

高等学校轻工专业试用教材

甘蔗制糖工艺学

无锡轻工业学院、华南工学院 编著

轻工业出版社

高等学校轻工专业试用教材

甘蔗制糖工艺学

无锡轻工业学院、华南工学院 编著

轻工业出版社

内 容 提 要

本书内容包括:原料,提汁,澄清,蒸发,煮炼、糖厂物料、汽、水平衡,精糖及其他几种糖的制造等七篇计二十四章。

本书供高等院校制糖专业教学用,也可供有关研究人员,设计人员以及工厂技术人员参考。

高等学校轻工专业试用教材

甘蔗制糖工艺学

无锡轻工学院、华南工学院 编著

轻工业出版社出版

(北京单安路8号)

张家口地区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经营

•

787×1092 毫米 1/16 印张 21 4/16 字数 546 千字
1982 年 1 月 第一版第一次印刷

印数: 1—5,000 定价: 2.75 元

统一书号: 15042·1620

编 者 说 明

本书是按照轻工业部组织的制糖专业教材编审委员会拟定的教学大纲编写的。由无锡轻工业学院和华南工学院合编；无锡轻工业学院向瑞春、王文生为主编，轻工业部甘蔗糖业科学研究所邓国钦主审。

本书供高等院校制糖专业教学用；也可供有关研究人员、设计人员以及工厂技术人员参考。

在编写过程中，我们得到轻工业各高等院校领导的关怀和支持，保证了编写工作的顺利进行。轻工业部甘蔗糖业科学研究所、广东省轻工业设计院、广东省顺德糖厂等单位的同志对编写工作提供了许多宝贵意见，编者表示感谢。

编写的分工：无锡轻工业学院向瑞春编写绪论及废蜜；王文生编写分蜜、干燥、筛分、包装、贮藏和精糖及其它几种糖的制造；樊菊池编写蒸发；程觉民和王策编写澄清；华南工学院杨倬编写原料篇及压榨法；顾裕铿编写渗出法；李兴仁编写磨压法；王浩编写结晶理论、物料平衡计算及用汽平衡计算；陈维钧编写煮糖与助晶，产品质量问题分析、处理与生产查定及给水平衡计算。澄清工艺查定一章由广东省顺德糖厂毛礼镭编写，废蜜一章的最后一节由邓国钦补充。

由于我们的水平所限，编写中不当之处，请读者批评指正。

编 者

一九七九年十一月

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 原 料

第一章 甘蔗的生长和特性	3
第一节 甘蔗的产区分布和生长条件	3
第二节 甘蔗的植物学特性	4
第二章 甘蔗及蔗汁的主要成分及性质	10
第一节 蔗糖	12
第二节 还原糖	16
第三节 胶体物质	18
第四节 含氮物质	18
第五节 无机物(灰分)	19
第六节 无氮有机酸类	21
第七节 色素及有色非糖分	21
第八节 类脂物	22
第九节 淀粉	23
第十节 酶类	23

第二篇 提 汁

第三章 压榨法	24
第一节 压榨提汁流程及设备	24
第二节 压榨基本原理	26
第三节 压榨机组生产能力及抽出率的分析	38
第四节 压榨过程蔗汁的化学变化和微生物作用	76
第五节 压榨管理	78
第四章 渗出法	86
第一节 甘蔗渗出法的基本原理	87
第二节 甘蔗渗出法工艺	91
第三节 渗出法的生产管理	98
第四节 渗出法生产的主要计算	104
第五章 磨压法	110
第一节 磨压法基本原理	110
第二节 磨压法工艺流程	111
第三节 磨压法设备	113

第四节 磨压法操作管理	115
-------------------	-----

第三篇 澄 清

第六章 澄清的基本原理	118
第一节 混合汁的组成和性质	118
第二节 电解质在蔗汁澄清中的作用	122
第三节 氢离子浓度、温度和时间对蔗糖、还原糖的影响	130
第七章 石灰法	134
第一节 石灰法的工艺流程	134
第二节 石灰法的澄清工艺	136
第八章 亚硫酸法	142
第一节 亚硫酸法分类及流程	142
第二节 亚硫酸法澄清工艺	146
第三节 顽性蔗汁的处理	165
第九章 碳酸法	169
第一节 碳酸法的分类和工艺流程	169
第二节 碳酸法澄清工艺	172
第三节 石灰的生产	183
第十章 澄清工艺查定	187
第十一章 离子交换法及其它澄清新方法简介	190
第一节 离子交换法	191
第二节 其它澄清方法	198

第四篇 蒸 发

第十二章 糖汁在蒸发过程中的化学变化及积垢的防除	202
第一节 化学变化	203
第二节 积垢的生成及防除	204
第十三章 蒸发热力方案	211
第一节 热力装置及热力方案的选择	211
第二节 热力方案的介绍	212
第三节 几种热力方案的评价	216
第四节 热力方案计算示例	218
第五节 节约蒸汽消耗量的措施	221
第十四章 蒸发管理	225
第一节 “五定”操作法	225
第二节 蒸发查定	226

第五篇 煮 炼

第十五章 结晶理论	233
-----------------	-----

第一节	蔗糖结晶学基本知识	233
第二节	蔗糖溶液结晶基础	239
第三节	蔗糖晶核的形成	244
第四节	蔗糖晶体的长大	249
第十六章	煮糖与助晶	257
第一节	各种糖膏的煮制简述	257
第二节	煮糖制度与物料平衡	265
第三节	生产上不正常现象的分析与处理	281
第四节	煮糖过程的连续化与自动化	284
第五节	助晶	289
第十七章	分蜜、干燥、筛分、包装、贮藏	294
第一节	分蜜	294
第二节	干燥	303
第三节	筛分、包装、贮藏	306
第十八章	产品质量问题分析、处理与生产查定	308
第一节	产品质量问题的分析与处理	308
第二节	生产查定	313
第十九章	废蜜	319
第一节	甘蔗废蜜的化学成分	319
第二节	废蜜形成的理论	320
第三节	废蜜的标准纯度	322
第四节	减少废蜜糖分损失的途径	323
第五节	废蜜回收	323

第六篇 糖厂物料、汽、水平衡

第二十章	物料平衡计算	325
第一节	物料平衡的基本概念	325
第二节	糖厂的物料平衡	325
第三节	压榨工段物料平衡计算	326
第四节	澄清工段物料平衡计算	328
第五节	蒸发工段物料平衡计算	331
第六节	煮糖工段物料平衡计算	331
第七节	蔗糖分平衡及生产成绩	332
第八节	全厂物料平衡计算示例	333
第二十一章	用汽平衡计算	346
第一节	动力间发电机组用汽量及热衡算	347
第二节	压榨间用汽量及热衡算	349
第三节	澄清工段用汽量计算	350
第四节	蒸发工段耗汽量计算	353

第五节	煮糖工段耗汽量计算	355
第六节	全厂耗汽量平衡计算	356
第二十二章	给水平衡计算	357
第一节	糖厂的用水和供水	357
第二节	各种用水量的计算及其方法	358
第三节	冷水与热水的供耗平衡	363

第七篇 精糖及其它几种糖的制造

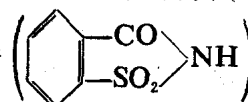
第二十三章	精糖与方糖	365
第一节	精糖生产	365
第二节	方糖生产	369
第二十四章	其它几种糖的制造	373
第一节	冰糖	373
第二节	红糖	374
第三节	液体糖、无定形糖和速溶糖	375

绪 论

自然界中广泛存在一类名为碳水化合物的有机化合物，这类物质都是植物通过光合作用直接或间接制成的。其中包括单糖(如葡萄糖、果糖)、寡糖(蔗糖、麦芽糖、棉实糖)和多糖(淀粉、纤维素)等。人们日常生活中消费的糖或食糖如白砂糖、赤砂糖、绵白糖、冰糖、方糖等，其主要化学成分就是寡糖中的蔗糖。因为它最先是从小甘蔗茎部经过榨汁、提纯制炼出来的，所以称之为蔗糖，但不能说所有上述的那些食糖都是从甘蔗得来的。理论上，所有高等植物莫不含有蔗糖，不过一般含量都很低，只有那些含蔗糖在百分之十几以上的植物，才适合作为提制食糖的原料，而符合这种条件的则主要是甘蔗和甜菜。人们通常讲的甘蔗糖和甜菜糖实际上都是因各自的糖料而得名的。其它如芦粟(糖用高粱)，枫树汁，椰子树汁等虽然也可用来提制蔗糖。不过在产量和经济价值上比甘蔗和甜菜都要差得多，所以，它们在世界糖业市场中并不占有任何地位。

糖跟它本身具有的甜味似乎有着不可分割的联系。人们一讲到糖，就联想到它所具有的那种愉快感的甜味；一吃到甜的东西，也立即意识到其中必然有糖。自古以来，糖都用来作为甜味食物或作为食物的甜味佐料。人类最早的甜味食物是蜂蜜(葡萄糖和果糖)，后来又发现粮食(淀粉)蒸煮后加上麦芽也能熬成糖(麦芽糖)。大约公元前几百年，人类已发现从小甘蔗榨汁可以制糖。最初的甘蔗糖是比较昂贵的奢侈品，只限于祭祀和宫廷贵族食用，随着生产的发展，甘蔗糖才逐渐成为人们日常不可缺少的生活资料。至于从甜菜制取蔗糖，其历史则是非常短的。十九世纪初欧洲才开始有甜菜制糖业，自那以后甘蔗糖与甜菜糖在互相竞争中不断地发展，成为全球性的两大制糖工业。到现在世界的食糖总产量已经超过 9000 万吨，其中甜菜糖约占 40%，其余 60% 左右都是从甘蔗中提炼出来的。

目前世界市场上供人们直接消费的甘蔗糖绝大部分都是精糖，它是由甘蔗初步提制的粗糖再经过加工制炼成的。也有许多地方从甘蔗直接制成质量较精糖稍差的白砂糖(耕地白糖)。精糖颜色洁白，几乎是纯粹的蔗糖(蔗糖分高于 99.8%)，甜味纯正，没有不良的余味，易溶于水，食用方便。人们所以喜爱食糖，除了甜味外，还由于它具有一定的营养价值，即每克蔗糖也跟粮食中的淀粉一样能发出 4 千卡的热量，而且比淀粉更容易被人体消化和吸收。这就使它进而具有使人体耐寒和帮助消除疲劳的功效。从这些方面来看，它跟现代化

学合成的人工甜味剂相比是有本质上的区别的。如糖精  是世界上流行的一种代用甜味剂，它的甜度比精糖要大 240~350 倍，但它不能使人体发生热量，故不具有任何营养价值，而且带有一些不快的余味。据报导长期服用糖精还可能致癌，所以它在国外一般只供给那些患糖尿病或害怕发胖而需要避免食物发热量过高的人们作甜味佐料使用，而食糖则大量应用于食品、饮料和医药等许多方面。

甘蔗这种糖料植物发源于热带。现已广泛栽培于南北纬 30° 内外的一些地区*。由于它

* 世界上甘蔗糖业发达的国家在亚洲除我国之外，还有印度、菲律宾，非洲方面有毛里求斯、南非，拉丁美洲有古巴、巴西、墨西哥等国，太平洋地区则有澳大利亚，此外还有美国的佛罗里达和路易斯安那以及夏威夷等地。

与玉米、高粱同属于 C_4 植物,在利用太阳能通过光合作用制造生体能源物质(Biomass)方面,效率比 C_3 植物要高很多,因而特别受到人们的重视。据夏威夷方面的估计,每年每英亩(≈ 0.4 公亩)所产的甘蔗,除提取的精糖外,剩下来包括蔗梢、蔗渣、废蜜等在内的生体能源物质就有 14 吨之多(小麦只有 0.5 吨)。其中,蔗渣能代替煤炭作为燃料(一些甘蔗糖厂用蔗渣烧锅炉),还可以代替木材用于造纸、制纤维板和人造纤维等。糖厂废蜜更是一种用途繁多的轻工业原料,用它可以制造酒精、丙酮丁醇、柠檬酸、乳酸、甘油、醋酸、丁酸、谷氨酸、食用酵母和味精以及各种酶制剂等价值很高的轻工业产品。由此可见,甘蔗制糖工业实际上还包括一系列有关的轻化工业。广东江门甘蔗化工厂就是一个很好的例证。

应当指出,甘蔗糖业能否兴旺发达,要看甘蔗糖料的供应是否充裕。甘蔗是由农业部门提供的,按照因地制宜,合理布局,适当集中的原则,生产出大量优质的原料,才有可能加速甘蔗糖业的发展。

历史上,我国是甘蔗制糖业最先发展的国家(还有印度),古代文献如《楚辞》、《汉书》、《七辨》、《名医别录》、《天工开物》、《本草纲目》等,都先后有我国古代种植甘蔗和制糖技术的详细记录和论述。我国产甘蔗糖的传统地区有台湾、广东、广西、四川、福建、江西、浙江。在鸦片战争以前我国曾经是一个有大量甘蔗糖出口的国家。据记载我国的甘蔗曾由鉴真和尚带到日本。

鸦片战争以后,“洋”糖源源不断地涌进,外国资本还进一步在我国设厂制糖(1906 年帝俄在黑龙江省的阿城开办甜菜糖厂),致使我国原有的制糖工业倍受摧残,在国民党反动统治时期,官僚资本也在广东办过好几个大型的新式甘蔗糖厂(顺德、东莞、紫坭、市头等)。但在帝国主义经济侵略和国民党腐朽卖国的情况下,这些糖厂只能是徒有其名,根本谈不上有什么发展。

我国的甘蔗制糖工业的真正发展时期还是在解放以后。建国三十年来除原有糖厂得到恢复和扩建外,许多技术比较先进的新型甘蔗糖厂陆续建成投产,糖厂工人和技术人员在党的领导下发扬自力更生艰苦奋斗的精神,在生产实践中不断创造优异成绩,总结出许多先进经验,如压榨过程中的“四匀九联”,蒸发中的“四定操作法”,煮炼中的“五一煮糖法”等,把我国甘蔗糖的生产技术提到了新的水平,同时我国食糖的年产量由一九四九年的十九万吨提高到一九七八年的二百二十六万七千吨(其中甜菜糖三十一万七千吨)。但是,我国的制糖工业还是比较落后的,食糖产量还远不能满足人民生活的需要。

为了迅速发展我国的制糖工业,首先应当致力于糖业科学技术的现代化,要达到这一点,必须办好教育,加速培养糖业科学技术人材。

本书定为高校制糖专业的教学用书。全书分为糖料、提汁、澄清、蒸发、煮炼、三大平衡和精糖及其它几种糖的制造等七篇计二十四章,重点放在甘蔗制糖工艺的基本原理、工艺流程、工艺条件和工艺管理等方面,并适当介绍国内外的先进技术和有益的经验。希望学生通过学习,理论联系实际,基本上掌握现代制糖生产技术,以便在毕业之后献身于祖国的制糖事业,为四个现代化作出贡献。

第一篇 原 料

概 说

制糖工业的原料,就现阶段来说都是一些含有蔗糖的植物,经过糖厂加工,把其中的蔗糖提取出来制成产品。含糖的植物,种类很多,如甘蔗、甜菜、糖高粱、糖槭、椰棕、枣棕、罗汉果、甘草等。但并不是所有这些含糖植物都可用来制糖,只有那些含糖量达到一定程度的植物,才具有作为制糖原料的价值。目前的制糖原料以甘蔗、甜菜为主。但糖高粱也是较有经济价值的糖源,它在我国中部地区将具有一定的地位。

原料的农艺和工艺性质对加工过程及工艺的影响甚大。就甘蔗来说,蔗茎的植物解剖学特性、蔗汁的化学成分及性质等,都是我们选择加工方法及制定工艺条件的依据。因此,每一个制糖工作者都必须对上述问题有一个基本的了解。

第一章 甘蔗的生长和特性

第一节 甘蔗的产区分布和生长条件

甘蔗原生于热带地区。在高温多湿、阳光充足的条件下,一年四季都可以种蔗。甘蔗可以长年生长,一般来说,生长期愈长,积累的干物量愈多,则甘蔗的产量便愈高。

蔗区在世界范围内的分布极广。但是,甘蔗的生长要受到各种自然条件的限制,其中尤以气温及雨量这两个气象因素的影响最大。例如在热带蔗区,一年四季气温变化不大,但是,由于雨量分布不均,形成了相当明显的干、湿季节。干旱季节迫使甘蔗提早生理成熟,因而常是热带蔗区甘蔗的成熟收获季节。而温带蔗区甘蔗生长的主要限制是低温、霜冻,这里的甘蔗往往未及成熟就被迫提前收割。由于生长期短,生长量不足,所以温带蔗区的甘蔗,其含糖分及产量均受到抑制。

介于上述两蔗区之间的是亚热带蔗区。在此蔗区中也出现低温、干旱,但低温不致迫使甘蔗在未成熟时就要收割,而干旱也不像热带蔗区那么明显,不会因开花而收获提前,所以两者都不是主要的限制因素。实际上,亚热带蔗区的气候条件对于延长生长季节,获得高产都非常有利。现今世界上大面积高产蔗区,往往不在赤道附近的热带,更不在温带,而是大部分都在南北纬度的 20°C 等温线和南北回归线之间的亚热带。

我国蔗区分布很广,地跨热带、亚热带及温带,其中以热带、亚热带及南温带为主要产区。一些长期保持湿润而温暖(平均温度在 25°C)或者每年有干燥和寒冷季节,但平均温度

在 15℃, 海拔在 1200 米以下, 最低土温不低于零度的地区, 无不适合于栽培甘蔗。我国主要蔗区的年平均气温如表 1-1。

表 1-1 中国主要蔗区的年平均气温(°C)

蔗区	广东	广西	福建	台湾	四川	云南	江西	浙江	湖南
气温	21.71	20.98	21.71	22.20	16.45	20.14	18.25	16.49	16.40

我国蔗区的年降雨量, 多数达到 1200 毫米以上, 较高者为 1500~2000 毫米(表 1-2)。甘蔗区的雨量在一年中应分布适当, 当生长旺盛时, 要求雨量充沛, 成熟时则以少雨为宜, 成熟期雨水过多, 会使甘蔗含糖分下降。

表 1-2 我国蔗区的雨量

蔗区	广东	广西	福建	台湾	四川	云南	江西	浙江	湖南
雨量 (毫米)	1586.3	989.1	998.4	2100	1982.8	1521.4	1271.1	1023.2	1386.1

适宜于甘蔗生长的土壤类型是多种多样的。从国外蔗区来看, 就有南非的疏松易耕的风沙土、粘板难耕的牙买加沉积性重粘土, 印尼、毛里求斯、夏威夷的火山灰土, 印度北部的热带黑灰土, 阿联的海岸冲积土, 南美圭亚那的海岸地粘土等。我国自台湾的望天田至大陆沿海的咸矾田; 自珠江三角洲的沙围田至金沙江的河坝地; 自海南岛、雷州半岛的砖红壤性土至四川的紫黑土, 都是我国主要糖蔗产区的土壤条件。由此可见, 甘蔗对土壤的适应性比对气候条件的适应性要大。但是, 为了获得稳产高产还必须了解和掌握土壤条件对甘蔗生长发育产生影响的规律性, 以便因地制宜改良土壤的物理性质及肥沃度, 使它适应甘蔗各个生长段的要求。

第二节 甘蔗的植物学特性

一、甘蔗的形态和生长条件

甘蔗在植物学分类上属于被子植物门, 单子叶纲、禾本科、甘蔗属。甘蔗的形态具有禾本科的一般性状, 现就甘蔗的根、茎、叶、花和果实(种子)几个部分。分别简述如下:

甘蔗植株具有细长须状的纤维根系。其中有种根及茎根之分(图 1-1)。前者是从蔗苗根点发生的, 分枝较多, 寿命较短, 起着临时根的作用; 后者是由新株基部节上发生的, 较粗而数多, 入土力及生长力都较强, 当它发育到有足够数量时便取代种根, 从土地中吸收养分, 并固定甘蔗植株。茎根的寿命也是有限的, 但由于新的茎根不断发生, 所以整个根系还是在发展。

蔗茎由节和节间所组成, 是支持蔗叶生长、输送水分、养分和无性繁殖的主要器官。图 1-2 所示为蔗茎的形态。节与节之间, 即下至生长带, 上至叶痕的那一部分, 称为节间。由于品种的不同, 节间便有圆筒形、腰鼓形、缩腰形、圆锥形、倒圆锥形、弯曲形等几种不同的形状。节间的长度和粗细也随甘蔗品种而异。节间上有芽沟、蜡粉, 有时出现生长水裂和木栓

1
6
5
6

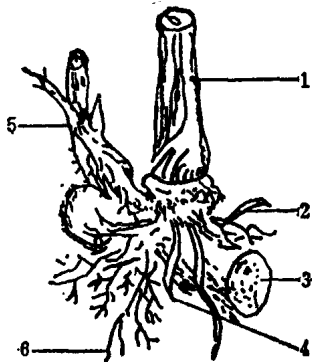


图 1-1 甘蔗的根

- 1—主茎 2—苗根
3—蔗种 4—苗根
5—分蘖根 6—种根

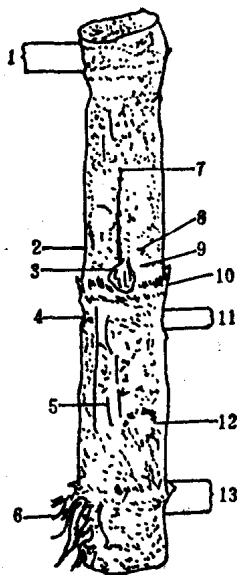


图 1-2 蔗茎

- 1—节 2—节间 3—芽 4—生长裂缝
5—木栓裂缝 6—气根 7—芽沟 8—生
长带 9—根点 10—叶痕 11—蜡
粉带 12—木栓斑块 13—根带

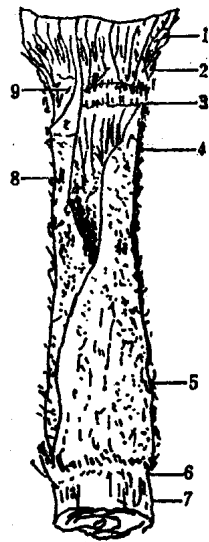


图 1-3 蔗叶

- 1—叶片 2—叶中脉
3—叶舌 4—外叶耳
5—叶鞘 6—鞘茎 7—节间
8—内叶耳 9—肥厚带

裂(或木栓斑块)。芽沟是位于蔗芽正上方的纵沟,其显隐程度也是鉴别品种的特征之一。蔗粉是节间外表皮细胞分泌出来的物质。从叶痕起上至生长带的那一部分,称为蔗节,它包括生长带、根带、根点、叶痕和芽等器官。

甘蔗每一节都有一片叶子,它由叶片和叶鞘两部分组成(见图 1-3)。叶片是甘蔗通过光合作用制造养分的最大场所。叶鞘由叶痕的部位出生,两侧边缘互相重叠紧抱蔗茎而呈管状。

蔗茎的顶端为蔗梢,当甘蔗生理成熟时,便由蔗梢生出圆锥形的穗状花序,并由其中的花轴分生出许多黄色的鑫花。

甘蔗的成长,从下种到萌发,分蘖、蔗茎伸长,以至于成熟,每一个阶段都有其特点,对外界环境条件也各有其不同要求。

甘蔗在热带地区可用种子繁殖,但现在多数还是利用种苗。一个种苗一般要有二至三个蔗芽。每一个蔗芽在温度和水分都适当的情况下,便胀大而萌发成长为一个新的蔗株。萌发的温度从 13°C 开始,最适温度为 30 至 32°C 。种苗萌发需要有足够的水分,一般秧苗本身有 70% 以上的水分,就能满足蔗芽萌发的需要。但对于蔗根的萌发尚嫌不足,必须靠外界补给。

甘蔗幼苗的成长和分蘖,也要求有适当的外界条件。一般苗期生长要求温度在 15°C 以上,而且要有基肥打底,以促使苗根的迅速伸长及蔗叶的开展。甘蔗分蘖时的温度最低要在 20°C 左右,还要求有充足的阳光和适当的养分。温度升高,分蘖迅速增多,至 30°C 最为旺盛。土壤的水分,一般以 70% 左右为宜。施用氮、磷、钾肥对促进分蘖有比较明显的作用。

蔗茎的伸长期,主要是指从拔节封行前后到气温转冷,干旱季节来临这一时期。这是蔗茎的增粗和伸高的阶段。在这时期里,甘蔗对肥力和太阳光能的利用效率最高,所以这是决定甘蔗产量的关键性时期。因此,在伸长期中务必使甘蔗获得最适当的温、光、水、肥和通风等条件,其中特别是水、肥的供应,必须充足和及时。

甘蔗的成熟是指蔗茎中蔗糖分含量达到最高峰,蔗汁的品质达到最适于压榨制糖而言。甘蔗的成熟与品种、气候条件及栽培技术都有密切关系。通常当甘蔗进入伸长末期之后,由于气候转冷或转为干旱,蔗株的生长渐趋缓慢,但是蔗叶的光合作用和根群吸收养分的作用并未停止,只不过将原来用于长叶长茎的物质转为制造糖分而已,这时糖分加速积累,促使甘蔗进入成熟期,我国及世界各地的甘蔗收获期见表 1-3。

表 1-3 世界各蔗区的甘蔗收获期

蔗 区	收 获 期	蔗 区	收 获 期
中 国	11 月至次年 5 月	阿 根 廷	6 月至 10 月
印 度	1 月至 4 月	埃 及	12 月至次年 4 月
古 巴	12 月至次年 6 月	昆 士 兰	6 月至 11 月
印 度 尼 西 亚	5 月至 11 月	墨 西 哥	12 月至次年 5 月
毛 里 求 斯	8 月至 12 月	菲 律 宾	12 月至次年 3 月
美 国 南 部	10 月至次年 1 月	西 印 度 群 岛	1 月至 7 月
夏 威 夷	12 月至次年 9 月	西 班 牙	3 月至 5 月
秘 鲁	10 月至次年 2 月	菲 济 岛	6 月至 11 月

甘蔗是否成熟,可以从甘蔗形态的变化观察。如多数蔗叶渐次枯黄凋落,只剩下梢部稀疏的较小而直生的儿片,蔗茎外表光滑,色泽变深,蔗茎横剖面呈现灰白粒点,即表示甘蔗已经成熟。此外检定蔗茎上、中、下三部蔗汁的甜度或用手提折光计测出它们的锤度,看是否一致,也可以决定甘蔗是否成熟。当然最可靠的方法是用定量分析法来分析蔗汁,当它的纯度及蔗糖分达到最高而转化糖及酸度又最低时即表示甘蔗已经成熟。

甘蔗的收获期虽然依品种、气候、土壤等条件而变化。但根据制糖生产的特点,必须把收获、运输、压榨三个方面联成一个统一体来考虑。“斩、运、榨一条龙”是我国制糖工业从实践中总结出来的一条重要经验。在编制斩蔗计划中,榨是主导,斩是基础,运是关键,斩蔗和运输都必须服从榨蔗的需要,以保证糖厂能均衡生产和按计划加工。斩蔗作为基础,其作用在于按质、按量、按时供应原料甘蔗,必须按斩蔗计划的日期交蔗,先熟先斩,即斩即运,使甘蔗保持新鲜,做到既保证供应量又可提高甘蔗糖分和蔗汁纯度。运输的关键作用在于斩蔗和榨蔗都要依靠运输这条纽带来连结,如中间梗塞,“一条龙”就会首尾脱节。因此,必须配备足够的运力,加上合理安排调度,以保证甘蔗源源不断地进厂加工。

二、甘蔗的品种

甘蔗的品种有原生种和杂交改良种两大类。原生种按甘蔗的形态来分类,而改良种则是按育种的地名、试验号码定名的。我国的原生蔗种,以竹蔗为最古老,其它如广东的木蔗、金山蔗、潭州蔗、高州蔗、红蔗等;台湾的蚶蔗、红蔗;四川的芦蔗、小立叶蔗、红蔗等都属原生种甘蔗。

甘蔗的改良种,在国外较著名的有东爪哇蔗种(缩写为 P.O.J.),夏威夷蔗种(H),古巴蔗种(C),印度蔗种(Co),美国运河点蔗种(C.P.)等。

我国在解放初期多栽培和推广台糖 108, 台糖 134, 东爪哇 2878, 东爪哇 2725, 东爪哇 3016, 印度 290, 印度 421, 运河点 29/116 等品种。其中台糖 134, 东爪哇 3016 及印度 290 等都是有名的丰产良种。但由于这些蔗种逐年退化已经不能满足我国发展糖业的需要。因此

在解放以后,特别是自五十年代后期以来,各省(区)都着手并已经培育出不少早熟、中早熟、中熟、中晚熟的优良新品种,它们无论在产量或在含糖分方面都有所提高,并已经分别在各省(区)大面积推广。表1-4中列出的都是我国自行选育的早熟、中早熟、中熟、中晚熟甘蔗新品种及其特性。

表1-4 甘蔗早熟新品种主要特征

	茎色	节间	萌芽性	分蘖性	宿根性	产 量	含 糖 量
桂糖1号	—	圆筒形 蔗茎充实	整 齐	早而快	发株多 但成茎 率低	一般亩产7~8吨	早期蔗糖分比 台糖134高2~3% (绝对值) 成熟期蔗糖分 17.24%
川蔗3号	绿黄	圆锥形 蜡粉灰白	高	强	特别强	亩产12吨比芦蔗高 41.69%	蔗糖分11.1~14.4% 亩含糖比芦蔗高 85.72%
粤糖 63/237	褐红	圆筒形 微弯曲 无芽沟	较 高	一 般	较 好	旱地新植比台糖134增 产10~48% 宿根增33.8%	10月下旬至12月新植 蔗糖分比台糖134高 0.84~1.68% 宿根高1.6% (绝对值)
闽选 703	橄榄 黄色	节间长 呈圆筒形	早 齐	较 差 但成茎 率高	强	亩产10吨以上, 最高26吨比台 糖134增10~30%	蔗糖分比台糖134 高1.21% (绝对值)
甜城5号	—	圆筒形 略曲折	高	强	好	亩产13.8吨 比C. P. 49/50 高59.86%	10、12、2月分的蔗糖 分为 11.58~13.48% 14.76~16.61% 15.34~17.71%
粤蔗3号	紫红	圆筒形 微 胀	高	强	好	比台糖134 增产15~20%	亩产糖量比台糖134增 20~30%
选蔗3号	—	较 长	快	强	好	亩产6~7吨比台糖134 增产8~26%	亩含糖量比台糖134高 5~25% 平均22.2%
赣蔗1号	黄灰	圆筒形 蜡粉薄	早而快	中 等	好	亩产一般达5.5吨,高 产达9吨	蔗糖分平均16.25% 高糖期达17.3%
云蔗 71/388	黄绿	圆筒形 蜡粉厚	早、快、 齐	强	好	一般亩产为5~8吨	蔗糖分比台糖134略低
粤蔗7号 (大碌蔗)	紫褐	腰鼓形 蔗蜡厚	良 好 但较慢	中 等	—	亩产4.5吨左右,比台 糖134增产20%左右	—
海蔗4号	紫红	圆筒形 蜡质厚	一 般	较 弱	较 好	比台糖134增产25%以 上试验田亩产达22吨	—
云蔗 65/225	紫红	倒圆锥形、 蜡粉厚	快、齐	多	良 好	春植亩产比Co 419 及 台糖134分别高11% 及14%	亩产糖量比Co 419及台 糖134分别高10% 及15%

除上表中的12个具有代表性的甘蔗品种外,还有其他一些品种。如中熟的:川蔗10号,赣蔗8号;中晚熟的:粤糖64/395,乐丰1号,粤糖65/1279,粤糖65/1378等,在糖料增产中也占有相当的地位。

上述的优良品种,若能改为秋植,则产量及含糖分还可进一步提高。举例来说,广东省中山糖厂所处的珠江三角洲平原蔗区,1973/1974秋植蔗平均亩产4.47吨,比宿根蔗的3.17吨增产41.1%,比春植蔗的3.6吨增产24.1%,海南沙坡地的乐丰县蔗区,春植蔗亩产平均不足一吨,1976年开始试种秋植蔗,亩产达四吨多。广西贵县1972年种的秋植蔗,亩产3.2吨,比同年春植的1.8吨增产75%。其他如云南元江、江西南康秋植蔗也都能增产

25~40%。

我国的甘蔗优良品种很多，各蔗区必须因地制宜，选用适合于该地区栽培条件的高产、稳产、早、中、晚熟蔗种，发展秋植蔗，以便提前榨期，增产糖料，并提高亩产糖量为国家多产食糖。

三、甘蔗茎部的植物解剖学

用显微镜观察甘蔗茎部的横切面，如图 1-4 所示。可以看出它是由表皮、维管束及柔组织组合而成的。组织结构类似海绵，表皮的组织较为密致，含木质素较多。蔗皮以内的组织是由薄壁细胞构成的柔组织，而维管束则嵌入其间。蔗皮及维管束构成通常称之谓纤维的那一部分，而柔组织则主要是蔗髓。

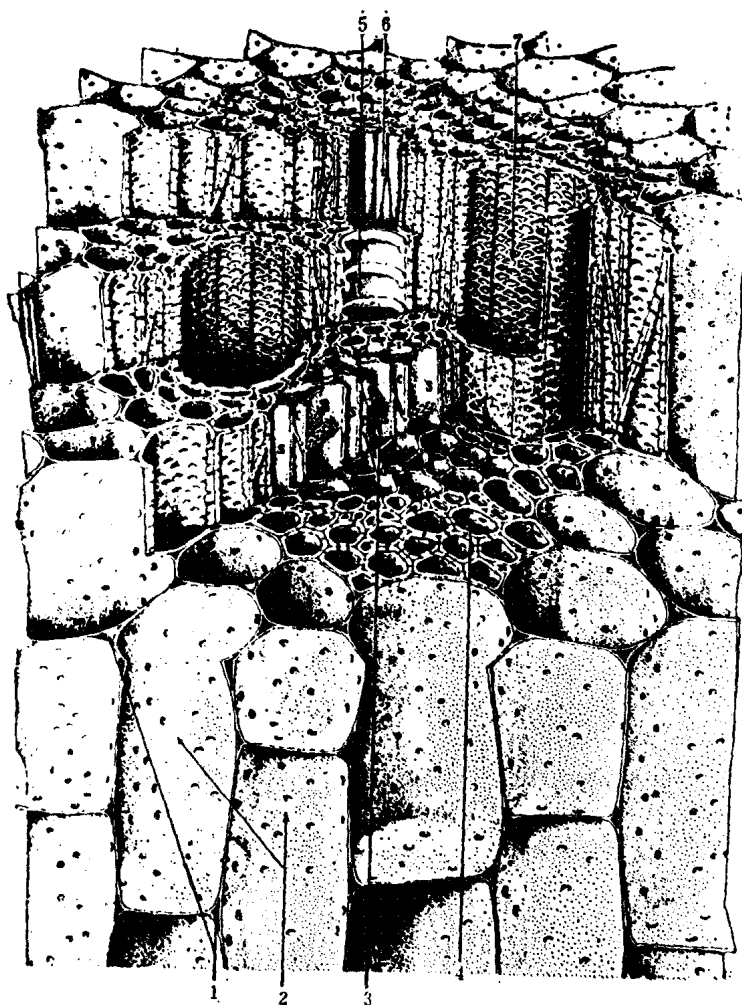


图 1-4 蔗茎立体截面

1—厚壁组织 2—韧皮部 3—薄壁组织或贮汁细胞 4—细胞间空位
5—环纹分子 6—空气管 7—木质部导管

柔组织由薄壁细胞构成，它是贮藏蔗汁的地方。这些细胞容易破裂，压碎时，蔗汁首先从这些细胞中被挤压出来。此汁的锤度高，纯度也高，它构成压榨法的初压汁。

维管束有小维管束及大维管束,均为线状组织,结束相当坚固。在维管束之内有许多导管和筛管,导管输送水及无机养分从根部上行经蔗茎达到叶部。从叶部的光合作用产物,则由筛管下行输送到茎部和根部。因此,导管和筛管中的液汁成分,差异甚大,但作为一个整体来说,它是稀浓度及低纯度的。而且由于厚壁纤维细胞的保护作用。在压榨时要到最后才被压榨出来,这就说明末辗汁的纯度总是相当低的。因此,形象地说,不妨认为蔗茎除表皮外,主要是由两个不同的部分组成的;即蔗髓及维管束,前者包含着贮藏汁或静态汁,后者包含着移动汁或动态汁。

如前所述甘蔗茎部组织中包含着各种类型的细胞,如纤维细胞、薄壁细胞、导管、表皮细胞等,其外形、胞壁厚度及受压的机械性质各不相同,所以均能影响压榨效应。下面将它们的形态作以简要介绍。

1. 纤维细胞

甘蔗的纤维细胞在外形上有长纤维及短纤维两种,如图 1-5 所示。长纤维的直径较大,两端尖削,尖头部分不长,中部宽窄不一。短纤维较短,两端较钝,一端开叉。

纤维细胞的长度为 653~4725 微米,直径为 7~35 微米,平均 20 微米,胞壁厚度 3.7~7.8 微米,平均 5.4 微米。甘蔗纤维的长短,跟蔗料入轱的难易有关。长纤维

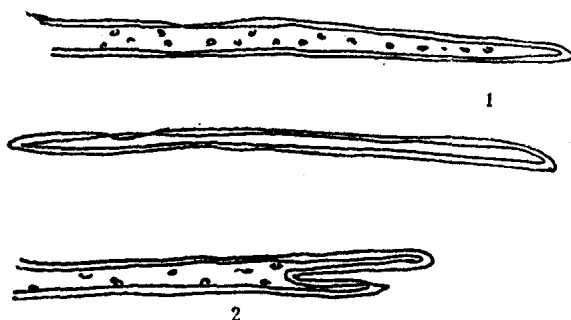


图 1-5 甘蔗纤维细胞

1—长纤维 2—短纤维

的甘蔗经预处理后多成丝状,易于入轱;而短纤维甘蔗则多斩切成短粒碎片,使入轱困难。

2. 薄壁细胞(柔组织)

薄壁细胞的外形及大小,差异很大,形状方面有椭圆形、长方形或海绵状等各种不同的形状,如图 1-6 所示。

薄壁细胞的直径为 44~230 微米,平均 91 微米;长度为 255~756 微米,平均 491 微米。



图 1-6 甘蔗薄壁细胞
的外形有点象幼蚕。

3. 导管和筛管

维管束里面的导管和筛管总是与纤维细胞粘在一起,不易分离出来,所以它们的大小尺寸比较难于分别测量。导管细胞无阑尾,包壁上有小孔甚密,有时且剥落成螺旋状,放大后

4. 表皮细胞

表皮细胞的胞壁较厚,一个长的表皮细胞往往和两个短的表皮细胞交替排列,长表皮细胞的边缘有腺状、梳状、锯齿状或脊状凸起,两个短表皮细胞中,一个为硅细胞,另一个为木栓细胞,其结构如图 1-7 所示。

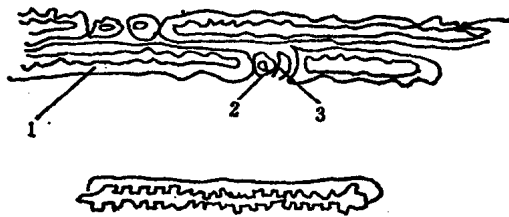


图 1-7 甘蔗表皮细胞

1—长表皮细胞 2—硅细胞 3—木栓细胞(短表皮细胞) 4—长表皮细胞侧面

上述几种表皮细胞的细胞壁均为三层。第一层是最先连接于细胞间的物质,称为胞间层。

胞间层的主要成分为纤维素、木质素和果胶质。第二层由纤维素、木质素及半纤维素(聚戊