

广东省制糖学会
第12届年会论文选集

1990

广东省制糖学会

表彰从事制糖工业工作届三十年的学会会员

制糖工业是我省的重要工业。在党和政府的领导下，广大的制糖工业职工经过几十年艰苦奋斗，克服了许多困难和挫折，奋勇前进，使我省制糖工业从建国初期只有两间日处理甘蔗1000吨等少数的糖厂、年产糖量仅7.5万吨发展到1990年的100多间糖厂，总日榨蔗能力达17万吨、年产糖量184.5万吨，还开发了酒精、造纸、酵母、人造板、生化制剂等十多个综合利用产品。形成了包括生产、科研、设计、专业教育、设备制造和安装等各方面完整配套的制糖工业体系。我省广大的制糖工业科技工作者多年来兢兢业业地辛勤劳动，不少人付出了毕生精力，为我省制糖工业的发展作出了应有的贡献，其中不少为我学会会员。

根据1989年省制糖学会第四届会员代表大会的提议，经理事会决定：对从事制糖工业工作届三十年的在册会员进行表彰。表彰的决定和表彰人员的名单共342人已在1990年省制糖学会年会上公开宣读。

我学会成立于1979年，是我省制糖科技工作者的群众组织。在广东省科学技术协会和第一轻工业厅的领导下，在广大会员的支持下，促进了制糖工业的技术进步和新产品开发，组织不断发展壮大，现已有会员约1000人，其中大部份是中青年的制糖科技工作者。制糖工业技术队伍中还有大批未入会的中青年同志，学会欢迎他们早日加入。我省制糖工业还要继续发展，特别是技术改造和现代化建设，任重而道远，未来的希望寄托在中青年身上。学会相信，省制糖学会会员在伟大的社会主义建设事业中，与广大的制糖工业科技工作者、糖业战线职工一起，团结奋斗，献出自己的精力和才智，为我省制糖工业的发展开创更光辉的业绩。

广东省制糖学会

表彰从事制糖工业工作届三十年的学会会员名单

一九九〇年七月二十七日公布

广州市

轻工业部甘蔗糖业科学研究所

邓国钦 李 鏞 罗家骐 范超惠 陈世治 周智璋 梁 周 保国裕 彭志豪
梁秉华 黄世培 程 琮 罗浮新 梁仲荪 黄志军 陈应流 陈绮嫻 詹秉一
林宜楷 池凤昭 陈景彤 李艳颜 利 民

轻工业部广州设计院

何敬举 苏 甦 詹益江 张鉴棠 林乐新 潘锦棠 程耀芳 吴膺煦 林天锡

黎炽铨 王觉珍 何以蕃 冯 威 刘抗娣 刘洪微 陈庆端 周启具 郁善藻
徐昭麟 余柏全 廖伟仪 霍黛云 黄自雄 冯安之 江济南

轻工业部广州轻工机械设计研究所

杨 廉 黄耀波 周汝英 何 沃 周其福 陆 耘 徐开筠 周勤均 欧阳清
张一慧 陈霭青 陶金梯 吴祥武

华南理工大学

陈树功 杨 倬 王 浩 李兴仁 张力田 余素梅 顾裕铨 刘盛齐 杨宜功
黄伟干 赵香梨 梁奕江 孙由芳 陈维钧 沈参秋 郭祀远 许斯欣 陈屏刚

李天义

中山大学

冼子思

轻工业部广州轻工业学校

黄国基 胡 启 黄广盛 黄福五 钟耀南

广东省第一轻工业厅

黄铨章 陈哲文 郑自敏 周耀南 高树梯

广东省食品发酵工业研究所

陈碧霞 苏瑞卿

广东省轻工业设计院

张志伟 袁升恒 毛礼镭 赵鄂孙 陈仲添 区琼珍 谢慈宽

广东省第一轻工业厅援外办公室

陈在安 何善权 戴洽东

广东省糖纸工业公司

卢翰廷 方奕警 李尔煊 姚智民 李汉桂 陈文方 苏裕洵 李巨传 蔡 炳

霍汉镇 刘惠芬 梁力桥 陈兆煊 李 澄 谢上瑞 鲁敏志 区植生 林妙贞

高永扬 程群卿 朱绍熹

广东省第一轻工业厅轻机出口供应公司

陈剑伟

广东省糖业机械制造厂

霍镇昌 邢貽金 关仕良 廖永炽 黄学衡

中国机械设备进出口总公司广东公司

杨大卫 (D. Young)

广州轻工中专学校

吴英新

广州市糖业公司

徐国荣

广州华侨糖厂

冯 榴 唐大年 何孟娣 丁维善 王维贤 蓝茂祥 叶孟君 邱世明 谢锦河

余兆辉 肖永年 张国科 钟秀明 叶锡章 张美兰

广州重型机器厂

林瑞松 陈定宇

广州乳品工业公司

薛威夷

广州市高速公路总公司

项辅之

市头甘蔗化工厂

魏光陶 刘兆球 陈惠邦 陈文健 刘韶安 姜松莘 张福昌 秦浣香 郭曼珂

屠桂余 李清琰 吕良慰 刘玉麟 罗秀坤

紫坭糖厂

黄焕滋 李树庄 吴颖 姚润中 王绍杰 陈明雄 王根生 冯玉卷 朱可锵

黎大钧 林汝材 黄国材 张锡轩

梅山糖业总公司(梅山糖厂)

冯承格 李禧 关阮华 梁财 陈象 曾庆秀 潘炯辉 关英好 邓少珍

蔡启荣 黄耀光 蔡平

鱼窝头糖厂

林藻标

汕 头 市

汕头市食品糖纸工业总公司

郭昭荣 魏汉生 林烈群

揭阳糖厂

罗孟根

揭西糖厂

林象雄 黄金宗 蔡兴宁

普宁糖厂

詹益豪

惠 州 市

惠州市轻工业总公司

魏俊才

惠州市糖纸工业公司

古学汕

惠州糖厂

刘玉清

马安糖厂

林光明

杨村糖厂
廖木有

东 莞 市

东莞糖厂

李东生 郑佩莹 阮伯荣 盛端华 朱 殊 余久馥 沈文珏 李颖孙 梁国洪
莫耀权 黄 锐 彭子钦 蔡 敏 甘恩明 吴也成 柯炳昶
石龙糖果饼干厂 袁敬熙

韶 关 市

翁源糖厂

邓永发

清 远 市

清远糖厂

陈兆桂

英德糖厂

钟挺发

佛 山 市

佛山市糖纸工业公司

王启乐 潘锐贤 李荣锐

顺德糖厂

吴光理 郑 强 张 勳 洪金安 蔡一鸣 李义达 林梓新 周纯德 曾真潮
张志练 甄惠兰

南海县标准计量管理局

陈鸿禧

南海县桂城镇经济发展总公司

张 征

南海糖厂

罗夏济 吴慧明 姚 雄 金坤雄 刘异荣 莫奇三 龙华樑

乐平糖厂

曾杞访

中 山 市

中山市糖纸工业公司

陈日权

中山糖厂

蒋英权 胡福龙 李增亮 先仕有 何伦章 刘冠辉 周树汉 陈启洪 邵 一

何培兴 关如胜
石岐糖厂

刘永强 李容辉
中山仪表厂研究所
陈 苏

市 工 团

珠 海 市

平沙糖厂
陈伟勋 李惠娟
红旗糖厂
周福魁 梁桂东
白蕉糖厂
黄炎霖 梁锡池 彭爱规

五山糖厂
吴心如 蔡秉华
磨刀门开发总公司

邬德志
红旗华侨农场
郑重光

珠海华兴瓦楞纸制品厂有限公司
李咏梅

市 客 旅

市 工 基

江 门 市

江门市科委
张 超

江门市糖纸公司
胡乾聪

江门甘蔗化工厂

陈树昌 潘乃锐 麦家骏 罗舜炯 凌启酉 艾承泗 汤福芳 朱少明 吴季良
林亚勤 林炳垣 林翊基 冯少秋 陈标芹 余锦洪 林先岳

江门机械厂

欧阳绍 刘维海 杨映山

江门市生物工程

杜广超 刘同昌

鳌峰糖厂

岑惠波 陈美德

新宁糖厂

曹永光

阳江市

阳江糖厂

叶劲秀 卢兆基 林吕浩 张日新 王德静 梁健 王新瑛 张正芳 肖本玲

肇庆市

肇庆市糖纸工业公司

陈德康

肇庆市食品工业总公司

尹萃芳

金利糖厂

余心定

四会糖厂

余世泽

茂名市

茂名糖厂

葛凤珍

湛江市

湛江市糖纸工业公司

黄成浩 黄位朋 黄治平 李锡芝 罗慕慈

湛江市政府体改办

瞿以志

湛江市第一设计室

梁泽渊

赤坎糖厂

段炎兴

华建糖厂

蓝玉良

海康县经委

余源厚

遂溪县人民政府

李振铎

广丰糖厂

何广法 林九勋 曾波 蔡淑勇 王芷芬

洋青二糖厂

林庆田

廉江县经委

陈立弧

廉江糖厂

郭芝人

安铺糖厂

方文煊

广东省制糖学会第四届第三次全体理事会决定 对下列已故的终生从事制糖工业工作的学会会员表示深切的怀念

一九九〇年七月二十七日

一、已故的各届理事

杨子珍（原广东省第一轻工业厅。第一届理事长）

区寿康（原广东省第一轻工业厅援外办公室。第一、第二届副理事长，第三、第四届名誉理事长）

梁 炽（原广东省糖纸工业公司。第一届副理事长，第二、第三届理事长）

冯 达（原轻工业部广州设计院。第一、第二届理事，第三届名誉理事）

彭正禄（原东莞糖厂。第四届理事）

二、从事制糖工业工作三十年，已故的第三、第四届在册会员

陆宝琪（原轻工业部广州设计院）

何汉栋（原江门甘蔗化工厂）

何绍康（原顺德糖厂）

黄敏童（原东莞糖厂）

何 尧（原江门甘蔗化工厂）

杜耀良（原阳江糖厂）

注：1. 本名单是按理事会通过的表彰条件规定和工作步骤，经过各基层单位推荐，组织初审、复审，再经学会第四届第三次全体理事会于1990年7月24日审核通过。

2. 在同一单位的受表彰人员中，按参加制糖工业工作先后次序排列，同期参加的按姓氏笔划排列。

3. 受表彰人员条件：

（1）1989年12月31日前经省制糖学会批准参加并经过重新登记的在册个人会员；

（2）已履行缴交会费的义务；

（3）从事制糖工业的生产、管理、科研、设计、专业教育、设备制造和安装等有关工作到1990年6月已届30年。

4. 对于有特殊情况的会员，经理事会根据表彰条件规定的具体细则逐一讨论决定。

5. 对于已经逝世的会员，如属已故的各届学会理事、名誉理事，以及从事制糖工业工作届30年的第三、第四届在册会员，均分别列出名单，以示怀念。

(011) 黄福五 魏维野 44
(151) 莫二黄 45

目 录

(151) 盛米其 平志远 46
(051) 李中群 李圣来 游烈清 47
(051) 顾开成 王奕荣 申宜麟 48
(051) 何善平 吕超荣 49

· 优秀论文 ·

白糖灰分问题的研究 霍汉镇 (1)
煮糖起晶制种新方法 高大维 陈树功 李国基 刘凤娟 (9)

· 工艺技术 ·

国内外蔗糖生产技术状况和我国的发展战略 胡孝宗 林德华 (14)
低纯度原料亚硫酸法生产优级糖 郑钟强 方时文 先仕有 (21)
亚硫酸法糖厂直接生产优级糖的技术改革 李琳 蔡妙颜 郭祀远 (26)
国产杀菌剂在糖厂中的应用 梁仲荪 黄玉南 梁汉平 (31)
阳离子表面活性剂脱色新探 黄华章 陈家明 孙由芳 王浩 (35)
用臭氧处理糖浆小型试验 杨云飞 周智璋 陈昌贤 (39)
磁场处理对蔗糖结晶速度的影响 孙家江 郭祀远 (42)
Bi-Sb-Te-Se 半导体在制糖结晶研究中的应用 李琳 陈树功 (45)
再探结晶过程晶体的着色 陈维钧等 (50)

· 热力 装备 自控 ·

甘蔗糖厂热力利用改革方向的探讨 凌启酉 (53)
对不耗汽蒸发的控制与管理 李清琰 (59)
甘蔗糖厂汽凝水系统的技术改造 黄福五 徐清华 陈应流 (63)
搅拌煮糖罐自控方案的探讨 梁世平 (68)
提高中压热电站的节能效果 陈应流 (73)
中国首列万吨级甘蔗压榨机 刘维海 (77)
宽机身双层悬吊式震动干燥机的设计与实践 郑奇彬 (82)
新型耐磨锌基合金材料用于压榨机轴承的研究 罗俊明 李元元 黄活生等 (86)
我国甘蔗糖厂主要装备的现况和改革 罗淦水 (92)

· 分析 综合利用 ·

制糖工业分析新进展 黄伟干 (97)
试论发展甘蔗及其综合利用的策略 朱少明 (102)
甜味剂的现在和未来 冯兆明 保国裕 (108)
从甘蔗滤泥或蔗叶提取叶绿素 保国裕 (115)

利用甘蔗糖蜜酒精废液制固体有机肥的探讨.....	程群卿 孟丽贤 (119)
利用高浓度有机废水生产饲用单细胞蛋白.....	黄仁英 (124)

· 摘要登载的论文 ·

蠕墨铸铁压榨辊及辊梳使用效果.....	张志平 洪来盛 (127)
甘蔗糖厂汽凝水系统技术改进的研究.....	陈应流 朱涤荃 符瑞华等 (129)
甘蔗糖厂蒸发凝结水组分初析.....	杨宜功 梁奕江 刘礼聪 (129)
应用密封法测定废水COD值	梁胜昌 邓碧怡 (130)
糠醛渣制造有机复合肥.....	麦家骏 (131)
糖蜜含氮量分析方法的改进.....	叶孟君 (132)

· 木 糖 工 艺 ·

(14) 李德林 李学明.....	国内外糖业生产现状与趋势
(21) 文国武 顾祥联.....	糖业生产与环境保护
(28) 顾祥联 林 李.....	甘蔗木糖的工业应用
(31) 平文梁 南王黄 林仲梁.....	甘蔗木糖在工业中的应用
(39) 王 吉 孙由德 周家湖 章平黄.....	甘蔗木糖的工业应用
(39) 周家湖 孙由德.....	甘蔗木糖的工业应用
(45) 孙由德 周家湖.....	甘蔗木糖的工业应用
(45) 孙由德 周家湖.....	甘蔗木糖的工业应用
(50) 孙由德 周家湖.....	甘蔗木糖的工业应用

· 甜 自 糖 漿 代 糖 ·

(55) 周自糖.....	甜自糖的工业应用
(55) 周自糖.....	甜自糖的工业应用
(55) 周自糖.....	甜自糖的工业应用
(55) 周自糖.....	甜自糖的工业应用
(55) 周自糖.....	甜自糖的工业应用
(55) 周自糖.....	甜自糖的工业应用
(55) 周自糖.....	甜自糖的工业应用
(55) 周自糖.....	甜自糖的工业应用
(55) 周自糖.....	甜自糖的工业应用
(55) 周自糖.....	甜自糖的工业应用

· 用 糖 合 成 糖 代 ·

(57) 干甜黄.....	干甜黄的工业应用
(501) 周少荣.....	干甜黄的工业应用
(108) 周少荣.....	干甜黄的工业应用
(111) 周少荣.....	干甜黄的工业应用

白糖灰分问题的研究

霍汉镇 (广东省糖纸工业公司)

白糖灰分是白糖质量指标中一个很重要的项目。按我国国家指标 (GB314-84), 优级白砂糖的灰分不超过0.05%, 一级白砂糖的灰分不超过0.1%。近年来, 为适应社会和市场对优质白糖日益增长的需要, 很多糖厂越来越重视提高白糖质量, 部分厂并转而生产优级糖。在白糖质量的各项指标中, 较关键性和难度较大的指标是它的色值和灰分。一般来说, 这两项指标是一致的, 色值低的白糖的灰分通常较低。但也常有特殊情况, 有些白糖色值并不高, 但灰分却偏高。特别是在榨季生产优级糖时, 有些碳酸法糖厂的白糖色值已优于标准, 但灰分常高于规定的0.05。这些情况不但与生产工艺技术有关, 亦与原料情况有密切关系。因此, 很有必要对白糖灰分问题进行深入的研究。

一、白糖灰分的成分

深入地了解白糖灰分的成分是研究这个问题的基础。

根据轻工部甘蔗糖业科学研究所对三种碳酸法白糖(优级)和三种亚硫酸法白糖(一级)分灰分析结果, 综合如表1。

表1 白糖中几种灰分的含量 (ppm)

灰分成分	钾	钠	镁	钙	电导灰分
碳酸法白糖	12~19.7	1.1~1.5	0.4~0.8	91~170	500~580
亚硫酸法白糖	11~13.1	1.9~2.5	4.3~12	126~176	430~620
平均值	14.5	1.73	4.5	147	550

表1中钾钠钙镁四个成分的总量为113~203ppm, 钙在其中的比例最高, 达80~91%, 钙对电导灰分的比例为26~31%。钾占第二位, 但这些样本含钾量均不到20ppm。

近海咸水地区种植的甘蔗含钾量较高, 它们生产出的白糖含钾亦较高。广东两个糖厂的白糖灰分分析结果如表2。

表2 咸水地区的白糖灰分成分 (ppm)

灰分成分	钾	钠	镁	钙	电导灰分
斗门红旗糖厂	71.0	3.4	5.8	95.1	470
斗门白蕉糖厂	55.2	2.8	6.0	200.6	680

表2中钾钠钙镁的总量为175~264 ppm, 其中钙占54~75%。钾亦是第二位, 但其含量和所占比例均明显高于非咸水地区。

白糖中其他阳离子很少。据轻工部甘蔗

糖业科学研究所分析数据, 两个样本含铜0.1~1.2ppm, 三个样本含铁0.3~0.4ppm, 一个样本含铝0.35ppm, 含锌很微。

白糖中阴离子含量的分析还很少。已有的数据都说明, 含量最高的是硫酸根 (SO₄), 它在总灰分中占很大比例。梅山糖厂三次白糖样本的分析结果如表 3。

表 3 白糖中的硫酸根与灰分

序号	SO ₄ (ppm)	电导灰 (ppm)	SO ₄ /电导 灰(%)	钾 (ppm)	钙 (ppm)
1	467	930	50.2	65	259
2	462	800	57.8		
3	516	900	57.3		
平均	482	877	55.0		

这些白糖中硫酸根在总灰分中的比例均超过50%, 平均为55%。

据周大猷 (T.Y.Chou) 提供的数据, 台湾两种碳酸法白糖平均含 SO₃441ppm, 两种中间汁碳酸法生产的白糖平均含 SO₃390ppm, 它们分别相应于含硫酸根SO₄529ppm和468ppm (注), 均是很高的。

白糖中主要灰分是钙和硫酸根, 即主要是硫酸钙。CaSO₄ 中 Ca : SO₄为40 : 96,

即1 : 2.4。按表 3 样品 1 的数据, SO₄为467ppm, 它结合的Ca 应为195ppm(=467/2.4), 即CaSO₄量为662ppm (=467+195), 它占总灰分的71%。该样品含 Ca 259ppm, 除 CaSO₄ 中的Ca 195ppm外, 其他钙盐含 Ca 量为64ppm (=259-195), 约为硫酸钙的1/3。这些钙盐和白糖中其他阳离子成分可能与硅酸、磷酸、亚硫酸及有机酸等结合存在。

二、白糖灰分与糖浆灰分的关系

如所周知, 白糖的质量与煮糖所用的糖浆质量有很密切的关系。作者详细研究了多种无机物和有机非糖分在白糖和糖浆中的含量之间的关系, 发现各种非糖分进入白糖产品中有着各不相同而又相当稳定的数学比例。作者建议用“非糖分进入系数”这一术语来表示这个比例, 以符号NC代表。各种非糖分的NC值可由它在白糖和糖浆中的含量算出。如以 N₁ 代表某非糖分在白糖中的含量, N₂ 代表它在糖浆中的含量 (%Bx), P₂ 代表糖浆纯度。设白糖纯度为100, 则该非糖分的NC值按下式计算:

$$NC = \left[(N_1/100) / (N_2/P_2) \right] \times 100$$
$$= (N_1/N_2) \times P_2$$

上式中, N₁/100 代表白糖中某非糖分对蔗糖的比率, 而N₂/P₂ 代表糖浆中该非糖分对蔗糖的比率, NC值即是这两个比率的百分比。

例如, 某一白糖含钾 0.0018% (18ppm), 糖浆含钾0.387%Bx, 纯度88, 则此例中钾的NC值为:

$$(0.0018/0.387) \times 88 = 0.41$$

大量的测定数据表明, 各种不同非糖分的NC值有很大差别; 但对同一种非糖分, 由不同工厂得到的数据的差别并不大, 有很明显的规律。由一些工厂数据算出的结果如表 4。

注: 严格来说, 硫酸根含量应以SO₄表示, 但过去亦常用SO₃表示 (正如含钙量以CaO表示那样), 应注意分辨以免混淆。

表4 几种灰分成分的污染系数

灰分成分	工厂	在白糖中的含量 N ₁ (%)	在糖浆中的含量 N ₂ (%)	非糖分进入系数 NC
钾	江 门	0.0018	0.387	0.41
	广 州	0.0012	0.338	0.32
	中 山	0.0011	0.393	0.24
钠	江 门	0.00011	0.004	2.4
	广 州	0.00013	0.0052	2.3
	中 山	0.0002	0.0083	2.0
镁	江 门	0.000038	0.0120	0.28
	广 州	0.00008	0.0193	0.37
	中 山	0.00043	0.187	0.20
钙	江 门	0.017	0.215	7.0
	广 州	0.0154	0.266	5.2
	中 山	0.0164	0.238	5.8

1. 微影响类, $NC < 1$;
2. 弱影响类, $NC = 1 \sim 3$;
3. 较强影响类, $NC = 3 \sim 5$;
4. 强影响类, $NC > 5$ 。

在上述无机物中, 钾和镁属微影响类, 钠属较强影响类, 钙属强影响类(注)。

三、几种主要灰分成分及其变化

根据大量的实测数据, 对一些主要的灰分成分的含量及在生产过程中的变化, 综合分析如下:

(一) 钾

钾是蔗汁中含量最多的无机物之一。混合汁中K/Bx比率, 在淡水蔗区为0.1~0.3%, 而咸水蔗区可高达1~1.8%。略遇咸水的地区, 其含钾量在两者之间。钾不能在澄清过程(包括亚硫酸法和碳酸法)中除去, 留存在清汁和糖浆中。由于钾的NC值很低, 不到0.5, 故一般白糖含钾量不到20ppm, 对白糖灰分影响不大。咸水蔗区因原料含钾量高很多, 白糖含钾量相应增大。可能接近100ppm。钾进入白糖的比例很低, 是因为各种钾盐的溶解度很

注: 其他杂质的影响情况将另行讨论。一些主要物质的NC值的范围如下: 榨季糖浆总非糖分: 0.6—0.9; 还原糖分: 0.5—0.9; 榨季糖浆总色值: 1—2; 炼糖糖浆总色值: 8—10。

高和离解性很强，绝大部分钾以阳离子状态分散在溶液中，很少附着在晶体上。白糖中仍有微量钾，可解释为晶体在生长过程中包藏了微量的母液。目前国际糖业界普遍认为，蔗糖结晶对母液的包藏作用是它含有不纯物的重要原因。如著名的意大利学者曼陀凡尼（G·Mantovani）教授曾对此发表了多篇论文。我国学者郭祀远等亦有深入的研究。看来，钾进入蔗糖结晶中就是通过母液被包藏的形式产生，钾的NC值可以衡量这种包藏作用的相对大小。事实上，这个系数等于结晶含包裹体的百分比乘以所包母液的Bx。

（二）钠 蔗汁中含钠量比钾低很多，一般低于0.1%Bx，甚至低于0.03。钠在制糖过程中很少发生变化，一直进入到糖浆和糖蜜中。白糖含钠量很低，一般不到3ppm。

（三）镁 镁是蔗汁中含量较多的无机物之一。混合汁MgO/Bx一般为0.1~0.4%。镁在普通亚硫酸法澄清中很少除去，但在碳酸法澄清中可除去80~90%以上，强碱亚硫酸法可除去70~80%。因为镁在碱性下可形成Mg(OH)₂沉淀，此作用在pH 8以上较强，pH 10左右接近完全。镁的NC值很低，不到0.5%，因而白糖含镁量都很低，在碳酸法白糖中低于1ppm，亚硫酸法白糖中含4~12ppm。

（四）钙 钙是蔗汁和白糖灰分中的极重要成分。混合汁中CaO/Bx一般为0.1~0.25%（咸水蔗含钾多而含钙少，此值可能低于0.1%）。普通亚硫酸法的清汁，CaO/Bx一般为0.4~0.5%，咸水区清汁相应降低为0.3~0.4%。碳酸法清汁CaO/Bx一般为0.25~0.5%。

在正常的榨蔗糖浆中，钙的含量通常略低于钾，但白糖中则相反，含钙量远高于钾。在非咸水地区的白糖，含钙量约为含钾量的10倍。这主要是由于钙的NC值远高于钾，相差十多倍。显然，钙盐进入白糖中有着不同于钾盐的方式，不单只由于晶体对母液的包藏作用。后面的讨论说明，糖液中的主要钙盐如硫酸钙等在蒸发及煮糖时大量析出沉淀物；糖浆中的不溶物及设备管路的积垢都含有很高比例的钙盐（以CaO计一般为25~40%）。这些钙盐沉积物一部分以各种方式混杂在白糖中，就增加了白糖的含钙量和灰分。因此，减低中间制品中的含钙量是很重要的。

（五）硫酸根

在所有灰分组成中，硫酸根对制糖过程有最大的不良影响，是白糖灰分中比例最高的成分。

一般甘蔗混合汁中SO₄/Bx为0.35~0.6%，有些分析数据更高。在石灰法和亚硫酸法澄清中，硫酸根不能除去，而且清汁中硫酸根含量常略高于混合汁。如中山糖厂一次连续8天分析，混合汁SO₄/Bx为0.428%，清汁为0.458%。梅山糖厂多次抽查的平均值，混合汁SO₄/Bx为0.52%，清汁为0.57%。这主要是由于澄清过程使用的SO₂有少量被氧化成硫酸根；在硫黄燃烧气中，或在硫熏后的蔗汁或糖浆中，都会发生这种氧化作用，从而增加硫酸根含量。还有一点应特别注意，糖厂使用的商品过磷酸钙常含有大量的硫酸钙，如使用不当或其质量较差，就会大大增加糖汁中的硫酸根含量。

硫酸钙在水和稀糖汁中的溶解度比较高，蔗汁中的硫酸钙虽然不少，但未达到饱和，故不会自行沉淀出来。一般的澄清方法不能将它除去，碳酸法利用大量生成碳酸钙沉淀的吸

附作用，可除去硫酸根约10%。在蒸发过程中，糖汁的水分逐渐减少，它所含的硫酸钙逐渐变成过饱和状态，就沉淀析出。因此，将蒸发过程中的“中间汁”抽出来进行澄清处理（特别是碳酸法）可除去较多的硫酸钙，其除去率随中间汁浓度升高而提高。据台湾某糖厂的试验数据，中间汁碳酸法除去硫酸根的百分率与中间汁浓度的关系如表5。

表5 中间汁碳酸法对硫酸盐的除去

中间汁浓度, Bx	14~17	25~30	31~36	43
硫酸根除去, %	7~13	34~42	50~64	73

糖浆中的硫酸钙在煮糖时进一步沉淀析出，其一部分混杂在白糖中，就明显增加了白糖灰分。

(六) 硅

硅对糖的质量和制糖过程都有重要影响。不少研究报告指出，含糖饮料中形成的絮状物与白糖带入的硅有密切关系。白糖含硅不多，但在酸性饮料中会形成硅酸絮状物而降低饮料的质量。蔗汁中溶解或胶体状态的硅化物，其含量以 SiO_2 表示约为0.2~0.3% Bx。它们在澄清时被部分除去，但加灰时亦带入一些硅化合物。通常，石灰法和亚硫酸法清汁含硅量比混合汁低10~30%，视具体条件而异。加灰pH高时除去硅较多，加灰至强碱性可使它大部分沉淀，故碳酸法可除去硅70~80%。亚硫酸法糖厂蒸发罐常含有较多的硅，有些厂超过10~15%，说明清汁中的硅化合物在蒸发浓缩时析出。

克拉克曾详细研究一个炼糖厂各工序物料的含硅量，进厂粗糖含Si 28ppm，蜜洗后含12ppm（相当于 SiO_2 分别为60和26ppm）。她发现在生产过程中除去的硅化合物，常常在水洗时复溶而随各种甜水带回生产流程中。因此，回溶糖浆含硅25ppm，几乎与蜜洗前粗糖相同。回溶糖浆用骨炭柱处理，当骨炭新鲜时可除去大部分硅，而用旧的骨炭的效果相当差。然后再用树脂处理，除去硅亦不多。结晶糖含硅1.6~4ppm，约为糖浆含硅量的1/10，亦即污染系数约为10。

白糖浊度高和清汁带乳浊都可能与含硅量较高有关，应加强分析。

(七) 其他无机物

糖汁中还含有磷酸、氯、铁、铝等无机物。通常，无机磷酸在澄清处理时大部分沉淀除去，而氯则不能除去，一直留到糖蜜中。铁铝化合物按其总氧化物计，在混合汁中的含量在0.1~0.25之间，普通亚硫酸法可将它们除去60~70%，加灰至强碱性时它们大部分形成沉淀，故碳酸法可除去铁铝盐约90%。这些成分在白糖特别是碳酸法白糖中的含量是很低的。

四、灰分问题的重点

在白糖灰分中，硫酸钙占了很大部分，其他钙盐和钾盐次之，而钠、镁、铁、铝等很少，影响不大。因此，降低白糖灰分的重点是减少其中的硫酸钙含量，其次是其他钙盐和钾盐。

糖浆和糖蜜中的不溶物及煮糖罐的积垢的成分和此相似。例如广丰糖厂对糖浆中的沉淀物及煮糖罐的积垢的分析结果，其中无机物（即除去水分及有机物的部分）中各种成分的比例如表6。

表6 两种沉积物中的无机物成分百分数

成 分	SiO ₂	Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	Ca	Mg	SO ₄	P ₂ O ₅
糖浆沉淀物	1.90	3.18	24.50	0.38	48.37	—
煮糖罐积垢	1.52	2.37	33.47	0.42	51.77	4.70

这两种沉积物的无机物含硫酸根达48~51%，折算成CaSO₄为68.5~73.3%，约为无机物总量的2/3。除硫酸钙以外，这两种沉积物中其他钙盐含钙量分别为4.3和11.9%。

梅山糖厂的甲糖蜜过滤出的沉淀物，其中无机物的组成如表7。

表7 甲蜜沉淀物中的无机物组成百分数

无 机 成 分	SO ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	CuO	SiO ₂	SO ₂
比 例, %	53.90	38.86	1.24	0.34	0.02	1.30	<0.1

许多厂曾分析过糖浆及糖蜜中沉析物的成分，结果都和此类似。

白糖中的灰分及糖浆糖蜜中的沉析物均主要含硫酸钙，说明它们有相同的来源。它们在糖液浓缩时析出，主要以微粒状态分散在糖膏的母液中，在分蜜时大部分被排除，但有小部分以各种方式混杂在白糖中。通常，含较多细晶体的白糖的灰分较高，而晶体粗和均匀的白糖的灰分较低。

硫酸钙的溶解度比磷酸钙、碳酸钙和亚硫酸钙都高很多。CaSO₄在60℃的水中的溶解度为2.047克/升，100℃为1.619克/升。蔗汁中硫酸钙含量低于此值，故它溶于汁中而不沉淀。

硫酸钙在糖液中的溶解度随糖液浓度升高而急剧降低。据霍尼(P. Honig)的资料，在80℃下CaSO₄在每1千克水中的溶解度，在纯水中为1.8克，在20Bx糖液中为1.4克，在55Bx糖液中为0.6克。这是因为蔗糖的强烈亲水性减低了水分对其他物质的溶解力。因此，在蒸发煮糖过程中，糖汁中原来溶解的硫酸钙逐渐析出成沉淀物。将蒸发过程的中间汁抽出进行澄清处理可除去较多硫酸钙，中间汁碳酸法的效果是明显的。此外，顺德糖厂于50年代曾在生产上试用中间汁亚硫酸法。在澄清剂用量大致相同的情况下，此法的糖浆含钙量(%Bx)比混合汁增加10.4%，而当时用常规亚硫酸法的糖浆含钙量要比混合汁高44.4%。用中间汁法末效蒸发罐积垢减少约一半，亦是钙盐减少的效果。不过，由于当时设备不适应，未长期使用。

将蒸发糖浆进行磷浮提净可除去一部分钙盐和硫酸根，其除去率与糖浆成分、浓度及具体的处理条件有关，通常为15~35%。

将甲糖蜜适当稀释加热至约80℃再过滤，可除去相当多沉淀物，特别是钙盐和硫酸根。

据梅山糖厂试验，甲蜜经不同稀释过滤后清液的成分变化如表8。

可见，适当的稀释可除去较多灰分，不稀释时灰分的除去反而较少。这可能因高浓度糖液粘度太大，阻碍了无机物的析出。斗门红旗糖厂用离心机装滤布将经过稀释加热的甲糖蜜过滤，可除去大量灰分，其他不少厂都有类似的经验。

还有一个问题需要重视，从浓糖液中分离出来(用沉降、气浮或过滤法)的沉淀物，在

表8 甲蜜稀释过滤的效果

滤液, Bx	80.4	72.7	68.4	62.8	56.8
滤液CaO/Bx, %	0.49	0.36	0.33	0.28	0.31
滤液SO ₄ /Bx, %	0.37	0.59	0.54	0.51	0.52

加水稀释或洗涤时,其中的硫酸钙会复溶;稀释度越大,洗液中钙与硫酸钙根的比例(%Bx)就越高。例如,一项试验将磷浮法浮渣加不同倍数的水稀释,在95°下搅拌45秒钟后过滤,滤液的灰分分析结果如表9。

表9 浮渣稀释过滤的滤液灰分

加水 倍数	滤液Bx	滤液Ca/Bx %	滤液SO ₄ /Bx %
1	23.0	0.537	0.397
2	16.3	0.767	0.637
3	11.2	1.081	1.003

可见,对浮渣的稀释倍数越大,滤液中钙和硫酸根的含量越高,即它们的复溶量大。这种情况严重降低了有关清净处理除去灰分的效果,并造成硫酸钙的大循环。这些稀糖液如进入蒸发罐还会增加罐垢(在浓缩时再析出)。因此,决不可将这类物料过度稀释,并要尽量加速处理,将这些沉淀物排除出去。

总的来说,对于白糖灰分和设备结垢等问题,关键性的是硫酸盐和钙盐,其他成分如硅酸、磷酸、铁铝盐等亦有一些影响。在咸水地区,钾盐亦较大影响白糖灰分。在制糖生产中,无机物还阻碍蔗糖结晶和增加糖蜜糖分损失,这方面以钾、氯等成分影响较大。钾、氯等成分主要来自甘蔗(有时渗透水亦会带入),在生产过程中很少变化,也很难除去(除非使用离子交换树脂)。因此,糖厂中对灰分问题的研究,应着重于硫酸盐和钙盐,并兼顾硅酸、磷酸和铁铝化合物等。

五、对策与讨论

制糖过程中的灰分问题,关系到成品的灰分含量、设备的结垢、热交换设备的效率和生产能力,其重要性是很明显的。不过,过去制糖界对无机物的研究与资料还比较少。显然,应该对它进行更深入的研究,并在生产上采取适当的措施,努力减低中间制品和成品的灰分含量。下面主要讨论一些主要的问题。

(一) 加强各种物料灰分的分析测试工作

应当经常分析蔗汁和各种中间制品中主要灰分的含量,特别是钙和硫酸根的含量,接近咸水的地区还应定期分析钾和氯的含量。以这些分析数据为基础,一方面密切监视甘蔗原料带入各种灰分成分的情况,了解甘蔗品种、种植地区、土壤和施肥条件、收割季节等因素的影响,探求从原料方面减少带入灰分的途径;另一方面,了解生产过程中灰分变化的动态,如果某一中间制品的灰分含量增加或有不正常情况,应找出原因并解决所存在的问题。同时,要注意分析所用的磷酸(或其钙盐)是否含有硫酸根。制糖生产决不应使用含硫酸根多的磷酸或其化合物。

(二) 加强澄清工艺与操作管理

对于亚硫酸法澄清工艺,过去已经进行过不少研究和改进,使澄清效果有较大提高。但