

高等学校試用教材

甘蔗制糖工艺学

陈树功 編著

中国財政經濟出版社

高等学校試用教材

甘蔗制糖工艺学

陈树功 編著

中国財政經濟出版社

1963年·北京

高等学校試用教材
甘蔗制糖工艺学
陈树功 編著

*
中国財政經濟出版社出版
(北京永安路18号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第111号

中国財政經濟出版社印刷厂印刷

新华書店北京发行所发行

各地新华書店經售

*

850×1168毫米^{1/32}·15^{24/32}印张·1插頁·395千字

1963年1月第1版

1963年1月北京第1次印刷

印数: 1~1,000 定价: (10) 2.25元

統一书号: K15166·092

前 言

本書是根据1961年3月輕工业部召开的高等学校专业教材會議的决定，由华南化工学院負責主持选編的。参加本書編写提綱討論的还有无錫輕工业学院、广东輕工业学院等单位。本書在編写过程中得到王誥、黃伟干等同志协助。

本書主要是以作者的原著“甘蔗糖生产工艺学”（原輕工业出版社1956年出版）为基础，并补充了建国以来国内外有关甘蔗制糖方面科学技术新成就的資料，并且吸取了教学的实际經驗。

本書內容主要是按甘蔗糖的制造过程，系統地介紹了有关原料来源、起卸、运输、压榨，糖汁的提淨、蒸发，糖浆的煮炼結晶，糖膏的分蜜，成品的干燥、包装等的工艺理論、操作原理及工艺設備知識。在提淨、蒸发、煮糖及分蜜等部分中，还有重点地介紹了自动控制的工艺知識。

本書适用于高等学校五年制及四年制的制糖专业。在講授时可着重对工艺理論及操作原理部分进行講解；至于工艺設備及管理技术知識方面可作扼要的介紹，或者結合生产劳动、生产实习进行現場講解。

本書編就后經輕工业部教材审查委员会組織有关人員作了校閱，可以作为輕工业高等学校試用教材，也可供制糖工业工程技术人員参考。

目 录

第一章 中国的制糖工业	(11)
第二章 原料	(14)
第一节 糖在宇宙間的循环变化	(14)
第二节 甘蔗的源传和分布	(14)
第三节 甘蔗生长的自然条件	(16)
第四节 甘蔗的种类和繁殖	(20)
第五节 甘蔗生长的形态	(22)
第六节 甘蔗的成熟和收获	(23)
第七节 甘蔗的成分	(26)
第八节 原料蔗与制糖的关系	(28)
一、甘蔗品种成分不同的影响	
二、施肥对甘蔗成分的影响	
三、甘蔗受病虫害灾害的損害	
四、夹杂物所引起的損失	
第九节 制糖工业对原料甘蔗的要求	(31)
第三章 甘蔗制糖的方法和操作程序	(32)
第一节 制糖方法的分类和发展簡史	(32)
第二节 甘蔗制糖的主要操作	(33)
第三节 各种制糖法的流程图	(33)
第四章 甘蔗的运输	(38)
第一节 地理环境与原料运输方法的选择	(38)
一、水道运输	
二、陆地运输	
三、空中纜道运输	
第二节 甘蔗输送机	(40)
一、甘蔗输送机的构造	
二、输送量的計算	
三、所需动力計算	
第三节 甘蔗起卸运输设备	(43)
一、起重机	
二、卸蔗机	
三、卸蔗台	

第 四 节	甘蔗延迟压榨对制糖的影响·····	(47)
第 五 章	甘蔗压榨前的预备处理·····	(50)
第 一 节	预备处理的目的是和方法·····	(50)
第 二 节	甘蔗切断机及其作业·····	(50)
	一、回轉刀的式样 二、回轉刀的装配 三、切蔗 机所需馬力 四、切蔗机操作时注意事項 五、切 蔗机的工作力量 六、切蔗机的評价 七、甘蔗理 平机	
第 三 节	甘蔗撕裂机及其作业·····	(59)
	一、辊裂机 二、錘裂机 三、磨裂机 四、碎裂机	
第 四 节	甘蔗压碎机及其作业·····	(67)
	一、压碎机的构造 二、压碎机的效用 三、压碎 量的計算 四、所需动力計算	
第 六 章	蔗汁的提取·····	(71)
第 一 节	压榨技术发展簡史·····	(71)
第 二 节	甘蔗的压榨特性·····	(72)
	一、蔗茎内部組織的結構 二、甘蔗中細胞的形态 和压后变化 三、甘蔗具有的弹性和脆性	
第 三 节	甘蔗压缩理論·····	(76)
	一、压缩度 二、压力与体积变化的关系 三、压 榨过程蔗料压缩作用的分析 四、甘蔗压缩理論的 实际应用問題	
第 四 节	蔗汁提取机理·····	(97)
	一、蔗料的破細度 二、蔗层的厚度 三、压榨的 次数 四、压榨的速度 五、蔗汁提取机理在生产 工作中的应用	
第 五 节	压榨机的构造·····	(103)
	一、压榨机的构件 二、压榨辊軸和辊面齿沟的种 式 三、托渣板及除辊面蔗屑装置	

第六节	輓頂压力的調节装置	(113)
	一、彈力式压力調节器 二、水压与油压調节器 三、风压調节器 四、多重压榨机各机頂輓所加压力	
第七节	压榨能力和功率的推算原理和方法	(118)
第八节	滲浸作用	(123)
	一、滲浸的主要作用 二、滲浸方式 三、滲浸装置 四、单式及复式滲浸能力的数理分析 五、滲浸能力——蔗糖抽出率的推算 六、滲浸水量的經濟限額 七、水溫对滲浸作用的影响 八、干湿榨效率的考查	
第九节	可制糖抽出率的計算	(147)
	一、諾蒂亚式論 二、溫脫卡式論	
第十节	糖厂压榨車間的配合設備	(152)
	一、榨前預备操作設備和配合 二、压榨机的联动及原动設備和配合 三、压榨中和压榨后处理設備和配合	
第十一节	压榨过程中蔗汁的化学变化	(164)
	一、压榨过程中蔗汁的变化 二、压榨过程中微生物的活动 三、压榨过程中蔗糖損失量 四、蔗渣的杀菌及防腐	
第十二节	压榨操作应注意事項	(170)
第七章	蔗汁的提淨	(172)
第一节	混合汁的成分和性状	(172)
第二节	蔗汁提淨处理的过程和方法	(177)
	一、加热处理 二、澄清处理 三、沉淀分离处理 四、蔗汁提淨效率	
第三节	蔗汁提淨的基本理論	(181)
	一、蔗汁中氢离子浓度的影响 二、加热对蔗汁的	

	作用 三、加电解質对蔗汁的作用 四、离子交换对蔗汁的作用 五、电对蔗汁的作用	
第 四 节	石灰法.....	(208)
	一、石灰法通用的工艺流程 二、石灰法工艺条件的論述 三、各种石灰法的評价	
第 五 节	亚硫酸法.....	(216)
	一、亚硫酸法通用的工艺流程 二、亚硫酸法工艺条件的論述 三、各种亚硫酸法的評价	
第 六 节	碳酸法.....	(229)
	一、碳酸法通用的工艺流程 二、碳酸法工艺条件的論述 三、碳酸法的評价及改进方向	
第 七 节	离子交換法.....	(240)
	一、用离子交換剂处理混合汁 二、用离子交換剂处理加化学剂澄清后的蔗汁 三、用离子交換剂处理糖浆	
第 八 节	各种澄清方法比較.....	(242)
第 九 节	蔗汁加热装置.....	(244)
	一、加热器的构造 二、加热器加热面积的計算 三、蔗汁比热的計算法 四、加热器的总传热系数 五、蔗汁加热器积垢和油漬清除的方法 六、加热器的操作管理知識	
第 十 节	蔗汁澄清装置.....	(253)
	一、石灰乳混和装置 二、沉淀器 三、硫熏装置 四、碳酸飽充器 五、离子交換器	
第十一节	蔗汁沉淀过滤装置.....	(277)
	一、过滤理論和作业 二、过滤机的种类和构造 三、糖厂过滤机的选择	
第十二节	石灰、石灰乳及二氧化碳的制备.....	(300)
	一、石灰石的煅烧理論 二、石灰窑的形式和构造	

三、石灰窑的操作 四、石灰窑容量的计算 五、
石灰乳化装置

第八章 糖汁的蒸发.....(312)

第一节 蒸发理论.....(312)

一、蒸发水量的计算 二、蒸发耗热量计算 三、
蒸发所需蒸汽量 四、蒸发时汁汽压力与温度的关
系 五、蒸发时温度的损失 六、蒸发效能与传热
关系 七、各效蒸发水量与蒸发站蒸汽用量 八、
自蒸发问题

第二节 糖汁蒸发设备及其构造.....(329)

第三节 多效蒸发罐的操作与控制.....(333)

一、操作方法要点 二、蒸汽压力和真空度的控制
三、保持液面的稳定 四、汁汽抽用量的控制 五、
汽凝水的排除 六、不凝汽的排除 七、加强各部
门的联系 八、多效蒸发罐操作的自动控制

第四节 蒸发方案的计算.....(338)

第五节 糖厂蒸发热力方案的探讨.....(347)

一、糖厂蒸发热力方案的考查 二、选择热力方案
的准则 三、改进蒸发热力方案的途径

第六节 蔗汁在蒸发过程中的化学变化.....(360)

一、蔗糖转化 二、蔗糖分解与色度增加 三、糖
汁碱度的变化 四、生成沉淀物和积垢 五、纯度
升高

第七节 糖厂蒸发罐积垢的防除.....(363)

一、糖厂蒸发罐积垢的考查 二、蒸发罐积垢的预
防 三、蒸发罐积垢的清除

第八节 糖汁蒸发工段的附属设备.....(373)

一、糖沫捕集器 二、冷凝器 三、蒸汽压力自动
调节器 四、汽水分离器 五、真空泵 六、热能

壓縮器 七、汽凝水自蒸发器

第九章 煮糖和助晶	(382)
第一节 蔗糖結晶理論	(382)
一、蔗糖溶解度和飽和系数 二、过飽和溶液和过飽和系数 三、糖液中晶核的形成 四、蔗糖結晶的長大 五、結晶速度 六、影响結晶的主要因素 七、結晶糖量与結晶時間 八、結晶理論与煮糖技术	
第二节 真空煮糖罐的种类和构造	(402)
一、鼓式真空煮糖罐 二、蛇管式真空煮糖罐 三、环板式真空煮糖罐 四、連續式真空煮糖罐	
第三节 煮糖方法	(407)
一、通用煮糖法 二、連續煮糖法 三、罐外結晶法	
第四节 煮糖操作原理和控制	(414)
一、过飽和曲綫图的运用 二、过飽和系数的測定 三、晶核数目的計算 四、起晶控制 五、固晶控制 六、起晶点和溶晶点的測定 七、养晶控制 八、結晶率及其計算 九、不良晶粒的生成和防止 十、煮糖罐的自动控制	
第五节 煮糖系統和配料計算	(428)
一、直接煮糖系統 二、混合煮糖系統 三、制訂煮糖系統的依据和原則 四、煮糖的配料計算	
第六节 煮糖能力的計算和罐时調配	(452)
第七节 糖膏助晶原理	(454)
第八节 助晶机及其作业	(456)
一、助晶机的类型及构造 二、各式助晶机的作业和比較 三、煮糖及助晶处理的其他設備	
第九节 助晶操作过程和控制	(462)
第十节 助晶的計算	(464)

第十章 分蜜、干燥和产品貯藏	(468)
第一节 糖膏的分蜜	(468)
一、糖膏分蜜的一般概念 二、离心分蜜机 三、 分蜜的操作 四、分蜜机组流水作业法 五、分蜜 机的自动化和半自动化	
第二节 最終糖蜜的形成	(480)
一、最終糖蜜形成的理論 二、糖厂最終糖蜜的純 度标准	
第三节 砂糖干燥、篩分及包装	(485)
一、砂糖的干燥 二、干燥的理論和計算 三、砂 糖干燥机 四、砂糖的篩分及包装	
第四节 产品貯藏及运输条件	(493)
一、砂糖的变坏及其原因 二、砂糖貯藏的条件 三、砂糖的运输条件	

第一章 中国的制糖工业

糖是人們的主要生活資料之一。它与淀粉等同屬醣類。醣類与蛋白質、脂肪及无机鹽类等是保證人体健康的主要营养品。每公斤糖約可發熱3,950千卡。糖除了可以直接供食用外，尚可供食品与調味品工业、医药工业及若干有机化学工业之用。

現在全世界食糖的產量約五千多万吨，其中甘蔗糖約占三分之二，甜菜糖約占三分之一弱，至于其他如蘆粟糖、棕櫚糖及枫糖等，因原料含糖分低，尚未能在工业上推广。甘蔗糖主要产区有中国、古巴、印度、巴西、印度尼西亚、夏威夷、菲律賓、澳洲及阿联；甜菜糖主要产区有苏联、波兰、捷克、德国、法国及美国等。

中国位于亚热带及温带，适宜于种植甘蔗和甜菜。甘蔗产区以广东、四川、台湾三省为主；广西、福建、云南次之；貴州、湖南、江西、浙江、安徽又次之；在长江以北至黄河滨的地区現在也能种植。甜菜产区以东北各省为主；西北、华北各省区都在推广种植中；华南虽然也能种植，但不易保藏。在我国食糖的產量中，甘蔗糖約占產糖总量的80%以上，甜菜糖的比重較小。

甘蔗糖的发现和生產，在我国有悠久的历史。传说在二千二百年前的周朝末年已知取飲蔗漿，自甘蔗中取甜味物。在第四世紀晋朝时，制糖之術已初步形成。至唐宋时代，我国手工制糖业已很兴盛。在百年前，我国已成为东方著名的產糖国家，所產蔗糖除自給外，尚有輸出。1880年，我国食糖出口达到最高峰，到1890年，我国仍有余糖运銷海外。但自1895年台湾被日本强占以后，我国糖业遂从出超轉为入超。

我国自己建立現代化甘蔗糖厂，始于1934~1936年間，是在美、日經濟势力在华角逐的矛盾下建立的。初以“无烟糖制造”

为开端，繼又在广东建立順德、东莞、市头、新造、揭阳、惠阳六間甘蔗糖厂，不久在广西也建立了一間新型的貴县糖厂。这些糖厂在抗日战争期間大部被毀。抗日战争结束后，在国民党反动統治时期大都未能恢复，即使有一、二間糖厂勉强开工，但也都处于半停頓状态。

甜菜制糖工业始于1909年，帝俄商人在吉林省阿什河（現属黑龙江省）設立新式甜菜糖厂，同年在呼兰又成立了富华公司。1912年日商在辽宁設立南滿制糖株式会社。1920年我国曾有人在山东济南設立溥益糖厂。但一直到解放以前，我国北方的甜菜制糖工业并没有得到什么发展。

全国解放以后，我国的制糖工业，在党和人民政府的领导下，才正式走上了恢复、发展的道路。特别是1958年以来，我国制糖工业又有了进一步发展。各地区根据大中小相結合、以中小为主的方針，建立了許多中小型的糖厂。許多过去不产糖的地区，現在也都能产糖了。这就为我国发展糖业創造了有利条件。解放以来，我国的产糖量的增长情况，見表1—1所列：

表 1—1 我国解放后历年产糖量
(以1949年的产量为100%)

年 度	产 糖 量 (%)	年 度	产 糖 量 (%)
1949	100	1955	360
1950	121	1956	406
1951	151	1957	434
1952	227	1958	446
1953	321	1959	553
1954	348		

随着糖业的发展，我国制糖的科学技术研究、設計和设备制造力量也在急速地成长。采用三結合方式，貫徹“四化”和推广技术革新运动，使我国的糖业面貌有很大的改变，如甘蔗压榨

“四匀九联”操作法、中間汁亚硫酸澄清法、“五一”煮糖法、运蔗一条龙的设计等，对制糖技术水平的提高，起了很大的作用。同时，根据多种经营、综合利用的方针，我国制糖工业以甘蔗为原料，大力研究了副产品的综合利用，使过去单一产品的甘蔗糖厂，已变成了多种产品的“甘蔗化工厂”，这对国民经济的发展是有着重要意义的。

为了满足人民日益增长的需要和为国家创造更多的财富，我国制糖工业的生产任务日趋繁重，这有赖于我们不断地提高制糖工业的科学技术水平，鼓足干劲，更好地为完成党和人民交付的光荣任务而努力。

第二章 原 料

糖为碳水化合物。很多植物都含此成分。现在制糖原料都取自植物中。但不是所有含糖分的植物都可用作制糖原料的，只有达到一定糖分含量的经济作物，才有被采用的价值。现在所用的制糖原料以甘蔗、甜菜两种为主，其他如蘆粟、糖枫、椰棕及枣棕等植物，其经济价值不如甘蔗和甜菜。

第一节 糖在宇宙間的循环变化

蔗糖的化学成分是碳水化合物，但是现在用人工合成的方法进行大量的工业生产还未成功，而只能利用糖料植物如甘蔗、甜菜等来制取蔗糖。制糖工厂从糖料植物中制取蔗糖；人体则消化蔗糖产生劳动的能力，并排出二氧化碳和水；糖料植物则又将二氧化碳和水通过叶绿素的光合作用而合成了蔗糖。于是形成了糖在宇宙間的循环变化（如图 2—1）。

第二节 甘蔗的源传和分布

甘蔗原产于中国及印度，为一种野生植物。据考查，中国在周末以前已知利用甘蔗。在中国古代文献中，有关甘蔗的记载，以春秋战国时宋玉作九辩招魂与后人合景差所作大招汇集成的楚辞为最古。招魂篇有“膾鱉炮羔有柘浆些”的詞句。后前汉郊祀歌“柘浆析朝醒”，也有“柘浆”这个名詞。因蔗汁味甜可口，故初时仅供生噉用，所谓“古之食蔗者始为蔗浆”，取飲蔗浆实为食用甘蔗的一种最原始的方法。由此推知，约当2200年以前中国就开始利用甘蔗了。

根据植物学家和史学家的考查，甘蔗是自它的原产地——中国和印度——向西传入阿拉伯、埃及，經地中海传入葡萄牙、西

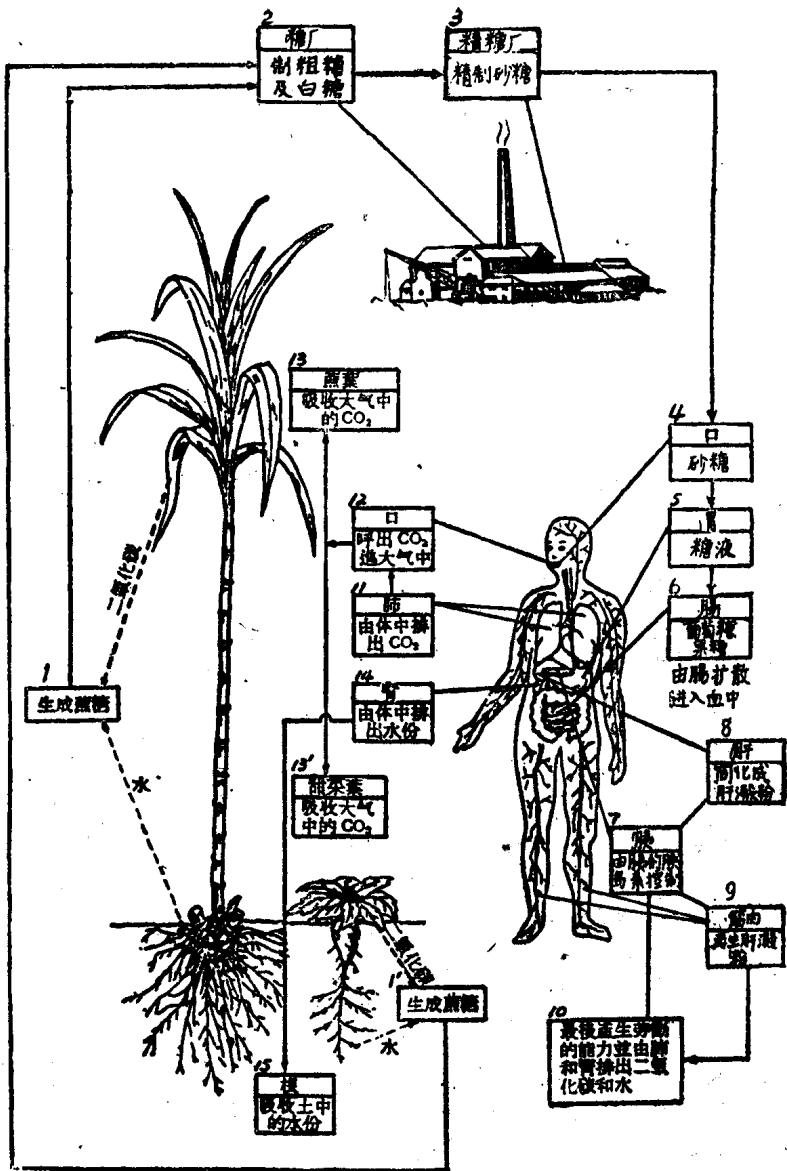


图 2-1 糖在宇宙间的循环变化

班牙，再經加拿列群島传入美洲，向南传入南太平洋群島的。現在甘蔗产区分布遍于五大洲，在亚洲有印度、中国、印度尼西亚、菲律宾；在美洲有古巴、美国、墨西哥、阿根廷、巴西、秘魯、西印度；在非洲有阿联；在欧洲有西班牙；在大洋洲有澳大利亚、夏威夷等地。以亚洲和美洲分布地区最广，而欧洲最少。可参看图 2—2。

我国甘蔗生长分布在华南、西南及华东等地，以华南、西南二地区为主，华东則較少，甘蔗的移植和推广正在发展中。

第三节 甘蔗生长的自然条件

我們可由地图上看到，甘蔗的产地分布在北緯三十度以南，和南緯三十度以北之間的地带，其中最主要的产蔗区是在南北回归綫兩側，在赤道附近則甚少。同时，不論在拔海四千米的高原或滨海的平原，甘蔗都能生长。甘蔗的生长和其他的植物一样，是要在适应的、一定的自然环境下才能繁殖的。所謂自然环境，包括气象和土壤两项；甘蔗的生长情况，随自然环境不同而异。

世界学者对气象因素对植物生长的影响的研究日益精密。由农业統計凭气象变化的累积記錄，認識了自然規律，可用气象因素为条件組成方程式，能預測各种植物的收成及后果。

甘蔗原为热带和亚热带植物，温度和湿度对甘蔗生长是有相因的关系的。甘蔗适宜生长的温度要看空气的湿度和温度变化情况来决定。长期保持湿润而温暖，平均温度在 25°C 者；或者每年有干燥和寒冷季节的，平均温度在 15°C ，且最冷时的温度均无低过 5°C 者，皆适合栽培甘蔗。同时蔗質也受气温的影响，依測驗的結果，在四季常春的地带，甘蔗含轉化糖必高。在珠江三角洲地区种植的甘蔗中，每当在气温突冷的时候蔗糖分增加特别快。

植蔗地区的雨量以每年1500~2000毫米且又依甘蔗各生长期的需要而分布均匀者为最适宜。甘蔗成熟期时雨量宜少，否則将影响甘蔗含糖分的降低；甘蔗生长旺盛时，需要雨水量較多。它