

## 粒状活性炭固定床用于柑橘汁的脱苦

郑立辉<sup>1</sup> 吴高明<sup>2</sup> 宋胜利<sup>1</sup> 王 强<sup>1</sup>

( 武汉工业学院生物与化学工程系, 武汉 430023 ) ( 武汉钢铁集团焦化厂, 武汉 430083 )

**摘 要** 粒状活性炭用于柑橘汁脱苦具有简化生产工艺的优点, 研究了用粒状活性炭固定床脱苦的效果。在固定床高度为 70 cm, 流量为 0.6 mL/min 逆流操作时, 柚皮苷和柠檬苦素的脱除率分别为 75.58% 和 76.00%, 为进一步研究粒粉活性炭的脱苦提供了依据。

**关键词** 柑橘, 脱苦, 粒粉活性炭, 固定床, 脱苦率

如何脱除柑橘类在加工过程中(如制取柑橘汁时)存在的苦味, 一直是世界难题。其中的苦味物质主要是柠檬苦素和柚皮苷(naringin), 它的存在严重影响着果汁的质量。脱除苦味物质的主要方法有微生物脱苦和吸附脱苦。

微生物脱苦选择性强, 后处理简单, 但不易得到工业规模的微生物, 要实现工业化生产还需要做大量工作; 吸附脱苦使用的吸附剂主要有纤维素乙酯吸附凝胶<sup>[1]</sup>, 苯乙烯二乙烯苯的共聚物(SVDB)<sup>[2]</sup>, 来自天然的廉价木质素 nanaiato<sup>[3]</sup>, 离子交换树脂<sup>[4]</sup>, 聚乙烯吡咯烷酮<sup>[5]</sup>, 粉状活性炭等<sup>[6]</sup>。

活性炭具有来源广、价格低、用量少的优点, 但由于粉状活性炭粒径小, 很难从柑橘汁中分离出来, 而采用粒状活性炭则可以解决这个问题, 简化工艺, 提高生产效率。本文旨在探索粒状活性炭脱苦的条件及效果, 为进一步开发柑橘脱苦提供可行的技术途径和工艺参数。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

食品级粒状活性炭, 夏橙, 其余试剂均为分析纯。

KT303 系列榨汁搅拌机, 离心沉淀器, JB50-B 增力电动搅拌机, 单列式恒温水浴锅, SHZ-D 循环式真空泵, ZWAJ 型阿贝折光

仪, NDJ-1 旋转粘度计, 标准系列筛, 721 型分光光度计。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 柑橘汁的制备

将榨取的柑橘汁 -14℃ 冷藏, 将冷藏过的柑橘汁在室温下自然解冻, 在 3 500 r/min 转速下离心 15 min。

#### 1.2.2 柑橘中苦味物质含量的测定

柚皮苷含量采用乙酸乙酯萃取取样, 以碱性二甘醇显色法测定; 柠檬苦素含量采用氯仿萃取取样, 以对-二甲氨基苯甲醛显色剂显色测定<sup>[7]</sup>。

#### 1.2.3 活性炭种类的选择

将 4 种粒状活性炭在研钵中研磨垢, 用 80 目的标准筛筛分, 得粒径小于 0.18 mm 的粉状活性炭, 将粉状活性炭在 150℃ 的干燥箱中干燥 3 h, 在干燥器中冷却至室温后, 分别将 1.000 g 粉状活性炭加入 4 个盛有 100 mL 柑橘汁的锥形瓶中, 将锥形瓶放入 30℃ 的摇床中以 29 r/min 转速摇动 3 h, 再将混合物在 1 000 r/min 下离心 10 min 除去活性炭, 然后分别用分光光度计测定柚皮苷和柠檬苦素含量。

#### 1.2.4 柑橘汁的脱苦

在常温常压下, 将柑橘汁以不同流率逆流通不同高度的粒状活性炭固定床, 再分别测定柚皮苷和柠檬苦素的含量, 按下式计算柚皮苷和柠檬苦素的脱除率:

$$\text{柚皮苷的脱除率}/\% = \frac{\text{未脱苦的柚皮苷含量} - \text{脱苦后柚皮苷的含量}}{\text{未脱苦的柚皮苷含量}} \times 100$$

考虑到  $V_C$  可以通过添加等措施来强化,故未测定脱苦前后  $V_C$  的含量变化。

## 2 结果与讨论

### 2.1 柑橘汁的预处理

柑橘原汁是粘稠的液体,其中存在大量悬浮物,无论使用何种吸附剂脱苦,都必须减少悬浮物、降低粘度,这是因为液体粘度增加使流体通过固定床的阻力增加,导致压降增加。从减少流体阻力、降低能耗角度考虑,希望粘度越低越好。柑橘原汁中存在的悬浮物会吸附在粒状活性炭上,使活性炭的有效吸附面积减少,或活性炭粉会吸附在悬浮物上,很难从柑橘汁中分离,影响产品质量。除去悬浮物、降低粘度的方法很多,如加入蜂蜜、单宁-明胶,或加热凝聚等,考虑到这些方法利弊,选择冷冻法进行预处理。25℃ 未经冷冻时,柑橘原汁的粘度是 16.5mPa·s,在 -18℃ 冷冻 8h 后,其粘度为 3.98mPa·s,可溶性固形物含量为 10.14%,外观呈黄色澄清液体。

### 2.2 活性炭种类的选择

尽管表征活性炭的指标很多,如比表面积、碘值、灰分、抗磨指数、视密度等,但由于制取活性炭原料不同,制取工艺各异,导致活性炭表面基团性质不同,吸附能力存在很大差异,只能通过试验证实活性炭的吸附能力及选择性,试验结果如表 1 所示。从表 1 数据可见,3 号活性炭对柚皮苷的脱除率仅为 22.4%,而 2 号活性炭对柚皮苷的脱除率达 57.6%,是 4 种活性炭中脱苦效果最好的,所以选择取 2 号活性炭进一步试验。

表 1 不同活性炭对柑橘汁脱苦效果

活性炭编号	1	2	3	4
柚皮苷的脱除率/%	42.5	57.5	22.4	44.7

### 2.3 粒状活性炭脱苦试验

活性炭的脱苦效果首先决定于活性炭本

身的性质,尤其是活性炭表面基团的性质,但活性炭固定床高度、柑橘汁的流量、温度等因素也影响柑橘汁的脱苦效果,活性炭固定床为内径 1.13 cm 的玻璃柱,在不同固定床高度、柑橘汁的流量下进行试验,结果如表 2 所示。从试验数据可知,在活性炭固定床高度不变时,随柑橘汁的流量增加,苦味物质脱除率下降,这与预想的一致,但也可以看出流量从 0.6 mL/min 增加到 1.24 mL/min,脱除率变化很大,而从 1.24 mL/min 增加到 3.6 mL/min 时,脱苦率变化趋缓,这预示着必须选择一个合适的流量范围才能保持一定的脱苦率。由于柑橘汁中苦味物质含量较高,尽管流量为 0.6 mL/min 时,脱苦率仍高达约 75%。

表 2 柑橘汁在不同脱苦条件下的脱苦结果

固定床高度/cm	流量/mL·min <sup>-1</sup>	苦味物质含量/ $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$		柚皮苷脱除率/%	柠檬苦素的脱除率/%
		柚皮苷	柠檬苦		
70	0.60	176.84	14.00	75.58	76.00
70	1.24	336.84	26.83	53.49	54.01
70	3.60	395.79	35.00	43.35	40.00
43	0.60	244.21	22.56	66.28	61.33
43	1.24	370.53	30.30	48.83	48.06
43	3.60	446.32	38.62	38.37	33.80
0	0	724.21	58.34	0	0

柑橘汁的流动方向为逆流,这样可以使柑橘汁与活性炭充分接触,提高脱苦效果;由于活性炭的吸附过程是一个放热过程,温度高不利于吸附的进行,且温度较高时柑橘汁容易发酵变质,所以脱苦过程选择在室温下进行。

## 3 结 论

经过试验,选择 2 号活性炭为吸附剂,在固定床高度为 70 cm,流量为 0.6 mL/min 逆流操作时,柚皮苷和柠檬苦素的脱除率分别为 75.58% 和 76.00%。

由于活性炭品种、型号繁多,表面性质差异极大,导致活性炭吸附性、吸附选择性有很大不同,为活性炭的选择提供了空间,甚至可以开发柑橘汁脱苦专用活性炭。除此之外,

采用多柱串联或并联等方法也是提高柑橘脱苦率一个发展方向。

#### 参 考 文 献

- 1 Chandler B V Johnson R L. Contacting Citrus Juice with a Cellulose Ester Adsorbent to Remove Limonin. US Pat , 3989854. 1976 - 11 - 02
- 2 Mozaffar Z M. High Throughput Debitting. U S Pat , 6045842. 2000 - 04 - 04
- 3 Magnolato Daniele. Process for Removing Bitter

Taste from a Fruit or Vegetable Extract , and the Debittered Extract Thus Obtained. U S Pat , 4282264. 1981 - 08 - 04

- 4 Simon H W , Norman O. Isolation of Flavonoid compounds. U S Pat , 2681907. 1956 - 06 - 22
- 5 Francis P , Griffiths W. Process for Reactivating Polyamide Resin Used in Debitting Citrus juices. U S Pat 3463763. 1969 - 08 - 26
- 6 万 萍 . 食品与机械 2001( 2 ) : 14 ~ 15
- 7 脱苦科研组 . 浙江工学院学报 , 1987( 3 ) : 26 ~ 33

## The Investigation on the Removal of Naringin and Limonin in Citrus Juice by Fixed Bed of Granular Active Carbon

Zheng Lihui<sup>1</sup> Wu Gaoming<sup>2</sup> Song Shengli<sup>1</sup> Wang Qiang<sup>1</sup>

(1 Department of Biotechnology and Chemical Engineering , Wuhan Polytechnic University , Wuhan , 430023 )

(2 Coking Co. Ltd of WISCO , Wuhan , 430083 )

**ABSTRACT** The removal of bitter compounds from citrus juice by fixed bed of granular activated carbon is investigated. This technique in debiting technology of citrus juice has the advantage of easy use. When juice flows counter - wise through the fixed bed of 70 cm height at flow rate of 0.6 mL/min , the ratio of removed naringin and limonin are 75.58% and 76.00% respectively. The research provides basis for further study.

**Key words** citrus juices , debittering , granular active carbon , fixed bed , removal ratio



### 欧盟确切定义功能食品

国际生命科学研究院欧洲分部的一个由欧洲专家组成的项目小组采用如下功能食品定义：“一种食品如果可以令人信服地证明对身体某种或多种机能有益处，有足够营养效果改善健康状况或能减少患病，即可被称为功能食品。”如果一种功能食品有特殊的生理效应，它的主要成分是常量营养素，如果一种功能食品更多的是作为日常膳食补充剂摄入，它的基本成分是微量营养素。功能食品也能以如下食品成分的形式呈现出来：一些是有一定营养功能但却不是人体所必需的成分的食品（如某些低聚糖）；另一些甚至是什么营养价值也没有的食品。实际上真正既能补充营养元素（如新陈代谢所需要的营养），又兼具享受功能的是人们每日的膳食，它既能调解消费者的身体机能，又能减少其患病危险。

功能食品可以用下列 5 种方法生产：（1）减法生产法，即除去食品中某种引发或可能引发毒、副作用的成分（如致敏性蛋白）。（2）浓度增加法，即增加食品中某种天然成分浓度，使其达到某种预期功效的目的或增加某种非营养成分达到特定水平。（3）加法生产法，加入大多数食品中没有的一种成分，不一定是常量营养素或微量营养素，但必须有充分证据证明该成分可带来健康益处（如低聚果糖）。（4）成分替代法，一般把一种通常过量摄入导致不利影响的常量营养素（如脂肪）替换成有充分证据证明可带来健康益处的某成分。（5）增加生物药效性或成分稳定性，减少疾病风险。功能食品对健康有益的声明必须建立在科学的基础上，功能食品学研究是其可信性的必要保证。