

分类号 TS24/01
89023

密级

硕士学位论文

题目: 表面活性剂在煮糖过程
中对蔗糖结晶灰分影响的研究

英文并列题目: The Study on the Effect of Surfactants on
ASH of Sucrose Crystal during Pan-processing

研究生: 于德华 专业: 食品工程

研究方向:

导师: 王文生、韦光果

学位授予日期:

1989 年 5 月 日

无锡轻工业学院

地址: 无锡市青山湾

无锡轻工业学院研究生论文纸

摘要

本文对煮制甲糖膏过程中添加表面活性剂对产品糖中灰分含量的影响进行了研究。在实验室条件下,通过甲糖膏模拟煮糖,分别对五种常用表面活性剂做了六种添加量的对比实验。对产品糖总灰分含量进行检测。同时,为探究表面活性剂减少灰分形成的机理,对几种有代表性的灰分组分: K 、 Na 、 Ca 、 Fe 、 SO_4 含量以及对产品糖粒波进行检测。

实验结果包括:

1. 在适当的添加量范围内,糖助剂-29、Hodag-CB-6、MAZU 400、SS-02及S-570均能显著降低产品糖灰分含量。
2. 表面活性剂对产品糖中 K 、 Na 的去除率比对 Ca 、 SO_4 的去除率高得多。
3. 表面活性剂对 K 含量影响与对粒波影响的一致性比表面活性剂对 Ca 含量影响与对粒波影响的一致性更强。
4. 表面活性剂对 Ca 、 SO_4 的去除趋势与对总灰分的去除趋势趋于一致。表面活性剂对 K 的去除趋势与对 Na 的去除趋势趋于一致。

本文在上述实验结果的基础上,对表面活性剂

无锡轻工业学院研究生论文纸

在煮糖过程中减少产品糖灰分含量的作用机理作了初步探讨。认为：表面活性剂在煮糖过程降低母液粘度和晶液间界面张力的作用，使煮糖体系流动性大大改善，使结晶体质量提高，使分蜜效率提高，带来成品糖中母液夹带的减少，从而带来成品糖灰分含量的降低，是表面活性剂改善成品糖灰分含量的主要原因。表面活性剂增溶、静电屏蔽等作用效果与上述作用效果比较起来幅度小得多。

关键词： 蔗糖结晶 灰分 表面活性剂

无锡轻工业学院研究生论文纸

ABSTRACT

The effects of several surfactants on the ash content in sugar products during pan-processing have been researched under laboratory condition. By pan-processing model with A-masseccuite, six different dosage of five surfactants which is widely used have been performed and the total ash content of the sugar product is assaied. Meanwhile, research the mechanism of surfactants reducing the ash formation. Several important element such as K, Na, Ca, Fe, SO_4 content and the aperture was assaied.

The experiment results as following:

1. In suitable dosage, sugar aid-29, Hodag CB-6, MAZU400, SS-02 and S-570 all can reduce the ash content in sugar products significantly.
2. The ratio of K and Na removed is far more than that of Ca and SO_4 removed.
3. The relation of K content is more linear than that of Ca content to the aperture by the use of the surfactants.

无锡轻工业学院研究生论文纸

4. The trend of removing CaSO_4 is the same as that of the total ash content, and the trend of removing K is the same as that of the Na by the use of surfactants.

According to the experiment, the mechanism of removing ash in sugar products during pan-processing by the use of surfactants is discussed, which shows that surfactants can decrease the surface tension between crystal and liquid, decrease the viscosity of liquid, so increase the fluidity, by this way, get the crystal better quality, and increase the separating efficiency, so decrease the liquid remaining in the crystal, in this way, decrease ash content, this is the main cause of improving the sugar ash content by the use of the surfactants. The effect of increasing solubility and static electricity protection action is far lower than that have been mentioned above.

KEY WORDS:

Sucrose crystal, Ash, and Surfactant

无锡轻工业学院研究生论文纸

目录

一. 前言	1
二. 基本概念	4
(一) 蔗糖晶体	4
(二) 甘蔗糖制品中的无机非糖分	4
1. 来源	4
2. 成品糖中的无机非糖分	4
(三) 表面活性剂	6
三. 实验	7
(一) 原材料	7
1. 糖浆	7
2. 晶种	7
3. 表面活性剂	7
(二) 实验装置(仪器等)及实验方法	8
1. 煮糖	8
(1) 模拟煮糖缶	8
(2) 离心分离机和筛分机	10
(3) 甲糖膏煮制	10
(4) 表面活性剂的添加	13

无锡轻工业学院研究生论文纸

2. 样品测定	14
(1) 总灰分测定	14
(2) K、Na、Ca、Fe 离子的测定	15
A. 原理简述	15
B. 原子吸收分光光度计	16
C. K、Na、Ca、Fe 离子的测定过程	16
(3) SO_4^{2-} 的测定	18
A. 原理简述	18
B. 离子色谱仪	19
C. 测定过程	20
四. 实验数据处理及结果讨论	21
(一) 实验数据	21
(二) 实验数据处理	27
1. 表面活性剂种类和添加量对总灰分影响的方差分析	27
(1) 表面活性剂种类的影响	28
(2) 表面活性剂添加量的影响	29
2. 表面活性剂种类和添加量对钙含量影响的方差分析	31
(1) 表面活性剂种类对钙含量的影响	31

无锡轻工业学院研究生论文纸

(2) 表面活性剂添加量对铜含量

量的影响 ————— 31

3. 表面活性剂种类和添加量对铜含量

影响的方差分析 ————— 32

(1) 表面活性剂种类对铜含量的影响 ———— 32

(2) 表面活性剂添加量对铜含量的影响 ———— 32

4. 表面活性剂种类和添加量对 SO_4^{2-} 含量

影响的方差分析 ————— 33

(1) 表面活性剂种类对 SO_4^{2-} 含量的影响 ———— 33

(2) 表面活性剂添加量对 SO_4^{2-} 含量的影响 ———— 33

5. 粒波与K含量及粒波与Ca含量的线性回归 ———— 34

(1) 添加SS-02的测定数据及线性回归结果 ———— 34

(2) 添加Hodag CB-6的测定数据及线性

回归结果 ————— 35

(3) 添加MAZU 400的测定数据及线性

回归结果 ————— 36

(4) 添加糖助剂-29的测定数据及线性

回归结果 ————— 37

(5) 添加S-570的测定数据及线性

回归结果 ————— 38

(三) 实验结果 ————— 39

无锡轻工业学院研究生论文纸

1. 表面活性剂对成品糖总灰分含量的影响	39
(1) 表面活性剂种类的影响	39
(2) 表面活性剂添加量的影响	40
2. 表面活性剂对成品糖 Ca 含量的影响	41
(1) 表面活性剂种类的影响	41
(2) 表面活性剂添加量的影响	42
3. 表面活性剂对成品糖 K 含量的影响	42
(1) 表面活性剂种类的影响	43
(2) 表面活性剂添加量的影响	43
4. 表面活性剂对成品糖 SO_4^{2-} 含量的影响	44
(1) 表面活性剂种类的影响	44
(2) 表面活性剂添加量的影响	45
5. 表面活性剂对成品糖中 Na 含量的影响	45
6. 表面活性剂对成品糖中 Fe 含量的影响	46
(1) 表面活性剂种类的影响	46
(2) 表面活性剂添加量的影响	47
(四) 表面活性剂减少成品糖灰分含量机理讨论	49
1. 成品糖中灰分形成途径	49
(1) 晶体糖表面不纯介膜造成灰分增加	49
(2) 不良晶体内包藏不纯物质造成灰分增加	55

无锡轻工业学院研究生论文纸

A. 单独生长的变异晶体	55
B. 聚晶, 併晶等合生晶体	57
C. 伪晶	58
(3) 某些无机杂质与蔗糖的“共结晶”	59
(4) 某些无机杂质的沉淀析出	60
2. 表面活性剂的作用	60
(1) 表面活性剂改善糖膏流动性从而 提高结晶体质量	62
A. 利于晶体快速、均匀生长	62
B. 减少聚晶、併晶等不良晶体生成	63
(2) 表面活性剂能显著改善分卷	64
(3) 表面活性剂的及阻碍、增溶等 作用	66
A. 表面活性剂对有选择性吸附特 性杂质的阻碍作用	66
B. 表面活性剂对有机化合物的增溶 作用	67
C. 表面活性剂的静电屏蔽作用	68
D. 表面活性剂对边界层的影响	69
五. 参考文献	72
六. 致谢	74

无锡轻工业学院研究生论文纸

一. 前言

国外制糖界从六十年代初就开始了应用合成表面活性剂的研究,试图把它作为改善和强化生产的一项技术。美国苏联、英国、日本、菲律宾和南非等国的研究者,曾在制糖过程的许多主要环节进行了添加不同种类的合成表面活性剂的研究工作。绝大多数研究者对结果都给予了积极的评价。其中报道最多的是在煮糖过程中应用表面活性剂。

据报道⁽¹⁾在煮糖过程中添加表面活性剂,可获得改善煮糖操作,提高产品质量和提高产糖率的效果。夏威夷的 Hutchinson 制糖公司,进行的试验表明,添加 Hodag CB-6 (α -甲基葡萄糖甙椰油双脂)可使甲糖膏的煮糖时间缩短 9.7%,乙糖膏缩短 10.1%,丙糖膏缩短 18%。另据报道,添加 Hodag CB-6 能使低段糖膏的晶形化较好,结晶较少,可以煮出较稠的糖膏。日本的一些精煉糖厂,在糖膏中添加 S-570 (蔗糖酶),由于降低了糖膏的界面张力和粘度起到了增加流动性及传热效率,促进晶体生长,改善分蜜的作用,从而提高了产糖率及产品质量。苏联的一些糖厂,通过添加 AMTCK-50 (50% 乙烷化硬脂酸酯)大大强化了结晶过程,缩短了煮糖时间,提高了白砂糖晶粒均匀度。添加 AMTCK-100 (100% 乙烷化硬脂酸酯单甘油酯)可提高白砂糖产率 12.5%,而且,产品

无锡轻工业学院研究生论文纸

糖液内，聚晶减少，并能改善最终糖膏粘度和分蜜，使日糖包重 2.0—4.0 st，下降到 1.5—2.5 st。

近十年来，国内一些研究所、高等院校以及工厂对煮炼过程应用表面活性剂，也作了一些探索性试验。

华南工学院发表了题为“表面活性剂在蔗糖溶液中作用机理的初步探讨”的文章，对 28 种表面活性剂作了实验室筛选试验，初步研究了表面活性剂对糖液表面张力、粘度、糖膏流动性及蒸发速率的作用机理。^[2]

轻工业部甘蔗糖业研究所进行的试验表明^[3]，蔗糖膏 S-570 对于低纯度的糖膏结晶有明显促进作用，添加量为 50 ppm 和 100 ppm 时，分别使结晶速度增加 10.3% 和 32.9%。无锡轻工业学院制糖教研室曾对国内外 30 种表面活性剂在煮糖过程中的作用效果方面进行了筛选工作，试验结果表明：Hodag CB-6、糖助剂-09 能够显著地缩短煮糖时间；糖助剂-09、糖助剂-10、糖助剂-26、SS-02 均能显著地降低抽密纯度。^[4]

但是由于表面活性剂本身的特性和煮糖过程的特殊情况，国内外在这方面所作的工作以及人们的注意力一直较多地在低级糖膏煮炼的应用上，而对在高级糖膏中的应用研究的不多，尤其是对通过系统分析，检测成品糖的杂质含量，从而对表面活性剂的效果，进行比较

无锡轻工业学院研究生论文纸

准确的评估的工作开展不多,还未见国外有这方面报道。

事实上,表面活性剂对蔗糖系统的综合作用,一个最主要的效果,就在于能改善成品糖质量,可能是一项投资极少而效果明显的强化技术。基于这种思想,无锡轻工业学院从1955年起,率先开始了在高级糖膏的煮炼过程中添加表面活性剂以期改善成品糖质量的研究工作。到目前为止,已发表了《表面活性剂对蔗糖结晶MA、CV及CRI影响的研究》,《减少白糖生产中粘晶的形成》,《表面活性剂对蔗糖结晶色素物质影响的研究》及《表面活性剂对蔗糖结晶色素物质影响的机理初探》等文章,阐述了煮制高级糖膏过程中,添加表面活性剂对成品糖感官指标以及对成品糖色值的积极影响。

成品糖中存在的无机灰分被认为是保藏过程中制品质量下降的主要原因之一。其含量多少,决定了成品糖的质量优劣。因此,最大限度地降低成品糖中灰分含量,一直是精制糖生产的主要课题。

本实验正是本着这一期望,通过在实验室中糖膏模拟煮糖中添加表面活性剂的试验,研究了在高级糖膏的煮制过程中,表面活性剂在改善煮糖操作的同时,对无机灰分所产生的影响作用。

无锡轻工业学院研究生论文纸

二. 基本概念:

(一) 蔗糖晶体

在结晶学属性上, 蔗糖晶体属单斜晶系的四方四面体类, 有一二转对称轴, 没有对称平面或对称中心。完整的蔗糖晶体具有十六个晶面, 一般具有12个晶面, 但经常少于12个晶面。结晶条件不理想, 不但会使蔗糖晶体的晶面简单, 而且还会出现各种各样的不良晶体, 如针状、三角形、併晶、聚晶等。〔5〕

(二) 甘蔗糖制品中的无机非糖分。

1. 来源。

甘蔗糖制品中的无机非糖分, 除 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 SO_3^{2-} 是从生产过程中大量引入的外, 其余主要来自甘蔗植物本身。甘蔗及蔗汁含有无机物元素达三十多种, 其中主要是钾、钠、钙、镁、硅、磷、硫、氯等。其含量往往随甘蔗品种、地区及生长条件而有差异。无机物中以砷类 (K_2O 或 Na_2O) 为主, 而具有代表性的则是钾。它的大部分是以阳离子状态存在于蔗汁中。硅酸、三价铁及铝大部分都是溶胶状态, 其中以硅酸含量为最多。磷酸则有单磷酸、双磷酸或有机磷酸盐等形式。这些无机非糖分往往经澄清过程、蒸发过程后, 一部分被除去, 但很大一部分, 最后进入煮糖缶, 在煮糖分离过程中, 一些被带入成品糖中。〔6〕

无锡轻工业学院研究生论文纸

2. 成品糖中的无机非糖分。

结晶有提纯作用,但蔗糖晶体从不纯糖浆液中结晶出来,不可避免地会将有些可被吸附的杂质带入晶格内,带入的杂质在一定程度上是与母液中该期间内所含杂质的百分数成比例的。因此,随着煮糖的进行,糖浆中的液纯液逐渐降低,晶体吸附的杂质量相对增加,即自晶体的中心向表面形成了一种杂质梯度⁽⁷⁾。

蔗糖晶体中无机杂质的种类和含量随糖浆中无机离子的组成及煮糖工艺控制的不同而有很大不同。一般地说,在蔗糖晶体中的金属元素主要有:钙、铁、钾、钠、铝、锌、铜、铅等;蔗糖晶体中无机阴离子主要有:硫酸根、亚硫酸根、硅酸根,多种形式的磷酸根及氯离子等。这些无机离子在煮糖过程中可以以不同或相同的途径进入成品糖中而影响成品糖质量。⁽⁸⁾

无锡轻工业学院研究生论文纸

(三) 表面活性剂^[4]

表面活性剂是一种能强烈地降低表面张力和改变体系界面状态的物质。表面活性剂分子一般是由非极性的或亲油性(疏水性)的碳氢链部分和极性的或亲水性(疏油性)的基团共同构成的,而且两部分分别处于两端,形成不对称结构。因此,表面活性剂分子是一种两亲分子,既它即有亲油又有亲水的两亲分子结构。由于这种特殊结构,使表面活性剂都有一个共同特点,就是富集于某一界面,这个界面可能存在于两种不相混溶的体系之间。由于这种富集于界面的趋向,使这个系统的理化性质产生某种变化。

表面活性剂的分子结构特点决定了它具有界面吸附定向排列以及胶束生成等基本特征。而表面活性剂的增胶作用,某种催化作用以及各种界面作用都与上述基本性能有直接关系。表面活性剂按其亲水基的类型,可分为非离子型,阴离子型,阳离子型和两性型。制糖工业中特别是在成糖系统中应用最多的是非离子型表面活性剂,因这类表面活性剂具有稳定和毒性小的特点。

无锡轻工业学院研究生论文纸

三. 实验:

(一) 原材料

1. 糖浆

实验所用糖浆,是由原糖经过磨洗、回溶、加灰饱和、过滤后获得的,糖浆组成见表(1)所示。

表(1). 实验糖浆组成

PH 值	6.57
折光率 D_{20}^{20} (BX)	48.2
蔗糖分 (%)	45.2
纯度	93.78
还原糖 (%)	1.66
电导率 (%)	0.29

2. 晶种:

按照“五-”煮糖法煮制糖膏,用无水乙醇洗糖抽滤,所得晶体以无水乙醇作助溶剂进行筛分。选取粒径为 0.15 ~ 0.20 mm 的晶体作为实验用的晶种,保存于无水乙醇中待用。

3. 表面活性剂:

按课题系统性要求,选用以下五种表面活性剂。

- | | |
|-----------------|---|
| (1.) Hodag CB-6 | [α -甲基葡萄糖甙椰油酸双酯] |
| (2.) MAZU 400 | [甘油单酯脂肪酸 (C_{16} - C_{18}) 酯和聚乙二醇 (ED=8.4) 衍生物的混合物] |
| (3.) S-570 | [蔗糖脂肪酸 (C_{12} - C_{18}) 双酯] |