

文章编号 :1009 - 038X(2002)04 - 0400 - 04

柑桔汁悬浮稳定机理的探讨

郑氏金云, 许时婴, 谢良

(江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214036)

摘要: 柑桔汁的混浊稳定机理研究. 结果表明, 均质可以降低柑桔汁悬浮颗粒的大小, 从而提高产品的稳定性, 但是均质的压力高于 19.6 MPa 时, 悬浮颗粒过小, 贮存期间颗粒易合并而破坏混浊稳定性. 添加蔗糖可以增大柑桔汁的密度, 稳定剂可以提高柑桔汁的粘度, 从而降低了悬浮颗粒沉降速度, 提高产品的稳定性. 研究还发现, 复配稳定剂对柑桔汁稳定作用优于单一稳定剂, 这是因为大分子之间产生协同作用所致.

关键词: 柑桔汁; 悬浮稳定性; 稳定剂

中图分类号: TS 255.44

文献标识码: A

Study on the Mechanism of Cloud Stability of Orange Juice

TRINH THI Kim Van, XU Shi-ying, XIE Liang

(School of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China)

Abstract: The mechanism of cloud stabilization for orange juice was investigated. The results indicated that the homogenization could enhanced the cloud stability of juice by decreasing the size of the particles. However, while homogenized at pressure higher than 19.6 MPa, the particles were easy to aggregate, and the cloud stability was destroyed. The sugar also could increase the density of the juice serum and contribute to the stabilization of the product. The stabilizers in the juice could increase the juice viscosity and improve the juice stability by decreasing the sedimentation velocity of the particles. It was found that due to the interaction of macromolecules, the blend stabilizers had more effect on the stability of juice cloud than single one.

Key words: orange juice; cloud stability; stabilizers

柑桔汁是从柑桔榨汁制得的天然混浊果汁, 它具有高营养价值、诱人的颜色及风味, 因而引起人们极大的兴趣. 柑桔汁的特色在于其天然性, 所以需要保持柑桔汁在加工、贮存及销售过程中的混浊稳定性, 这是柑桔汁加工技术的关键. 柑桔汁是多种物质构成的悬浮体系^[1], 其稳定性受多种因素影响, 它的稳定机制非常复杂, 作者从动力学、化学、

热力学和静电学等几个方面探讨了柑桔汁悬浮稳定机理.

1 材料、设备与方法

1.1 主要材料与设备

芦柑: 无锡市场购买; 黄原胶: Kelco 公司生产; 果胶 D150: 丹麦生产; 羧甲基纤维素(CMC): 国产;

收稿日期: 2002-01-07; 修订日期: 2002-04-10.

作者简介: 郑氏金云(1959-), 女, 越南河内人, 工学硕士.

万方数据

白糖:自制;NaOH:中国上海医药化学试剂公司生产;柠檬酸:山东化学试剂厂生产;螺旋压榨机;pHs-2型酸度计:上海第三分析仪器厂制造;MA110电子天平和MP 2000-20电子天平:上海天平仪器厂制造;800型离心沉淀器:上海手术器械厂制造;阿贝折光仪:上海光学仪器厂制造;均质机:上海东华高压均泵厂制造;奥氏粘度计;比重瓶;光散射仪Malvern Autosizer:英国制造;Zeta电位测定仪DPM-1:上海制造。

1.2 分析方法

1.2.1 粘度测定 奥氏粘度计法^[2]。

1.2.2 密度测定 比重瓶法^[3]。

1.2.3 柑桔汁中悬浮颗粒 Zeta 电位测定

DPM-1-Zeta 测定仪测定。

1.2.4 柑桔汁中悬浮颗粒的粒度分布测定 光散射仪 Malvern Autosizer 测定。

1.3 实验方法

1.3.1 柑桔汁加工工艺流程

柑桔全果→前处理→榨汁→过滤→调和→均质→脱气→装瓶→杀菌→产品。

1.3.2 柑桔汁浊度的测定 采用 K_{rob} ^[4]的方法并进行改良。把柑桔汁充分摇匀,取 10 mL 于 3 000 r/min 离心 10 min,用 722 型分光光度计测 660 nm 处的波长,以蒸馏水作对照,测上层液 O.D. 值。

1.3.3 柑桔汁中不稳定悬浮物的测定 采用 Shimon Mizhahi 的方法^[1]并进行改良。将起始样品于 4 000 r/min 离心 30 min,然后测其浊度。用未经离心和经离心的浊度差作为产品的不稳定悬浮物。不稳定悬浮物数值代表稳定性的大小,不稳定悬浮物数值越大,则表明稳定性越差。

2 结果与讨论

2.1 柑桔汁悬浮颗粒的尺寸对其稳定性的影响

柑桔汁的悬浮颗粒在重力作用下沉降,致使固-液分离,并影响到产品的稳定性。根据 Stokes 公式^[5]:

$$\mu = 2r^2g(\rho_p - \rho_0)/9\eta$$

其中 μ 为颗粒的沉降速度, g 为重力加速度, ρ_p 为介质密度, ρ_0 为颗粒密度, r 为颗粒半径, η 为介质粘度。

颗粒沉降速度与颗粒尺寸呈正比,颗粒尺寸越小,沉降速度越慢,因而在柑桔汁加工中采用均质方法来降低和均制悬浮颗粒的尺寸,以提高产品的稳定性。作者采用不同的均质压力,研究了产品颗粒的平均半径、不稳定悬浮物含量和均质的压力关

系,结果见表 1。

表 1 柑桔汁颗粒半径和均质压力及混浊稳定性间关系
Tab. 1 Relation of homogenization to particle size and stability

均质压力/ MPa	颗粒平均半径/ μm	不稳定悬浮物 O.D. 值
6.86	1.369	0.287
9.80	0.967	0.240
14.70	0.954	0.235
19.60	0.943	0.230
24.50	0.913	0.276
29.40	0.902	0.308

由表 1 可见,均质压力越高,柑桔汁的颗粒平均半径越小,当均质的压力从 6.86 MPa 增加到 19.6 MPa 时,柑桔汁的颗粒平均半径从 1.369 μm 降低到 0.943 μm ,柑桔汁的不稳定悬浮物的 O.D. 值从 0.287 降低到 0.230,说明当均质压力从 6.86 MPa 增加到 19.6 MPa 时,柑桔汁的稳定性随均质压力的提高而提高。当均质压力从 19.6 MPa 增加到 29.4 MPa 时,颗粒的平均半径从 0.943 μm 降低到 0.902 μm ,可是柑桔汁的不稳定悬浮物的 O.D. 值却从 0.230 增加到 0.308。这说明均质压力从 19.6 MPa 增高到 29.4 MPa 时,混浊稳定性反而下降。这是因为颗粒太小、表面积大,布朗运动的速度加快,颗粒碰撞次数增多,从而使颗粒易聚合。

图 1、2 是不同均质压力对柑桔汁贮存稳定性的影响。由图可见,当均质压力为 19.6 MPa 时,柑桔汁有较好的贮存稳定性,在 60 d 贮存期间内,颗粒大小分布几乎不变。而均质压力为 29.4 MPa 时,所得的柑桔汁经 60 d 贮存后的颗粒分布均有很大变化:不仅颗粒变大,而且颗粒分布的范围变宽。这意味着颗粒易聚合,说明均质压力高虽能获得较小的颗粒,但由于表面能增大,体系不稳定,颗粒有自动聚集的趋势以降低体系的自由能,因而使颗粒易于聚合,在贮存期间颗粒尺寸增加很快,这对悬浮稳定是不利的。因此均质压力并非越高越好,选择合适的均质压力才能获得较高的贮存稳定性。

2.2 柑桔汁液相密度与其悬浮稳定性关系

Stokes 公式表明,颗粒沉降速度与固-液两相的密度差呈正比。因此要降低颗粒沉降速度应该减小两相的密度差,也就是使液相的密度升高或降低固相的密度。作者通过添加蔗糖来提高柑桔汁的液相密度,研究了蔗糖添加量、液相密度和柑桔汁的稳定性关系,结果见表 2。

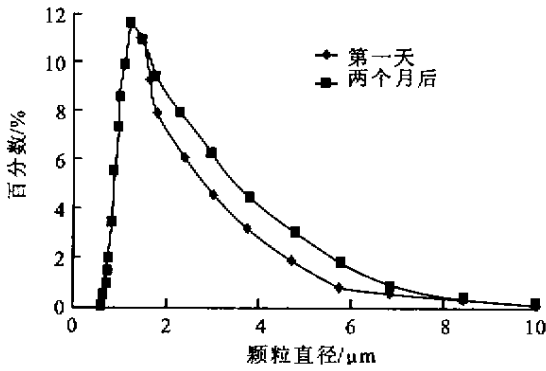


图 1 均质压力为 19.6 MPa 所得柑桔汁的颗粒分布
Fig.1 The particle distribution of orange juice at homogenization pressure of 19.6 MPa

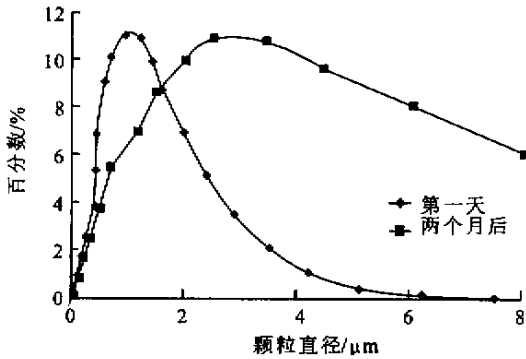


图 2 均质压力为 29.4 MPa 所得柑桔汁的颗粒
Fig.2 The particle distribution of orange juice at homogenization pressure of 29.4 MPa

表 2 液相密度和浑浊稳定性关系

Tab. 2 Relationship between serum density and cloud stability

糖添加量/ (g/dL)	折光度/ $^{\circ}$ Bx	液相密度/ (g/cm ³)	不稳定悬浮物 O. D. 值
7	16.4	1.059	0.26
10	20.5	1.073	0.24
13	21.4	1.082	0.21

从表 2 可见, 糖的添加量从 7 g/dL 增加到 13 g/dL, 液相的密度从 1.059 g/cm³ 增加到 1.082 g/cm³, 产品的不稳定悬浮物的 O. D. 值从 0.26 减小到 0.21, 说明添加蔗糖可以改善柑桔汁的悬浮稳定性. 当然还可以添加其他增重剂提高液相密度以减少糖度.

2.3 液相粘度与柑桔汁混浊稳定性关系

在柑桔汁中添加稳定剂可以提高柑桔汁的混浊稳定性, 这是因为稳定剂可以增加液相的粘度,

从而降低了悬浮颗粒沉降速度. 果胶用量和柑桔汁的粘度关系见表 3.

表 3 桔汁粘度和混浊稳定性关系

Tab.3 Relationship between orange juice viscosity and cloud stability

果胶添加量/ (g/dL)	相对粘度	不稳定悬浮物 的 O. D. 值
0.00	1.46	0.21
0.05	1.83	0.18
0.07	1.97	0.15
0.10	2.09	0.12
0.12	2.23	0.12
0.15	2.30	0.18
0.17	2.41	0.20

由表 3 可见, 果胶添加量越多, 桔汁的相对粘度越高, 当果胶添加量从 0 g/dL 增加到 12 g/dL 时, 柑桔汁混浊稳定性逐渐增加. 当果胶添加量提高到 0.17 g/mL 时, 柑桔汁的稳定性下降. 这可能是稳定剂在高质量浓度时发生了聚合从而影响到体系的稳定性, 因此在柑桔汁加工中添加稳定剂应该选择适当的添加量.

2.4 柑桔汁的电性质对其稳定性的影响

为了研究柑桔汁中颗粒的电性质, 作者测定了柑桔汁在不同 pH 值中的 Zeta 电位, 结果见表 4. 从 Zeta 电位测定可知, 柑桔汁中颗粒带负电荷, 颗粒的 Zeta 电位随 pH 提高而增加.

表 4 柑桔汁中颗粒的 Zeta 电位和 pH 关系

Tab.4 Relation between particle zeta-potential and pH

柑桔汁 pH 值	柑桔汁中颗粒 Zeta 电位/(mV)
3.0	5.76
3.5	8.19
4.0	9.90
4.5	9.94
5.0	11.90

一般, 当 Zeta 电位大于 25 mV 时, 可以认为是稳定体系^[6]. 从表 4 可知, pH 在 2~5 范围内, 柑桔汁中悬浮颗粒的 Zeta 电位均远低于 25 mV, 这说明柑桔汁混浊稳定性不是由于电性质引起的.

2.5 复配稳定剂对柑桔混浊汁稳定性的影响

在柑桔汁中添加由果胶、CMC 及黄原胶复配后所得柑桔汁混浊稳定性比单一的稳定剂好, 结果见表 5.

表 5 复配稳定剂的不同配比、柑桔汁的相对粘度及不稳定悬浮物的关系

Tab.5 Relationship between stabilizers ratio of blend stabilizers , orange juice viscosity and cloud stability

果胶:黄原胶:CMC	柑桔汁 相对粘度	不稳定 悬浮物 O. D.
10:0:0	1.67	0.25
0:10:0	6.88	0.22
0:0:10	2.18	0.23
2:3:2	2.29	0.12

表 5 显示 ,添加黄原胶时 ,柑桔汁的粘度比添加其它的胶或复配稳定剂高 ,从而降低颗粒沉降速度 ,改善产品的稳定性 .但柑桔汁的粘度太高 ,口感不能为消费者所接受 .作者研究了 2 ~ 3 种不同的胶进行复配 .

从图 3 4 可见 ,3 种胶进行不同配比后 ,其溶液的相对粘度为曲线 ,说明复配胶之间发生了相互作用 .由于不同的胶产生协同作用 ,形成了一种弱凝胶 ,具有一定的屈服劲 ,从而提高了柑桔汁的稳定性 ,而且也可从复配胶协同作用最强的点来确定复配胶的配比 .

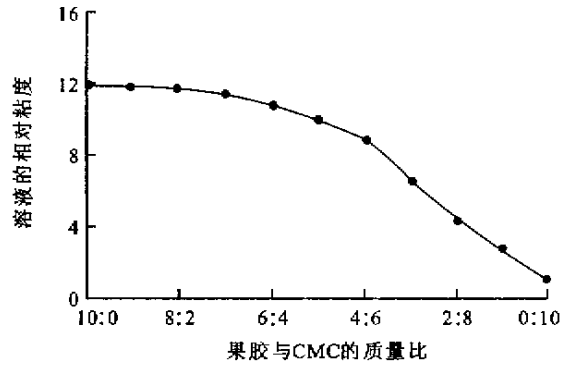


图 3 2 种胶复配的溶液粘度

Fig.3 The solution viscosity of two kind stabilizers

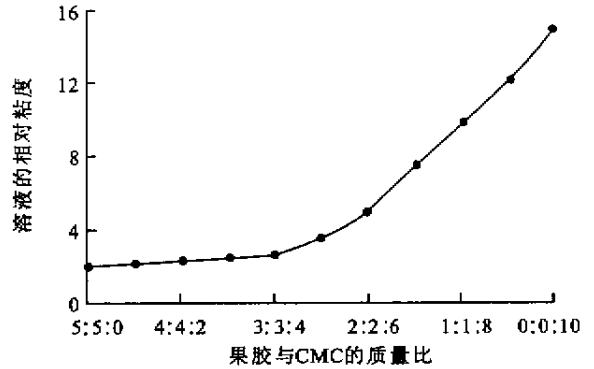


图 4 3 种胶复配溶液粘度

Fig.4 The solution viscosity of three kind stabilizers

参考文献 :

[1] JEROME A KLAVONS , RAYMOND D BENNETT , SADIE H VANNIER. Physical/chemical nature of pectin associated with commercial orange juice cloud [J]. *Journal of Food Science* , 1994 , 59 : 399 - 402 .

[2] 陈克夏 , 卢晓江 , 金醉哲等 . 食品流变学及其测量 [M]. 北京 : 中国轻工业出版社 , 1989 .

[3] 无锡轻工业学院 , 天津轻工业学院 . 食品分析 [M]. 北京 : 中国轻工业出版社 , 1996 .

[4] KROP J J P. The mechanism of cloud loss phenomian orange juice [D]. The Netherlands : Wageningen Agricultural Univ , 1982 .

[5] 芮汉明 . 软饮料沉淀问题浅析 [J]. 饮料工业 , 1994 (2) : 1 - 3 .

[6] ERIC DICKINSON . An introduction to food colloid [M]. Oxford : Oxford University Press , 1992 .

(责任编辑 李春丽)