

制糖工艺学原理

〔荷〕霍 尼 編

輕工業出版社

制 糖 工 艺 学 原 理

〔荷〕 霍 尼 編

陈 树 功 黄 廉 章 等 譯

李 偉 強 陈 宗 务 校

輕 工 業 出 版 社

1958年 • 北 京

內 容 介 紹

本書共分 18 章, 中譯本分上、下兩册出版。上册共 11 章, 講述原糖、甘蔗的各項成分; 蔗糖、還原糖和其他有機、無機非糖份的物理性質和化學性質; 以及它們在制糖過程中的作用。同時, 對於糖品的色澤問題, 各種主要及輔助澄清劑, 制糖過程的物理技術條件及其控制問題等均有詳盡的論述。下冊共 7 章, 分別敘述澄清蔗汁的各種方法(石灰法, 亞硫酸法, 碳酸法, 中間汁碳酸法和離子交換法)。本書可供制糖技術工作者以及高等學校有關專業的參考。

PRINCIPLES
OF
SUGAR TECHNOLOGY
PIETER HONIG
ELSEVIER PUBLISHING COMPANY
AMSTERDAM, 1953

本書根據阿姆斯特丹愛勒士維爾印書公司 1953 年版譯出

制 糖 工 藝 學 原 理

(荷) 霍 尼 編

陳樹功 黃康章 余蔚英 李興仁 王 譜
葉振華 鄧頌九 楊 緯 林樂新 等譯
李偉強 陳宗務 校

輕 工 業 出 版 社 出 版

(北京市廣安門內白廣路)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 099 號

北京市印刷一廠印刷

新 華 書 店 發 行

*

850×1168 公厘 1/32 · 16¹⁶/₃₂ 印張 · 2 插頁 · 400,000 字

1958 年 9 月第 1 版

1958 年 9 月北京第 1 次印刷

印數: 1—5,000 定價: (10) 2.88 元

統一書號: 15042.279

譯 序

這是一本有關甘蔗制糖的化學及工藝學的參考書。原書出版於 1953 年，取材比較新穎，涉及的范围也相當廣泛。為了便於讀者的參考，譯者力圖把原書的內容全部譯出，未作任何的刪改。但我們認為，書中某些部分也還不免帶有片面性或不甚適合於我國情況的觀點和論證的地方，希望讀者在參考本書時批判地加以抉擇。

書中有关術語主要系採用中國科學院出版的“化學化工術語”及各種名詞草案中的譯名，至於現在還沒有統一譯名的術語則由譯者參照有關書刊譯成。只有制糖方面的個別術語另行採用了譯者自己認為比較恰當的譯名，例如糖度(BX°)、旋光度、視純度等。

在本書的翻譯過程中，人力組織和稿件整理方面得到甘蔗糖業科學研究所領導上的大力支持和該所資料組的幫助，謹此表示謝意。

本書譯者散處各地，而且都是利用業餘時間執筆翻譯，質量上恐難副讀者的期望，尚希隨時指正，以便再版時加以改進。

譯 者 1957 年 10 月

目 录

原 序	11
-----------	----

第 一 編

蔗糖及非糖份的物理性質及化学性質

第一章 蔗糖的化学性質	15
1. 蔗糖分子的構造	15
2. 蔗糖的合成	17
(1) 在植物中的形成(17) (2) 生物化学的合成(17) (3) 蔗糖 的制造(18)	
3. 蔗糖的衍生物	18
(1) 蔗糖的水合物(18) (2) 蔗糖及鹽类的加成化合物(18)	
(3) 金屬的蔗糖化物(19) (4) 蔗糖酯类(21)	
4. 蔗糖的分解	22
(1) 水解(22) (2) 蔗糖溶液的碱性分解(25) (3) 蔗糖(固 体)的热分解(26) (4) 强無机酸对蔗糖的分解作用(27) (5) 氧化(27) (6) 还原(28)	
5. 生物化学反应	28
参考文献	30
第二章 蔗糖的物理性質	34
1. 蔗糖分子	34
2. 結晶形蔗糖	35
3. 無定形蔗糖	38
4. 蔗糖的水溶液	38
(1) 溶解度(38) (2) 結晶(41) (3) 热的数据(44) (4) 密 度(45) (5) 粘度(72) (6) 表面張力(74) (7) 渗透压和蒸 气压(76) (8) 沸点和冰点(76) (9) 光的折射(83) (10) 偏	

光的旋轉(92) (11) 其他的光學性質(93) (12) 電的性質
(93)

5. 各種溶劑.....94

參考文獻.....95

第三章 還原糖(右旋糖和左旋糖)的物理性質和化學性質 100

1. 引言.....100

2. 右旋糖溶液的物理性質.....102

(1) 溶解度(102) (2) 密度(104) (3) 折光率(105) (4) 旋
光度(107)

3. 左旋糖溶液的物理性質.....110

(1) 溶解度(110) (2) 密度(111) (3) 折光率(112) (4) 旋
光度(112)

4. 轉化糖溶液的物理性質.....113

(1) 溶解度(113) (2) 折光率(114) (3) 旋光度(115)

5. 右旋糖和左旋糖同有機試劑的化學反應.....115

(1) 甙(115) (2) 乙酸酯(116) (3) 苯甲酸酯(117) (4) 丙酮
衍生物(117) (5) 碳酸酯(117) (6) 縮硫醛類或二烷基縮硫
醛類(117) (7) 含氮衍生物(117)

6. 右旋糖和左旋糖同無機試劑的化學反應.....122

(1) 磷酸酯(122) (2) 硼酸酯(123) (3) 右旋糖——氯化鈉
鹽(123) (4) 左旋糖鈣(123) (5) 其他的無機衍生物(124)

7. 分解反應.....124

(1) 鹼性溶液(124) (2) 酸性溶液(126)

8. 氧化反應.....127

(1) 在酸性溶液中的溴(127) (2) 在鹼性溶液中的碘(128)
(3) 在鹼性溶液中的氧(129) (4) 高碘酸(129)

9. 甘蔗糖蜜中的不發酵產物.....130

10. 分析方法.....132

(1) 引言(132) (2) 柏林研究所方法(斯賓格勒、圖特和紹厄爾)
(134) (3) 測定有蔗糖存在時的轉化糖分的奧夫納爾方法(傑克
遜和麥克唐納的改進方法)(135) (4) 勒夫——舒耳法(137)

(5) 測定高純度蔗糖中还原糖的索尔戴尼法(138) (6) 測定高純度蔗糖中还原糖的斯特里格勒法(138) (7) 蘭因和艾农法(139) (8) 曼遜和华尔克法(142) (9) 測定甘蔗糖蜜中还原糖量的舒耳法(147) (10) 布朗、莫里斯和米拉法(148) (11) 測定精制白糖中轉化糖量的狄·华利法(149) (12) 測定右旋糖的西捷尔特和布利耶法(150) (13) 測定左旋糖的宁斯選擇方法(傑克遜和馬修斯改进法)(151)

11. 顏色試驗153

参考文献154

第四章 甘蔗的非氮有机酸158

1. 引言158

2. 从甘蔗中分离出的酸类159

(1) 烏头酸(159) (2) 苹果酸(161) (3) 草酸(161) (4) 檸檬酸(162) (5) 琥珀酸(162) (6) 延胡索酸(163) (7) 未鑑定的天然酸(164) (8) 有机酸的生物化学与新陈代謝机能(166)

3. 在生产过程中形成的有机酸168

4. 有机酸对澄清的效应169

5. 在糖蜜与其他生成物中的有机酸173

6. 烏头酸鈣鹽的商品生产178

(1) 烏头酸鹽的收回方法(179) (2) 其他的收回方法(181) (3) 烏头酸的用途(182)

7. 烏头酸的定量測定183

8. 摘要185

参考文献186

第五章 含氮的非糖份(氨基酸和蛋白質)188

1. 引言188

2. 氮在甘蔗中的分佈190

3. 甘蔗中的蛋白質191

4. 蔗汁中的氨基酸194

(1) 定性方面(194) (2) 定量方面(200)

5. 蔗叶中的氨基酸	203
6. 甘蔗中其他的含氮物质	204
7. 蛋白质和氨基酸与粗糖制造过程的关系	205
参考文献	208
第六章 高分子量的复杂有机非糖份	210
1. 引言	210
2. 纤维素	212
3. 半纤维素	213
4. 木质素	214
5. 蛋白质	217
6. 果胶质	220
7. 淀粉	221
8. 单宁和色素	225
9. 蔗渣的用途	226
参考文献	228
第七章 甘蔗的类脂物	230
1. 引言	230
2. 存在	230
3. 蔗蜡的组成和性质	233
4. 脂肪类脂物的组成和性质	236
5. 蔗油和蔗蜡中的磷酸类脂物	239
6. 蜡类脂物和脂肪类脂物在制糖中的作用	239
7. 甘蔗产品中类脂物的测定	242
(1) 总类脂物(242) (2) 将总类脂物分开为蜡部分和脂部分的方法(245) (3) 甘蔗类脂物中的甾醇的定性试验(247)	
参考文献	248
第八章 色素及有色非糖份	250
I. 引言	250
II. 有色非糖份的化学	251

1. 甘蔗中原来存在的有色非糖份(251)
 - (1) 叶绿素(252) (2) 叶黄素(252) (3) 胡萝卜素(252) (4) 花色素(252)
2. 甘蔗中可能产生色素的非糖份(253)
 - (1) 多酚类(253) (2) 氨基化合物(254)
3. 属于糖类分解产物的有色非糖份(256)
 - (1) 焦糖(256) (2) 糖类的分解产物(257) (3) 还原糖与氨基化合物之间的反应产物(261)

III. 有色非糖份的物理性质及化学性质264

1. 转化(264) 2. 有色分解产物的化学反应(267)
 - (1) 与碱的反应(267) (2) 与无机酸的反应(268) (3) 与酚的反应(268) (4) 与胺的反应(268) (5) 与还原剂的反应(269) (6) 与氧化剂的反应(269) (7) 与醛的反应(269)
3. 以沉淀剂及吸附剂除色(269)
 - (1) 石灰(270) (2) 纯碱(271) (3) 磷酸(271) (4) 铝化合物(274) (5) 二氧化碳气(274) (6) 二氧化硫气(275) (7) 骨炭(276) (8) 活性炭(279) (9) 离子交换剂(281) (10) 氟(282) (11) 其他的除色剂(282)
4. pH 对色素的影响(283) 5. 色素的产生(284)
 - (1) 蔗汁色泽的加深(285) (2) 粗糖的色泽(286) (3) 加工处理粗糖时产生的颜色(287) (4) 白糖的着色(289)

IV. 测定色度的一般原理289

1. 光和色的理论(290) 2. 色系(291)
 - (1) C. I. E. (I. C. I.) 系(292) (2) 奥斯特瓦尔德系(292) (3) 门舍尔系(292) (4) 罗维邦系(293)
3. 比色测定法(293)
 - (1) 光电管(293) (2) 滤色器(294) (3) 光的系统(294) (4) 吸收器(295) (5) 电路(295) (6) 仪器的类型(295)
4. 分光光度测定法(296)

V. 糖品颜色的测定296

1. 术语(296) 2. 测定色度溶液的制备(300) 3. 仪器(301)
 - (1) 目测的比较式装置(301) (2) 目测的仪器(301) (3) 光电比色

計(304) (4) 分光光度計(306) (5) 反射光度計(308)

4. 色度标准(309)

(1) 斯丹瑪标准(309) (2) 荷蘭标准(310) (3) 愛維斯色調光度計标准(310) (4) 米德-哈里斯單位(310) (5) 吸收度單位(311) (6) 羅維邦标准(311) (7) C及H顏色單位(311) (8) 瓶式比較的基本單位(312) (9) 顏色指數單位(312) (10) 白里安顏色号數——用于楓糖漿(312) (11) U.S.D.A. 玻璃顏色标准——用于楓糖漿、蜜糖(312) (12) U.S.D.A. 溶液顏色标准——用于精制糖漿及食用糖蜜(312) (13) 綿糖的标准(313)

5. 各种顏色标准的換算(313)

(1) 斯丹瑪(313) (2) 愛維斯的色調光度計标准(314) (3) 米德-哈里斯單位(314) (4) C及H單位(314) (5) 綿糖顏色标准(314)

6. 測定顏色的方法(315)

(1) 有色的介体(315) (2) 白糖溶液(316) (3) 固体糖品(319)

VI. 顏色問題的展望 319

参考文献 321

第九章 無机非糖份 328

1. 引言 328

2. 甘蔗、蔗汁和白糖中的無机成份 334

3. 碱类 349

4. 陽离子与陰离子的吸附 351

5. 碱土屬——鈣和鎂 353

6. 工厂糖汁中的鈣 356

7. 在粗糖制造中的鈣与鎂的平衡 359

8. 鈣与鎂的測定 362

9. 鉄 363

10. 鋁 366

11. 氯化物 368

12. 硫 369

(1) 硫酸鹽(369) (2) 有机硫(369) (3) 硫化物的存在(370)

(4) 亞硫酸鹽(370) (5) 硫酸鹽的影响(372)

13. 硅酸	374
14. 磷酸鹽	379
(1) 磷酸(379) (2) 有机及無机形态的 P_2O_5 (383) (3) 清汁中的 P_2O_5 含量与結垢速率(384) (4) 精糖中的有机磷酸鹽(385)	
(5) 不同族类的有机磷酸鹽(386) (6) 蔗汁中有机磷酸鹽的含量(388)	
15. 銅	389
16. 錳	391
17. 砷	392
18. 鉬	393
19. 硼	393
20. 鉛	394
21. 鈷	394
22. 碘	395
23. 蔗渣灰的成分与性質	395
参考文献	399
第十章 制糖过程中所用的葯剂	400
1. 引言	400
2. 石灰石	401
(1) 煅燒过程(理論的)(402) (2) 煅燒过程(实际的)(403) (3) 石灰石的質量(408) (4) 焦煤的質量(414)	
3. 石灰	414
(1) 消和过程(415) (2) 石灰的質量(416) (3) 石灰乳(420)	
4. 密气——二氧化碳	425
5. 硫磺	427
硫磺的質量(429)	
6. 燃硫爐气——二氧化硫	432
(1) 燃燒过程(432) (2) 分析(436) (3) SO_2 的性質(437)	
7. 磷酸同它的鈣鹽和鈉鹽	438
(1) 澄清操作中的磷酸鹽(438) (2) 給水的調理(439) (3) 蒸	

發罐中积垢生成的防止(441) (4) 其他方面的应用(441) (5)	
分析(441) (6) 磷酸鹽的成份(442)	
8. 碱	442
(1) 純碱(443) (2) 苛性鈉(444) (3) 分析(444) (4) 碱溶液	
的比重(444)	
9. 鎂化合物	445
10. 黏土	446
11. 鉄矾土	450
12. 硅藻土	454
(1) 硅藻土的性質(454) (2) 分析結果(455)	
13. 碳	455
(1) 骨炭(457) (2) 植物碳(457) (3) 碳的評價(462)	
14. 低硫酸鈉	465
15. 染料	465
(1) 增加砂糖潔白度的染料(467) (2) 改变粗糖的某些性質的	
染料(468) (3) 改变帶蜜糖的顏色的染料(468) (4) 用于制造	
特殊品种的糖的染料(469) (5) 染料的質量(469)	
参考文献	469

第十一章 制糖过程中的物理狀況和技术条件

(溫度、密度和 pH 值).....473

1. 引言	473
2. 一般的探討	474
(1) 黏度(474) (2) 溶解度和結晶(484) (3) 化学反应(490)	
3. 量度的方法	494
(1) 一般的方法(494) (2) 量度的滯后(495) (3) 溫度的量度	
(497) (4) 濃度的量度(499) (5) pH 值的量度(501)	
4. 生产过程的控制	511
(1) 概論(511) (2) 控制方式(514) (3) 制糖生产过程的控制	
(517)	

参考文献	526
------------	-----

原 序

制糖工業有許多優良的手冊可資使用,這些手冊描述設備、工藝和管理,以及生產廠已有的和現在應用着的分析方法。下列的手冊,是任何想爭取成為現代化和先進糖廠的圖書館所應備有的主要參考書:

史賓塞-米德著:“甘蔗糖手冊”

特朗帕著:“甘蔗糖廠的機械和設備”

普林森·吉雅力斯著:“甘蔗糖及其製造”

奧利佛·萊爾著:“煉糖工作者的工藝學”

雨戈特著:“甘蔗制糖學”

戴維斯著:“甘蔗糖製造原理”

弗蘭西·麥斯威爾著:“甘蔗的現代壓榨法”

布朗尼和捷爾邦合著:“精品分析的物理和化學方法”

必須指出,我們之所以編寫這部新的參考書,主要是從下列幾方面來考慮,即制糖工業必須明確應用工藝學的原理,檢驗一下現代物理和化學的知識在制糖工藝上被應用起來的情況,以及物理、化學同普通的理論和存在於制糖技術工作者之間的意見是否真正一致。

為了要在制糖工業上取得真正的進展,對於工藝操作上所發生的各種反應和將原料加工為商品砂糖的過程,都有必要按照在別的科学領域內新近發展起來的方法加以研究。

我們的同行雅羅斯拉夫·狄狄克(Jaroslav Dědek)教授在1952年作了一次報告,在報告中他評述了甜菜制糖工業中基本研究工作的現況(刊於德國“制糖工業雜誌”(Zeitschrift für die zuckerindustrie))。狄狄克教授認為,制糖工藝方面的研究工作結果,經過嚴密的分析,可以作出這樣的結論,即所存在的問題,幾乎還沒有開始從科學的觀點來加以解決。這種說法,就其絕對意義來說,毫無疑問地將會受到許多人的反駁。但是必須承認,

用純溶液进行研究所得的結果是不能照样搬到制糖工艺过程所發生的反应上去的。

这一本献給我們的同行的手冊，是力圖根据今天已被我們所知道的物理化学和分析化学的論据来研討制糖工艺方面的若干問題。对于制糖文献中所記載的資料，我們曾努力擇其精華，並在那些需要寻求各种不同現象的相互关系的地方將这种經驗同理論相結合起来，而用比較淺显易懂的文字陈述出来。

在这本手冊里，主要是討論同蔗汁澄清方面有关的物理和化学的原理。將來拟收集有关濃縮过程、蔗糖的結晶、热傳导現象(冷却和加热)、砂糖的干燥和分級等方面的現有經驗和知識，編印第2卷。

今天的制糖工業有着这样的特点，即有很多含糊的論述却被許多的实际制糖技术工作者看作是自然的規律而加以接受下来。但是应当承認，其中的一些論述，全然未被証实具有普遍的适用性。精确的研究表明，这些論述之中有許多甚至未具有一种法則的性質，只不过是过去由于被制糖工艺上利用来对那些不能恰当地加以理解的现象作簡便的解釋，經過了不断的重复才变成一种难以反駁的法則的。

只有我們在应用术语时能够徹底地理解其物理的和化学的意义，只有我們在論述現象时能够消除一切含糊的地方，而代之以可客观地加以应用的、可以分析确定的和可以用准确数字表示出来的术语和詞彙时，制糖工業才会有真正的进展。在这方面，制糖工業多少是处在停頓的状态的。现代制糖工業有这样的实际要求，即所收割的原料——甘蔗或甜菜——應該于最短期間內加以处理。在实际生产中的制糖技术工作者和化学师都沒有時間也沒有机会来进行特別的研究工作。

制糖工業中目前供作进行系統研究工作的研究中心，其数量是有減少而不是有增多的趋势。制糖工業在本世紀最初的25年期間所进行的有系統的研究比今天所进行的还要多。表面地

探討專業的文献可能导致相反的印象；但是，对制糖刊物要求严格的讀者有这样一种的經驗，即現有的大部分專業論文並不有助于——科学地來說——知識的增進，因为所提出来的事实在許多情況下並非用所要求的准确性来收集的，而且对真正事实的解釋常常同自然科学的現狀不相符。同时，有很多称为新論文的文章，往往是重复一下文献上已經論述过的东西，但是許多學者由于对較旧的文献不够了解，而对此若無所知。

較早的專業文献（如“国际糖業杂志”（International sugar Journal）、“爪哇制糖工業紀錄”（Archief voor de Java suikerindustrie）、“夏威夷种植工作者紀錄”（Hawaiian planters' record）及其他文献）包容着丰富的数据和論据。对这些数据和論据作有系統的研究之后，可以防止浪費很多不必要的人力和防止許多誤解。現今的大部分論文，如果我們以一个基本的观点来判断的話，只有在極个别的情況下才具有新的論据或意見。

現代制糖工業的一个值得批評的現象，是在采用和推广一些新方法的时候，並沒有对这些新技术和新方法所依据的原理作过任何的解釋。許多制糖技术工作者和管理者認為，制糖工業不得不接受这些新方法的原因，是由于这些方面已为人所坚信而推广起来了。可是，以个人不肯定和怀疑的态度来信賴新技术並加以接受的做法，对于我們制糖工業的發展，恐怕是一条最不好的途徑。仅憑信念的接受，就会忽視严肃的态度。主要應該通过严格地进行的試驗来証实假設的結果，並且观察这些假設的結果是否的的确确可以获得的，以及有哪一些能給予制糖工業的領導者以恰当的指南。在某些假設中，包含着不能加以証实的膚淺的推荐，对于制糖工業來說，这一个得不偿失的意見是任何时候不能接受的。采取这样的态度，其結果只会貶低制糖工業的科学研究工作的意义，因为这些憑借信賴的論述被看成是科学的經驗，还因为这些論述中有許多往往是以一种对制糖工業价值有限的科学術語来闡述的。

能够使制糖工業获得真正进展的途径只有一个，那就是用严格而客观的态度进行有系統的研究和搜集論据。这是唯一的真正的基础，也只有在这种基础上才能够获得改进。

这本手册不过是我们現有知識的彙集，仍有許多我們自己也十分清楚的缺点；但是，所提出来的論据是同現代物理和化学的知識相符合的。

这部書对于設備並不作任何的描述，也沒有对应用工艺方面作特別詳尽的敘述。关于現代工艺所涉及的各个方面，这部書只扼要地提供了一些我們所知道的原理。对于所有从事系統研究的技术工作者来講，这些原理可能是起点，而对于那些碰到新的方法、体系或發明的人們，这部書又是一个顧問，使他們能够判断这些新的概念同現有的知識取得一致的程度。

西印度糖業公司總經理小亞瑟·基尔斯坦允許我以該公司技术主任的身份来編写这部書，爪哇制糖試驗所的旧同事們曾协助我进行在这本書中所討論的和提出来的大部分研究工作，我的秘書樊·华阿斯貝根女士和波拉克女士协助了編校原稿，謹在这里表示衷心的感謝。

彼得·霍尼博士

(1953 年 7 月于美国紐約)