

果糖液的结晶性能研究

杨瑞金 潘允鸿 王文生

(食品学院)

摘要 对果糖液在结晶条件下的稳定性及其结晶性能进行了研究。结果表明:果糖在 60℃、pH4.0 左右时比较稳定;对结晶有着重要影响的粘度与浓度和温度有密切关系。

主题词 果糖;稳定性;结晶

中图分类号 TS245.4

0 前言

果糖独特的代谢性质,使它成为很有发展前景的天然糖品,人们对果糖的工业化生产和在食品,特别是在各种功能食品和保健食品中的应用进行了大量的研究。在发达国家果糖在食品中已有较多的应用。

果糖的生产和应用有二种形式,一种是果葡糖浆,另一种是结晶果糖。前者的生产和需求已趋于平稳,而且不能很好体现果糖的独特性质。后者的工业化生产是近 30 多年的事,美国于 50 年代已取得进展,欧洲 60 年代开始有工业规模的生产,但目前该技术的掌握还只限于少数发达国家。

果糖的结晶过程包含晶核的形成和晶体的生长两个过程,影响因素很多,很难寻找到一个适合的结晶条件。为此,作者对果糖的结晶性能进行了研究,并寻找出适合于果糖结晶的可能的条件。

1 材料与amp;方法

1.1 材料

蔗糖水解后分离得果糖液,果糖纯度为 95%~98%。

1.2 分析方法

1.2.1 色值的测定^[2] 用 5cm 的比色皿以蒸馏水为空白对照在 420nm 下测定样品的吸光度,然后根据样品浓度进行计算:

$$IU_{420} = \frac{\text{样品吸光度 } A}{C \times L}$$

式中 C 为 100ml 样品中固形物的含量(g); L 为比色皿的厚度(cm)

收稿日期:1995-10-05

1.2.2 粘度的测定^[3] 高浓度果糖的粘度很大,粘度的测定采用 NDJ-1 型旋转粘度计。计算方法为:

$$\eta = KS$$

式中 η 为粘度 ($\text{Pa} \cdot \text{s} \times 10^{-4}$); S 为刻度圆盘读数; K 为换算系数,查表得^[3]。

2 结果与分析

2.1 果糖在不同温度下的溶解

如图 1 可知,果糖的溶解度与温度有很大的关系,通过冷却方式可结晶出大量的果糖。理论上,从 55℃ 的饱和溶液冷却到 20℃,可结晶出 49.4% 的果糖,从 60℃ 冷却至 20℃,则可结晶出 56.7% 的果糖。冷却结晶的起始温度越高,终了温度越低,则结晶得率越高。因此在没有其它条件限制的情况下,结晶起点温度应高些。不过,结晶的起点温度和终点温度的确定还需考虑果糖的稳定性、粘度及其构象转变等因素。

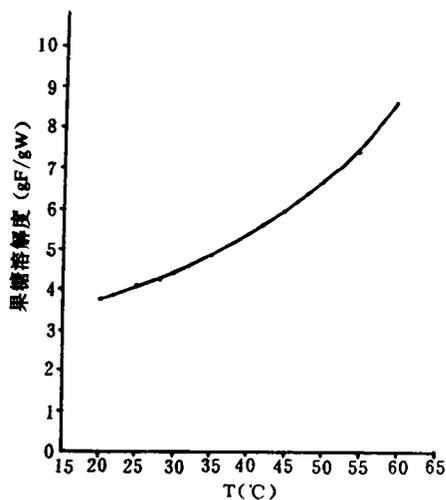


图 1 果糖的溶解度与温度的关系

2.2 果糖的热稳定性

果糖是热敏性物质,保持其稳定是结晶的首要条件。

果糖在酸性条件比在碱性条件下稳定,但即使在酸性条件下仍然不稳定,会生成各种的产物。根据文献[1]介绍,在酸性条件下生成 1,2 烯二醇和 2,3 烯二醇及其进一步的产物如 5-羟甲基 2-呋喃甲醛等,相对稳定的 pH 范围为 2~6。

作者对自制的果糖液以色值为间接指标,进行了热稳定性的研究。尽管色值指标不能直接反映出果糖的分解量,但与果糖的分解量有正相关关系,因此可间接地衡量果糖的热稳定性。

图 2 结果表明:果糖在三个考察 pH 值中,pH3.5 时最稳定。pH4.0 与 pH3.5 色值变化相差不大,pH4.5 色值变化很大,即在 pH4.5 时,果糖的分解可能较多。因此,在结晶时,pH 控制在较低的范围较适宜。但 pH 也不能太低,Y. D. Chu 等研究发现^[4],pH 较低有利于二果糖酐的形成,该物质的形成会抑制果糖晶体的生长。因此,从果糖的稳定性来看,建议在 pH4.0 下进行,当然具体的 pH 的选定,还应根据果糖的结晶速度来确定。

温度对果糖的稳定性有很大的影响,结果见图 3。图 3 表明,65℃ 比 60℃ 更不稳定,但色值相差不大,即在 65℃ 的条件下果糖仍有一定的稳定性,操作时,若在此温度不停留太长的时间,不会有太大的问题。

总之,对果糖液的处理宜在 pH4.0 和 65℃ 以下进行。

2.3 果糖浆的粘度

结晶过程是一传质过程,而粘度是影响传质过程的重要因素,因此作者对果糖浆的粘度进行了试验,结果如图 4。

图 5 是 60℃ 时果糖浆浓度与粘度的关系。实验表明:果糖的粘度随浓度和温度的变化

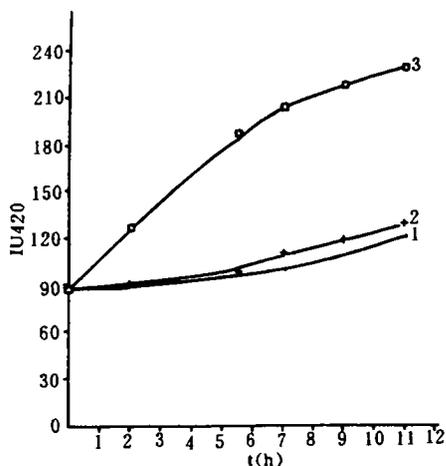


图 2 60 C 不同 pH 条件下果糖液色值随时间的变化
1 pH3.5 2 pH4.0 3 pH4.5

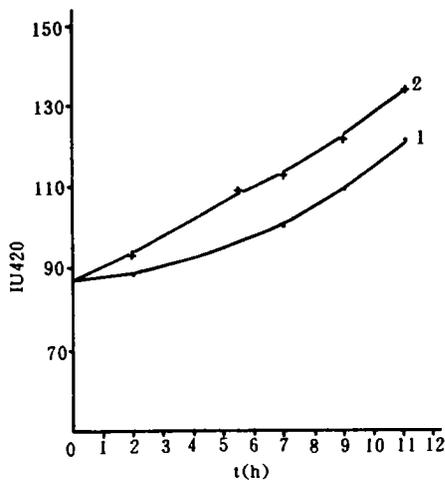


图 3 pH3.5 时果糖液在 60 C 和 65 C 条件下色值随时间的变化
1 60 C 2 65 C

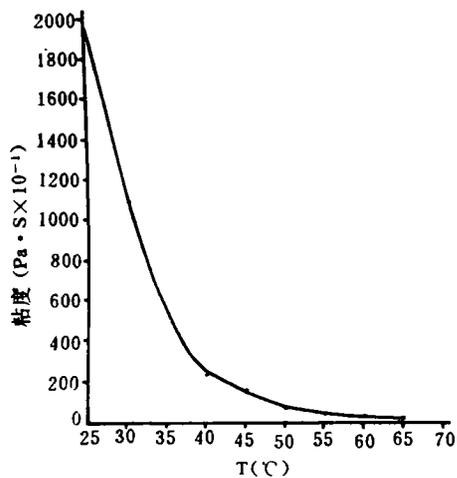


图 4 果糖浆在不同温度下的粘度
浓度为 77%

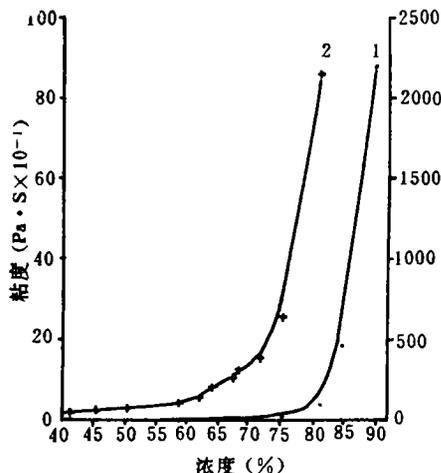


图 5 60 C 时果糖浆浓度与粘度的关系
1 浓度为 40%~90% 2 浓度为 40%~80%

变化很大,但具有一定的特点,即在较低浓度时($<60\%$)时,粘度很低(比蔗糖还低),但当浓度超过 65% 时,粘度随浓度上升很快,达到结晶要求的浓度时,粘度相当大,即使温度达到 60 C ,其粘度值也超过 $2000\text{ Pa} \cdot \text{s}$,这对结晶是很不利的。另外,粘度随温度变化的试验结果表明,温度对粘度的影响也很大, 45 C 以上粘度很低,但低于 45 C 时,随着温度降低粘度增加得很快,温度降至 35 C 以下时,粘度相当大。这说明果糖浆在低温区的高粘度性质对结晶过程是很不利的。

根据上述果糖浆粘度的特点,在进行果糖结晶过程中,采取降粘措施是有必要的,特别是在结晶的开始阶段和结晶的后期,尤其应采取降粘措施。

果糖浆的粘度特性对结晶果糖的生产不利;但它可为食品加工利用,可以利用果糖来保

湿,抑制冰晶生长,改善食品质构。

3 结 论

果糖结晶的条件要求较高,在温度 60℃ 以下、pH4.0 左右可基本满足结晶要求的稳定的条件,但粘度随浓度和温度的变化很不利于结晶过程的进行,因此,采取一定的降粘措施是必要的。影响果糖的结晶的因素还很多,如起晶、搅拌和温度控制等,因此,对果糖的结晶工艺还需作进一步的研究。

参 考 文 献

- 1 Shallenberger R S. Pure and Applied Chemistry, Pergauwn Press Ltd. London 1987
- 2 华南理工大学. 制糖工业分析. 轻工业出版社,1981. 233~234
- 3 华南理工大学. 制糖工业分析. 轻工业出版社,1981. 236~240
- 1 Chu Y D, Shiaw L D, Berglund K A. J. Crystal. Growth. 56(1989)

A Study on Crystallizing Properties of Fructose Syrup

Yang Ruijin Pan Yunhong Wang Wensheng

(School of Food Science & Technology)

Abstract The stability under the crystallization condition and crystallizabilty of fructose syrup were investigated. The result shows that fructose is relatively stable and is easily crystallized under the condition of pH4.0 and 60℃, crystallization Viscosity of fructose syrup as affecting factor on crystallization is closely related to the temperature and the concentration.

Subject-words Fructose; Stability; Crystallization