

141378

156370

# 甘蔗糖 生产工艺学

陈樹功編著

輕工業出版社

# 甘蔗糖生產工藝學

陳樹功編著

輕工業出版社

一九五六年·北京

## 内 容 介 紹

本書按照甘蔗糖的生產过程，詳細地介紹了甘蔗起卸運輸、压榨、蔗汁的澄清、蒸發、糖漿的煮煉結晶、糖膏的分蜜、成品乾燥、包裝的操作原理、方法及機械設備，最後還介紹了蔗渣爐的構造、燃燒原理和操作管理方法、甘蔗糖廠的機械配置和化工管理。可供糖廠工程技術人員閱讀，并可作為高等工業院校制糖專業學生學習的參考教材。

## 甘 蔗 糖 生 產 工 藝 學

陳 樹 功 編 著

\*

輕 工 業 出 版 社 出 版

(北京市西單區皮庫胡同 52 號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 062 號

北京新中印刷廠排版

五十年代印刷廠印刷

新 華 書 店 發 行

\*

統一書號：15042·食18·(68)·850×1168 耗 1/32·15 印張·4 插頁·310 千字

一九五六年八月北京第一版

一九五六年八月北京第一次印刷

印數：1—3,065(精) 定價：(土)3.60 元

# 目 錄

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 序 言.....                     | 6  |
| 第 一 章 中國的制糖工業 .....          | 9  |
| 第 二 章 原 料.....               | 12 |
| 第 一 節 甘蔗的源傳和分布.....          | 12 |
| 第 二 節 甘蔗生長的自然条件.....         | 13 |
| 第 三 節 甘蔗的種類和繁殖.....          | 15 |
| 第 四 節 甘蔗生長的形态.....           | 17 |
| 第 五 節 甘蔗的成熟和收穫.....          | 19 |
| 第 六 節 原料蔗与制糖的关系.....         | 21 |
| 第 七 節 甘蔗制糖廢料利用的研究及其發展前途..... | 24 |
| 第 三 章 甘蔗制糖的方法和操作程序 .....     | 28 |
| 第 一 節 制糖方法的分类和發展簡史.....      | 28 |
| 第 二 節 甘蔗制糖的主要操作.....         | 29 |
| 第 三 節 各种制糖法的流程圖.....         | 30 |
| 第 四 節 制糖操作的改進与蔗糖質量的提高.....   | 35 |
| 第 四 章 甘蔗的运输 .....            | 37 |
| 第 一 節 地理环境与原料运输方法的选择.....    | 37 |
| 第 二 節 厂内运输所用蔗鏈及其保养.....      | 40 |
| 第 三 節 甘蔗运输起卸用的附屬設備.....      | 43 |
| 第 四 節 甘蔗延迟压榨对制糖的影响.....      | 48 |
| 第 五 章 甘蔗压榨前的預备操作.....        | 50 |
| 第 一 節 甘蔗切断机.....             | 50 |
| 第 二 節 甘蔗細裂机.....             | 59 |
| 第 三 節 甘蔗压榨机.....             | 67 |
| 第 六 章 甘蔗的压榨 .....            | 70 |
| 第 一 節 压榨机型的演变.....           | 70 |
| 第 二 節 压榨机的構造.....            | 76 |

|       |                 |     |
|-------|-----------------|-----|
| 第 三 節 | 压榨輥軸和輥面齒溝的種式    | 77  |
| 第 四 節 | 托渣板及除輥面蔗屑裝置     | 83  |
| 第 五 節 | 压榨機的裝嵌和運轉       | 87  |
| 第 六 節 | 輥頂壓力調節裝置        | 91  |
| 第 七 節 | 压榨機作用力的平衡       | 97  |
| 第 八 節 | 压榨機輥子間距離的計算法    | 104 |
| 第 九 節 | 压榨量的推算法         | 112 |
| 第 十 節 | 压榨方法和抽出率        | 115 |
| 第十一節  | 可制糖抽出率的計算       | 129 |
| 第十二節  | 压榨機運轉所需的動力      | 134 |
| 第十三節  | 糖廠压榨車間的配合設備     | 138 |
| 第十四節  | 压榨操作和應注意事項      | 146 |
| 第 七 章 | 蔗汁的提淨           | 148 |
| 第 一 節 | 混合汁的成分和性狀       | 148 |
| 第 二 節 | 蔗汁提淨處理的過程和方法    | 150 |
| 第 三 節 | 蔗汁澄清理論          | 152 |
| 第 四 節 | 各種蔗汁澄清方法        | 167 |
| 第 五 節 | 蔗汁加熱裝置          | 184 |
| 第 六 節 | 蔗汁澄清裝置          | 197 |
| 第 七 節 | 蔗汁沉淀過濾裝置        | 233 |
| 第 八 章 | 糖汁的蒸發           | 254 |
| 第 一 節 | 蔗汁在蒸發過程中的化學變化   | 254 |
| 第 二 節 | 蒸發理論和計算         | 258 |
| 第 三 節 | 糖汁蒸發設備及其構造      | 275 |
| 第 四 節 | 多效蒸發罐的操作和管理     | 281 |
| 第 五 節 | 蔗汁蒸發過程中熱量平衡計算   | 284 |
| 第 六 節 | 多效蒸發中的熱流現象和計算   | 289 |
| 第 七 節 | 提高進入蒸發罐的蔗汁溫度的效益 | 292 |
| 第 八 節 | 自蒸發現象和抽出額外蒸汽問題  | 294 |
| 第 九 節 | 多效蒸發罐蒸發能力的計算    | 297 |
| 第 十 節 | 糖汁蒸發工段的附屬設備     | 303 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| <b>第 九 章 煮糖及結晶</b> .....     | 310 |
| 第 一 節 蔗糖結晶理論 .....           | 310 |
| 第 二 節 真空煮糖罐的種類和構造 .....      | 323 |
| 第 三 節 煮糖罐的一般操作和管理知識 .....    | 333 |
| 第 四 節 先進煮糖操作的介紹 .....        | 336 |
| 第 五 節 有關煮糖與真空煮糖罐的計算法 .....   | 338 |
| 第 六 節 煮糖系統 .....             | 352 |
| 第 七 節 糖廠煮糖罐數量的推算 .....       | 356 |
| 第 八 節 助晶機 .....              | 357 |
| <b>第 十 章 分蜜、干燥及包裝</b> .....  | 367 |
| 第 一 節 分蜜离心机 .....            | 367 |
| 第 二 節 砂糖輸送器 .....            | 381 |
| 第 三 節 砂糖干燥機 .....            | 391 |
| 第 四 節 包裝和貯藏 .....            | 398 |
| <b>第 十 一 章 蔗渣爐</b> .....     | 400 |
| 第 一 節 蔗渣組成和燃燒價值 .....        | 400 |
| 第 二 節 蔗渣的燃燒理論 .....          | 403 |
| 第 三 節 蔗渣爐的構造 .....           | 407 |
| 第 四 節 蔗渣爐效率計算 .....          | 414 |
| 第 五 節 有關蔗渣爐的設計條件 .....       | 421 |
| 第 六 節 空氣輸入爐中的方法及其設備計算 .....  | 426 |
| 第 七 節 蔗渣爐的操作和管理知識 .....      | 435 |
| <b>第 十 二 章 糖廠的化工管理</b> ..... | 438 |
| 第 一 節 物料平衡計算 .....           | 439 |
| 第 二 節 熱量平衡計算 .....           | 461 |
| 第 三 節 設備平衡計算 .....           | 476 |

## 序 言

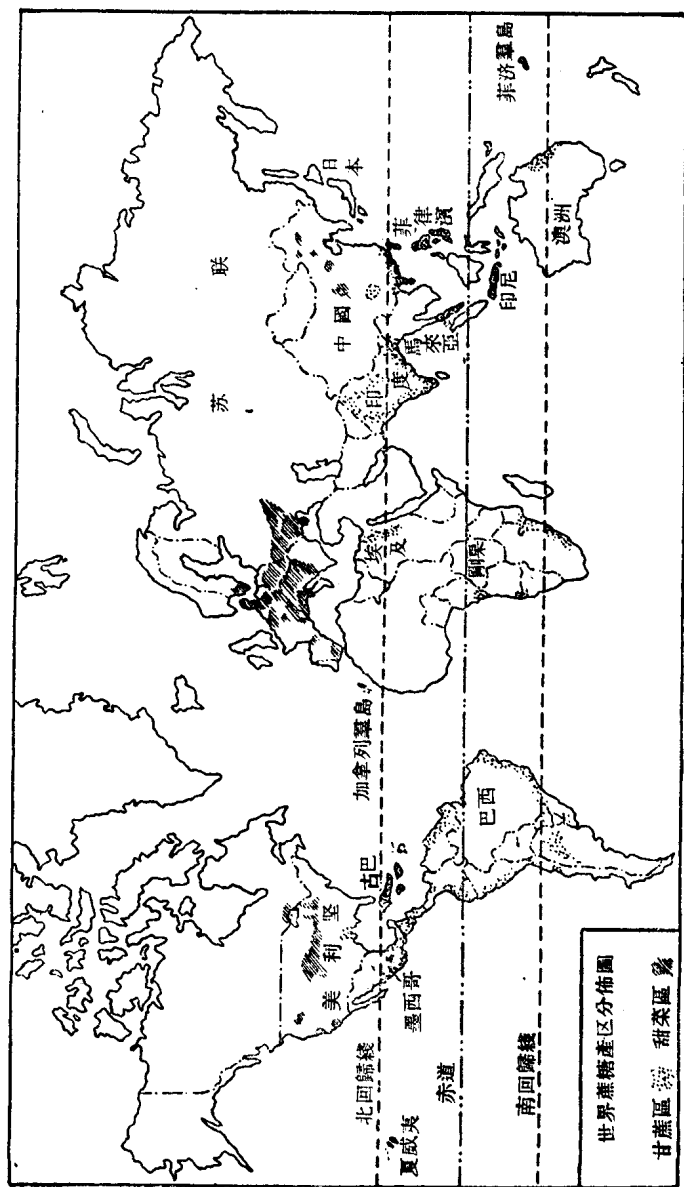
本書是編者把多年來在前中山大学工学院和華南工学院担任制糖課程的講稿，加以修訂而成的。其取材包括了世界各地甘蔗糖制造的最新資料，我國甘蔗糖厂生產技術上的成就，以及苏联甜菜糖厂的先進理論和經驗。按照制糖工藝过程系統地加以整理。以供高等学校糖品、食品專業学生學習及糖業生產人員參考之用。

由於甘蔗糖制造多在資本主义國家，对甘蔗制糖的資料的整理，是一种复雜而繁難的工作，必須有一定的思想和科学技術水平，始能勝任。編者祇是为了國內甘蔗制糖工藝書籍的缺乏，才敢“拋磚引玉”，把这本講稿提供出版。因限於思想和業務水平，本書的缺點和錯誤必然很多，希望讀者多多幫助，随时提出批評与指正。

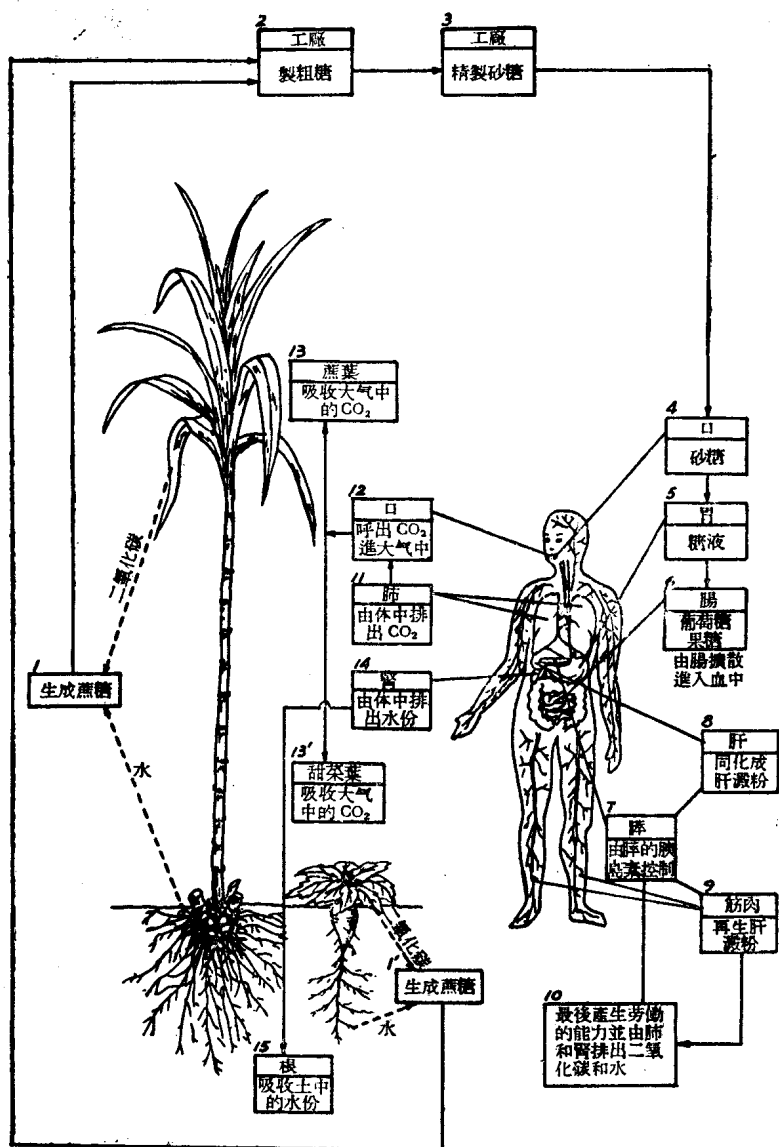
本書修訂时承王誥同志負責圖表繪制，統一計算式符号和換算公制單位，对甘蔗壓榨和煮糖二章的編寫協助尤多，並蒙華南工学院，國營廣東制糖工業公司的同志們提供了許多寶貴的意見，修訂稿完成后，又承輕工業部糖酒工業管理局黃振勛总工程师詳加審閱，有所指正，謹此誌謝！

陈樹功于廣州

1955年7月1日







糖在宇宙間的循环变化

## 第一章 中國的制糖工業

糖是主要的生活資料之一，人們常把它作為標誌獲得甜蜜和幸福生活的象征物。糖與淀粉等同屬醣類，醣類與蛋白質、脂肪及無機鹽類同為人體保健的四種主要的營養品。每公斤糖可發熱約 3,500 千卡。糖除直接食用外，尚可供食品與調味品工業、醫藥工業及若干有機化學工業之用。

現在全世界食糖的產量約三千多萬噸，其中甘蔗糖約佔三分之二，甜菜糖約佔三分之一弱，至於其他如蘆粟糖、棕櫚糖及槭糖等，因原料含糖分低，尚未能在工業上推廣。甘蔗糖主要產區有中國、古巴、印度、印尼、夏威夷、菲律賓、澳洲及埃及；甜菜糖主要產區則有蘇聯、波蘭、德國、法國、美國及捷克等。

中國位於亞熱帶及溫帶，適宜於種植甘蔗和甜菜。甘蔗產區以廣東、四川、台灣三省為主，廣西、福建、雲南次之，貴州、湖南、江西、浙江又次之；甜菜產品以東北各省為主，西北、華北各省區都在推廣種植中。現全國產糖量中有 85% 以上是甘蔗糖，甜菜糖的比重較小。

甘蔗糖的發現是有悠久歷史的。傳說在 2200 年前的周朝末年時我國已知取飲蔗漿。於公元 398 年晉時已知制糖術。至唐宋時代，我國手工制糖業已很興盛。在百年前，我國還為東方著名的產糖國家。所產蔗糖除自給外尚有輸出，1880 年為出口的最高峯。此後因歐洲甜菜糖業的勃興，帝國主義侵略勢力伸入東南亞及南太平洋各地，極力掠奪該地的蔗糖業，並打擊我國糖業。但雖然如此，在 1890 年我國仍有余糖運銷海外。自 1895 年台灣被日本強佔以後，我國糖業逐漸從出超轉為入超。1929 年為洋糖進口最多的一年，曾達 8,703,784 公担之鉅。

我國自己建立現代化甘蔗糖廠，始於 1934~1936 年間，是在

美、日經濟勢力在華角逐的矛盾下建立的。初以“無烟糖制造”為开端，繼又在廣東建立順德、东莞、市頭、新造、揭陽、惠陽六座甘蔗糖廠，廣西亦建立一座新型的貴縣糖廠，但這些糖廠在抗日戰爭期間大部被燬。抗日戰爭結束後，在國民黨反動統治時期大都未能恢復，有一、二糖廠勉強開工的，也都處於半停頓狀態。

1909年帝俄商人在吉林省阿什河設立新式甜菜糖廠，同年在呼蘭地方又有富華公司的成立；1912年日商也在遼寧設立南滿制糖株式會社。1920年國人也曾在山東濟南設立溥益糖廠。但一直到解放以前，我國北方的甜菜制糖工業沒有得到什麼發展。

自從全國解放以後，我國大陸上的制糖工業，在黨和人民政府的領導下，才正式走上了恢復、發展的道路。

根據國家統計局的公報，解放後最初三年中糖的產量增長百分比如下：

| 年 別 | 1949 | 1950 | 1951 | 1952 |
|-----|------|------|------|------|
| %   | 100  | 121  | 151  | 199  |

幾年來除在廣東和東北恢復和新建許多糖廠，糖產量顯著增加外，制糖技術也有很大的進步。如廣東东莞、順德等糖廠在民主改革後，學習蘇聯郭瓦廖夫的工作方法，集中工人群眾的技術創造，制訂出標準操作法，再貫徹到工人群眾中去。因此制糖技術大大提高，使洗罐、清爐及煮糖結晶時間大大縮短，減低製造過程中糖分的損失，糖分總收回率達88%，各廠壓榨量也超過原設計能力的50%以上。其次舊法制糖的糖寮通過生產組織的改進，生產技術也有顯著進步，提高了糖分收得率。

由於廣大人民生活的需要，以及我國廣大地區適合種植甘蔗或甜菜，因此我國制糖工業便有優厚的發展條件。按照五年計劃，主要農產品中制糖原料，1957年的計劃產量及其比1952年增長的情況如下：

甘蔗：达到二百六十三億斤，增長 85.1%。

甜菜：达到四十二億斤，增長 346.4%

由于發揮原有糖厂的生產能力及新增生產能力的利用，五年內机制糖的產量將由二十四万九千噸，提高到六十八万六千噸，增長一点八倍。由此可見我國制糖工業的任务是相当繁重的，有待我們努力去完成它。

## 第二章 原 料

糖为碳水化合物，很多植物都含此成分。現在制糖原料均取自植物中，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“經濟作物”才有被采用的价值。現所用的制糖原料以甘蔗、甜菜二种为主，他如蘆粟、糖楓、椰棕及棗棕等植物，比之甘蔗和甜菜其經濟价值是不高的。

### 第一節 甘蔗的源傳和分布

人类关于甘蔗的紀載，大約已有二、三千年以上的歷史。据说甘蔗原產于中國及印度，为一种野生植物。据考查，中國在周末以前已知利用甘蔗。在中國古代文献中，有关甘蔗的記載，以春秋战国时宋玉作九辨招魂与后人合景差所作大招彙集成的楚詞为最古。招魂篇有“飴餹炮羔有柘漿”的詞句。后前漢郊祀歌“柘漿析朝醒”，也有“柘漿”这个名詞。因蔗汁味甜可口，故初时僅供生噉用，所謂“古之食蔗者始为蔗漿”，取飲蔗漿实为食用甘蔗的一种最原始的方法。由此推知，約当 2200 年以前中國就开始利用甘蔗了。

根据植物学家和史学家的考查，甘蔗是自它原產地——中國和印度——向西傳入阿拉伯、埃及，經地中海傳入葡萄牙、西班牙，再經加拿列群島傳入美洲，向南傳入南太平洋群島的。現在甘蔗產区分布遍于五大洲，在亞洲有印度、中國、爪哇、菲律賓；在美洲有古巴、美國、墨西哥、阿根廷、巴西、秘魯、西印度；在非洲有埃及；在欧洲有西班牙；在大洋洲有澳大利亞、夏威夷等地。以亞洲和美洲分布地区最廣，而欧洲最少。

我國甘蔗生長分布在華南、西南及華东等地，以華南、西南二地区为主，華东則較少，甘蔗的移植和推廣正在發展中。

## 第二節 甘蔗生長的自然条件

我們可由地圖上看到，甘蔗的產地分布在北緯三十度以南，和南緯三十度以北之間的地帶，其中最主要的產蔗區是在南北回歸綫兩側，在赤道附近則甚少。同時，不論在拔海四千公尺的高原或濱海的平原，甘蔗都能生長。甘蔗的生長和其他的植物一樣，是適應于一定的自然条件才能繁殖的。所謂自然環境，包括地面上的气象和地下的土壤二項；甘蔗的生長情况，是隨自然環境不同而異的。

我們來考查一下甘蔗生長的气象情况。在植蔗的過程中，溫度、濕度、雨量、風力和日照，都是影响甘蔗生長的气象因素。世界學者对气象因素对植物生長的影响的研究日益精密。由農業統計憑气象变化的累積記錄，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。

甘蔗原为熱帶和亞熱帶植物，溫度和濕度对甘蔗生長是有相因的关系的。甘蔗適宜生長的溫度要看空气的濕度和溫度变化情况來決定。如在長期保持濕潤而溫暖的地方，平均溫度在  $25^{\circ}\text{C}$ ，或者每年有干燥和寒冷季節的地方，平均溫度在  $15^{\circ}\text{C}$ ，且最冷時的溫度均無低過  $5^{\circ}\text{C}$  者。具备如此条件的地区，便適合栽培甘蔗。同時蔗質也會受气温的影响，依測驗的結果，如在四季常春的地帶，甘蔗含轉化糖必高。在珠江三角洲地区甘蔗生長過程中，每當在气温突冷的时候蔗糖分增加特別快。

中国甘蔗产区气温調查  
(每年平均溫度)

| 地名                       | 廣東    | 廣西    | 福建    | 台灣   | 四川    | 江西    | 浙江    | 湖南    | 云南    |
|--------------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 气温( $^{\circ}\text{C}$ ) | 21.71 | 20.98 | 21.71 | 22.2 | 16.45 | 18.25 | 16.49 | 16.40 | 20.14 |

植蔗地区的雨量以每年能得 1,524 毫米为最適宜。每當甘蔗已屆成熟期，雨量宜少，否則將影响甘蔗含糖分的降低。當甘蔗

生長盛旺時，需要雨水量較多。它所需的雨量，根據許多試驗報告，均認為要看栽植蔗種、土質成分、生長過程、氣溫及流行風如何而定。下雨對甘蔗生長比灌溉水的功效大，因為降水除供給甘蔗生長所需的水分外，較之灌溉水還有下列的優點：

中國甘蔗產區雨量調查  
(每年平均雨量)

| 地名         | 廣東     | 廣西    | 福建    | 台灣   | 四川    | 江西    | 浙江     | 湖南     | 雲南     |
|------------|--------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 雨量<br>(毫米) | 1586.3 | 989.1 | 998.4 | 2100 | 982.8 | 271.1 | 1023.2 | 1386.1 | 1521.4 |

- (一) 增加空氣的濕度且對溫度亦有適當的影響；
- (二) 沖洗葉底使發生蒸發作用而助植物生長；
- (三) 沖洗積於表土上的毒素及各種有害鹽類，藏於葉部的害蟲卵亦可除去；

(四) 可從空中取得少量氮質。

由於蔗莖質脆，易被風折斷，故風為摧殘甘蔗生長的劊子手。在沿海地區風害尤烈。故蔗場位置要考慮流行風向。

甘蔗的生長，糖分的形成，必須借助於“光合作用”，故應從蔗場方位上去接受日照的效益，即甘蔗生長要盡量增加日照時數，以生長日數十二分之七得日照者為最合適，否則發育不良。

除上述影響甘蔗生長的气象因素外，還要說明的是土壤問題。甘蔗栽培首先是土地的選擇，我們考慮蔗場時，應根據下列各條件：

- (一) 地形以平坦廣漠者為有利；
- (二) 蔗場接近灌溉水源，但要不易為氾；
- (三) 方位擇背風地帶及注意日照方向；
- (四) 土質以含適量的粘質土與砂質土且有多量石灰質的為宜。各種土質所具作用的機能如下：

粘質土——此種土壤，吸收水分保持力強。

砂質土——此種土壤，易於水分滲透，對肥效的感應頗佳。

冲積土—此种土壤，富于有机物，水分保持力強。

又根据“粒構”方面來說，土質黏重比輕松的好，但实际上土壤組成的配合，如表土輕松，底土則須为优良的粘土；如表土黏重，則底土以輕松的砂土为佳，因易排水。若遇鹹土含有大量的氣質，則不宜甘蔗生長，因此种土壤能使蔗汁变鹹和減低糖分。

中国甘蔗产地土質調查

| 地 名 | 土 質          |
|-----|--------------|
| 廣 东 | 冲積層黏質土，黏質砂土。 |
| 廣 西 | 冲積層黏質土，黏質砂土。 |
| 台 灣 | 冲積層黏質土。      |
| 福 建 | 冲積層黏質土。      |
| 四 川 | 砂質壤土。        |
| 江 西 | 砂質壤土，黏質砂土。   |
| 湖 南 | 砂質壤土。        |
| 浙 江 | 砂質壤土。        |
| 江 苏 | 冲積土，砂質壤土。    |

由上面的說明，可知中國有廣大的土地，具备適合甘蔗栽培和生長的优良条件，可供發展制糖工業原料之需。

### 第三節 甘蔗的种类和繁殖

甘蔗学名为“*saccharum officinarum*”是一种高大的草本植物。在植物分类上屬於單子叶門，穎花群，禾本科，蜀黍族，甘蔗屬。亞洲原產，繁殖于熱帶及亞熱帶地方。中國古时称甘蔗为柘，𦵏𦵏，及后又称为竿蔗，𦵏蔗。它的种类繁多，达千数百种。分类方法远在 1753 年便有生物家林扭斯 (Linnaeus) 氏开始研究，甘蔗的学名就是他定的。近百年来經許多学者不断研究，分別在爪哇甘蔗試驗場等处搜集，發現許多分类資料，並作較合理的分类。

甘蔗的种类可分为原生种和实生种两大类。原生种依甘蔗的



形态作根据來分类，实生种依育种地名或人名、試驗號碼來取名和分类。

中國的原生蔗种，以竹蔗为最古。宋代糖霜譜一書，依蔗色不同，把甘蔗分成四种。

“蔗有四色：曰杜蔗；曰西蔗；曰芳蔗、本草所謂荻蔗也；曰紅蔗，本草所謂峴崙蔗也。紅蔗只堪生噉；芳蔗可作沙糖；西蔗可作霜，色淺，土人不甚珍貴；杜蔗紫嫩；味極厚，專用作霜”。

現中國各著名產甘蔗区域的蔗种，均有特別称謂。如廣東分有竹蔗，木蔗，金山蔗，潭洲蔗，高州蔗及紅蔗六种；四川分有蘆蔗，小立叶及紅蔗三种；台灣分有竹蔗，蚶蔗及紅蔗三种。

外國原生蔗种中較著名的有“otaheite”“cheribon”“uba”“tanna”“bourbon”“salangore”“bamboo”“tip”及“settlers”等种。

自 1858 年巴利 (J. W. Parris) 氏發現甘蔗的实生种后，为甘蔗品种改良开一新紀元，打破以前所謂甘蔗栽培不能用种子繁殖的保守思想。同时，蔗种的数量增至几万。但經选种与淘汰的处理，現風行采用的标准良种，因受各地自然环境所限，为数仍不多。且因在某处的最良种，若移植他处，未必能得同一的良好效果，因而更受限制了。

甘蔗实生新种的命名，均以該地的地名或研究机关名称、或从事研究發現者的名字，取它为首的外文字母並附以試驗号数或試驗日期。現举世界著名的育成种代表符号如下：

P. O. J. : 为东爪哇甘蔗試驗場 (Proefstation Oost-Java) 蔗种。

H. : 为夏威夷 (Hawaii) 蔗种。

C. : 为古巴 (Cuba) 蔗种。

E. : 为埃及 (Egypt) 蔗种。

F. : 为台灣 (Formosa) 蔗种。

Co. : 为印度 (Coimbatore) 甘蔗育种場蔗种。