库.

[14] 易剑平,毕雅静,宋秀荣,等.蒽酮-硫酸法测定枸杞多糖质量分数的研究[J].北京工业大学学报,2005,31(6):641-646.

[15] 贾淑珍,王成忠,于功明.香菇多糖脱色方法的研究[J].食品科技,2007(6):113-115.