

制糖工業專題演講彙集

制糖工業專題演講選集

捷克斯洛伐克專家 I.海斯 A.韋赫達

J.洗伯克 J.魯斯卡講述

廣東省輕工業設計院匯編

江南大學圖書館



91540851

輕工業出版社

1960年·北京

制糖工业專題演講選集
捷克斯洛伐克專家 I.海斯 A.卓赫達
J.洗伯克 J.魯斯卡講述
廣東省輕工業設計院匯編

*

輕工業出版社出版
(北京市厂安門內白厂路)
北京市書刊出版業營業許可証出字第090号
輕工業出版社印刷厂印刷
內部发行

*

850×1168毫米1/32·9²⁶/₃₂ 印張·5插頁·240,000字

1960年8月第1版

1960年8月北京第1次印刷

印數: 1-600 定價:(10)1.25元

統一書号: 15042·962

前 言

1957~1959年捷克制糖工业专家I.海斯，A.韦赫达，J.洗伯克，J.鲁斯卡同志，根据中捷科学技术合作协定来我院指导设计工作，并结合专业进行讲授。

本书汇集了上述专家专题讲课及论文16篇。包括制糖工业史、发展趋向、工艺流程、新设备设计、甘蔗的综合利用和机械设备制造等各方面的文章。论述了设计原理，并通过图表及经验数据加以详细说明，也有各种计算公式和计算实例，并且包括设备型式，主要设备的构造性能，优缺点比较等。此外对辅助设备和零件的设计都作了详细介绍，同时也涉及到糖厂生产操作的一些问题，内容丰富。

本书不仅对设计人员有参考价值，同时也可供从事制糖工业的工程技术人员参考。为了使向捷克专家学习的面更为广泛，故征得专家同意，并经部轻工业出版社协助内部发行。

翻译工作是由我院技术室负责的，但由于水平不高，时间仓促，错误在所难免。敬希读者提出批评，以便改进。

最后，在这里对捷克专家对我们无私的帮助，致以衷心的感谢。

广东省轻工业设计院

目 录

蔗糖发展史及其经济的重要性	I.海 斯(5)
世界糖业机械設備最近的发展情况	J.洗 伯 克(14)
甘蔗的运输	J.洗 伯 克(21)
甘蔗糖厂的蔗汁加热和浓缩	A.章 赫 达(37)
蔗汁的澄清	A.章 赫 达(63)
石灰窑、石灰乳化和燃硫間的設備設計	魯 斯 卡(104)
煮糖	A.章 赫 达(146)
丙糖蔗的处理法	A.章 赫 达(192)
蔗糖结晶过程的研究	A.章 赫 达(199)
离心机	J.洗 伯 克(212)
砂糖的运输、干燥和儲存	J.洗 伯 克(257)
蒸汽喷射式制冷裝置的設計	J.洗 伯 克(285)
蒸汽喷射式制冷裝置的使用	J.洗 伯 克(292)
酒精废液生产碳酸鉀	A.章 赫 达(300)
干冰的制造和应用	J.洗 伯 克(304)
在热带地区生产干冰的若干問題	J.洗 伯 克(310)

蔗糖发展史及其经济的重要性

I. 海斯 著 朱松茂 译

一、导 言

中捷两国签订的科学和技术互助协定中，关于制糖工业方面，除了要我们在设计、制糖等方面给予指导外，还要求向大家讲课。着重讲授甘蔗制糖工业。

在讲授甘蔗制糖工业，如甘蔗运输，糖厂类型及各车间机器设备，以及从运输、压榨、澄清、过滤、加热、蒸发、结晶、分蜜、干燥等直到制成白糖的工艺操作之前，先向你们讲制糖工业的发展史，及它在整个国民经济中的重要性及意义。

最初，当人们知道种植甘蔗时，便把甘蔗用嘴嚼食，或用原始的方法把蔗汁榨出来喝。后来人们渐渐知道用简单的如牛拉木辊或石头辊辗榨，再把榨出的蔗汁放在开口锅里蒸煮，到相当的浓度时，就把糖液倒入椰壳或放在席上晒，这时凝成的糖是棕褐色，且有許多杂质。各国对于用原始方法所制成的赤糖，名称各有不同，如印度叫它为“甘利”（Gur）爪哇叫它为“碗糖”（Gula Mangkok），中国叫它为“片糖”。到今天，这些历史悠久的国家还有制造这种土糖以供应人民食用，因为赤糖有芬芳的气味，人们喜欢用它来制造食品。

二、食 糖

（一） 食糖的热值

白糖实际上是一种化学纯品，含蔗糖约99.8%，其余大部分是水份。如果用热量来测定食物的价值，那么食糖的热值比

其他在市場上的食物要高。以食物的價錢來比較，要得到同樣的热量，則白糖價格低于面包1.8倍，馬鈴薯2.4倍，豬肉3.5倍，牛肉4.1倍，蛋類11.1倍。因為白糖是純粹的碳水化合物，只供給人體熱能而不是如上所述的富于營養的食品；所以以上的比較乃系熱能的比較，而不是營養上的比較。

(二) 各國每人每年消耗的白糖量

茲將各國每人每年消耗的白糖量列下：

比利時	30.8公斤	瑞 士	42.3公斤
阿根廷	35.4公斤	南非洲	46.2公斤
澳大利亞	59.0公斤	英 國	40.5公斤
巴 西	29.0公斤	美 國	47.0公斤
捷 克	39.4公斤	加拿大	45.5公斤
丹 麥	45.3公斤	德 國	32.4公斤
埃 及	14.0公斤	奧 國	27.9公斤
法 國	27.2公斤	墨西哥	24.5公斤
匈牙利	22.0公斤	瑞 典	52.5公斤
印 度	12.0公斤	愛爾蘭	54.0公斤
荷 蘭	45.0公斤	新西蘭	49.0公斤
挪 威	27.3公斤	蘇 聯	22.0公斤

中國大約1.7公斤

(三) 砂糖的製造原料

砂糖可以用各種原料製造，主要的有下列四種：

1. 蔗 糖——占世界產量 $\frac{2}{3}$ 左右。
2. 甜菜糖——占世界產量 $\frac{1}{3}$ 左右。
3. 楓樹糖——這種樹產在北美洲，其汁含有糖份。
4. 棕櫚糖——這種樹產在印度尼西亞及太平洋的其他島嶼上，其莖流出來的汁含有糖份；一般是用它來製赤糖；有時也把它發酵製成棕酒。

最後兩種原料，對於世界糖業市場來說，其影響不大。但甘蔗是製糖最重要的原料，下面我們就只談甘蔗制糖。

三、甘 蔗

(一) 甘蔗的种类

甘蔗是一种大的草本植物，属于禾本科，与玉蜀黍、麦、大麦等谷类，同属一科。它是髓草属，许多学者将它归为一种髓本系。生长在热带和亚热带的甘蔗，种类繁多，这是由于土壤、气候和种植方法不同的结果。

甘蔗大致可分为三大类：1. 白、黄和青甘蔗；2. 条纹甘蔗；3. 深土色甘蔗（不属于第一类的深色甘蔗）。

深色甘蔗，一般生长在亚热带；而属于第一类的那些淡色甘蔗，一般生长在热带。

(二) 甘蔗的种植历史

据史学研究，甘蔗原产在印度北部（公元前四世纪，在印度佛教古代传记中曾有记载），从印度传入中国南部，再从中国传入菲律宾、爪哇及东印度群岛的其他岛屿。当欧洲人发现这些群岛时，岛上已经有了原始状态的制糖工业。

Cook船长曾叙述夏威夷种植的甘蔗品种。显然印度和中国所产的甘蔗品种与太平洋彼岸岛屿上的甘蔗品种不同。

公元一世纪，阿拉伯人由印度把甘蔗传入地中海沿岸一带。公元十世纪以前，制糖工业在西班牙南部，西西利岛和希腊南部已经非常兴盛。1420年传入马得利亚，后来就传入亚苏勒士，加那利群岛（Canaries Is.）和葡属西非洲。十五世纪后半期，因为和热带国家竞争的结果，土耳其又占领了君士坦丁，在欧洲南部的制糖工业就逐渐消失。现在只有西班牙南部还保留一些制糖工业。

1493年哥伦布第二次航海时，曾把甘蔗传入赫斯扁鲁拉，就是现在的圣吐杜明告。1509年在这岛上第一次出现了甘蔗。

从这个島甘蔗就很快地传入古巴，波多黎各和西印度群島的一些島嶼。1520年传入墨西哥，1552年传入巴西，1533年传入秘魯，而在1751年传入路易斯安那。

讲到甘蔗的历史，现在有必要将注意力由西印度群島轉到印度洋非洲东部的毛里西亚小島上。1737年法人Deta Bourdonnais，曾經在这島上建立糖厂。島上的甘蔗是很久以前从馬达加斯加传来的，而馬达加斯加的甘蔗大概是几世紀以前由馬來亞航海者自爪哇传来的。当时，航海者常将甘蔗作为水手的一部分食粮，这說明在文字記載甘蔗以前，甘蔗已經广泛地分布在南太平洋各地。由此可知，最初移种到中国的甘蔗，大概是从南太平洋来的。十八世紀的后半期，毛里西亚原来的甘蔗品种，完全被更好的品种所取代。

从这个时候起，甘蔗的历史不可避免的逐渐变成甘蔗品种的传入和分布的历史。这些甘蔗品种传入的原因，是为了解决当地的甘蔗遭受传染病后所受到的严重威胁。一些国家的甘蔗发生传染病后，蔗田就荒蕪。为了满足制糖工业的原料供应，往往就輸入新的品种。

发生这个事情最早的地方是毛里西亚和Reunion，時間大約是在1840年。这个传染病的性质还没有肯定，可能是蔗根的一种病态。

約在1860年，巴西发生甘蔗胶病，当时Otaherte品种的甘蔗几乎全部毀坏。

巴西发生甘蔗胶病后，就传入毛里西亚，后来又从毛里西亚传入澳大利亚。并在澳大利亚經常造成严重的损失。因为这样，澳大利亚当局对于这个传染病进行了很好的研究，所以这个传染病就叫做澳大利亚甘蔗胶病。这种传染病可以造成严重的损失：甘蔗产量降低，制糖发生困难，且把染上疾病的母树弄死。但是幸运得很，大量的好品种可以抵抗，甚至能够免除病害，于是病害就不象以前那么可怕了。

爪哇也有过类似情况，1880年爪哇的蔗田发生了所謂「香茅病」Sereh—disease。这个传染病曾經严重地威胁爪哇的制糖工业。

另一个历史上很重要的传染病——斑胶病Mosaie—disease发生于波多黎各，传入爪哇和夏威夷后就叫做黄病Yellow Stripe—disease。

御防这种病的最好方法，就是种植能够抵抗或免除这个传染病的品种。在爪哇特別种植一种健康的植物作为抵抗这种传染病。

爪哇是个多山的地方，因此只有在平地的蔗田才受到香茅病的災害，生长在高緯度地区的甘蔗則可以避免受到传染；因此将山上的甘蔗种子放在平地种植，損失就很少了，至少在第一季是这样。当抵抗传染病的品种正在繁殖的长时间里，如果不进行种植宿根甘蔗，也可挽救災害的严重性。

防御传染病的另一个有效方法，就是栽培抵抗和免除传染病的新品种。

約在六十年前，人們認為甘蔗的花是不結果实的，但在1888年Soltwedel在爪哇，1889年Bewell和Harrison在Barbades，都发现甘蔗能够产生为世界各地試驗場选择新品种所需要的有生命力的种子。这些种子就产生大量的蔗苗。把某种蔗苗和他种蔗苗及現有的品种交配，就可以得到一个新的品种。我們采用了这个經驗，栽培了很多新品种。我們选择的新品种具有下列优点：含糖份高，能够抵抗疾病，不变质，早熟，适宜压榨，有燃烧热值以及色澤好等。首先广泛采用蔗苗栽培新品种的是爪哇，現在旧品种的繁殖在爪哇已經不多。

在Pasuruan东爪哇試驗場，完成了用不同品种的甘蔗交配产生新蔗苗品种的工作；并且創造了有名的P.O.J.（东爪哇試驗場）品种。他們基本上属于草本科，是由能够除去香茅病和其他传染病的Glagah或Kassur及P.O.J. 100, EK. 28, 黑牛

里文等高等品种交配起来的。选种的结果便产生P.O.J.2714, 2725, 2878, 3016和其他许多品种。这些新品种不但继承了母树原有免除和抵抗香茅病和其他传染病的性质,并且由于这些品种含有多量的糖份,有很好的纤维质和很好的压榨性质,使产量达到前所未有的数字。

甘蔗繁盛的时候,种植者则以惯用的方法种植,没有注意香茅病的发生,使制糖工业遭到空前的大灾害。但另一方面,也使人们广泛研究栽培甘蔗的特殊方法。

四、制糖工业对其他工业的重要性

(一) 世界产糖量及其发展趋势

如果我们查看世界产糖量表,可以看到有一个例外的不规则时期:这是由于世界经济危机和两次世界大战招致的结果。第一次世界大战后,世界糖产量逐渐增加。在最后的三十六年内,每年大约增加75万吨,总产量约增1500~4200万吨。

第二次世界大战后,十年内世界产糖的总量1946年为2000万吨;而在1956年增加至4200万吨;平均每年大约增加200万吨,这个数目是今天世界产糖总量的5%。

为了要每年生产4200万吨的糖,就需有3400个平均每天处理1250吨甘蔗或甜菜及其平均榨季是100天的糖厂。

这些糖厂的平均投资如下:

机器和钢材	1000万元
土木材料和地基	600万元
建厂费及其他费用	200万元
一间制糖厂的总资金	1800万元

那么3400个糖厂的总价值是612亿元(不包括蔗田的资金)。

(二) 糖厂建设和钢铁的需要量

建立一个糖厂所需的机器和钢材,平均为6000吨。3400间

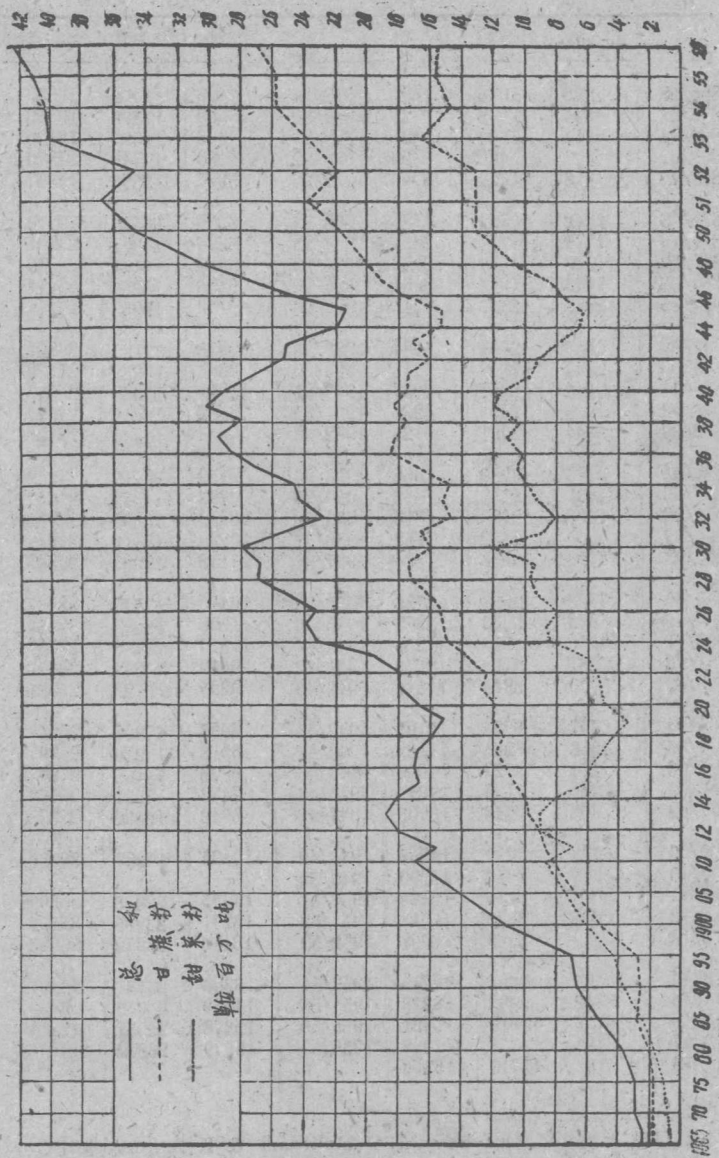


图 1 近百年来甘蔗和甜菜产糖量的发展情况

表1 近百年来世界产糖量(1856~1949)(单位:千吨)

	甜菜糖	甘蔗糖	总 计		甜菜糖	甘蔗糖	总 计
1856/58	236	1246	1531	1918/19	4428	11452	15880
1859/61	394	1333	1727	1919/20	3359	11862	15213
1862/64	414	1507	1921	1920/21	4906	11625	16530
1865/67	606	1429	2029	1921/22	5130	12740	17870
1868/70	318	1628	2146	1922/23	5357	12500	17857
1871/73	1042	1744	2786	1923/24	6059	13520	19579
1874/76	1144	1713	2857	1924/25	8295	14906	23201
1877/79	1365	1771	3136	1925/26	8618	15141	23759
1880/82	1646	1918	3564	1926/27	7896	15315	23211
1883/85	2351	2415	4766	1927/28	9146	15953	25118
1886/87	2433	2754	5187	1928/29	9613	17188	26801
1888/90	2848	2600	5448	1929/30	9348	17382	26730
1890/91	3640	2597	6237	1930/31	11911	15942	27853
1891/92	3445	2797	6242	1931/32	8782	16216	24997
1892/93	3344	2781	6125	1932/33	7994	14742	22736
1893/94	3786	3280	7066	1933/34	9159	15113	24272
1894/95	4691	3157	7848	1934/35	9792	14842	24634
1895/96	4232	2683	6915	1935/36	10430	16598	27028
1896/97	4806	2852	7652	1936/37	10233	18416	28649
1897/98	4688	2836	7524	1937/38	11118	18227	29345
1898/99	4798	2938	7736	1938/39	10460	17677	28137
1899/1900	5379	3003	8382	1939/40	11896	18258	30154
1900/01	6006	5253	11259	1940/41	11500	17450	28950
1901/02	6881	5763	12643	1941/42	9619	17377	26996
1902/03	5707	5844	11544	1942/43	9205	16120	25325
1903/04	6067	6735	12101	1943/44	8038	17009	25038
1904/05	4918	6265	11185	1944/45	6518	15279	21797
1905/06	7274	6729	14003	1945/46	6096	15195	21291
1906/07	7224	7124	14349	1946/47	7473	17581	25054
1907/08	7062	6543	13705	1947/48	8342	19036	27378
1908/09	6985	7372	14358	1948/49	10494	19939	30433
1909/10	6648	8742	14890	1949/50	—	—	—
1910/11	8668	8156	16824	1950/51	13296	22013	35309
1911/12	6947	8571	15518	1951/52	13211	23985	37196
1912/13	9039	8969	18008	1952/53	13150	23072	36222
1913/14	9054	9661	18715	1953/54	16306	24131	40437
1914/15	8312	9902	18213	1954/55	14909	25513	40422
1915/16	6111	10610	16721	1955/56	15878	25557	41435
1916/17	5864	11173	17038	1956/57	15679	23802	42481*
1917/18	5153	11710	16863				

* 部分是估计数 ** 估计数

1943/49以前摘自M. Drachovská, J. Hrubíšek & K. Šandera著“PO-TRAVINÁRSKÉ TABULKY”, 第679~680页。

1950/51以后摘自“印度糖业”1957年2月第六卷11期第714~715页。

糖厂就要 $3400 \times 6000 = 2,040$ 万吨钢铁。

制糖机器的使用期限平均是20年。

这就是说,为了替换和维持现有的糖厂每年需要供给100万吨钢铁。

(三) 制糖工业的发展对其他工业的重要性

如果世界的总产糖量和以前一样,每年增加200万吨,即占现在总产量的5%左右,即需建立 $3400 \times 5/100 = 170$ 个新糖厂,或者要把现有的糖厂增加产量来应付国际消费的增加,这就是说,为了供给这些新糖厂所需要的机器,还得供给 $6000 \times 170 = 102$ 万吨钢铁材料。机械制造厂和其他工业所需要的钢铁如下:

每年维持现有的糖厂所需要的钢铁 100万吨

每年新建糖厂所需要的钢铁 102万吨

总共每年需要钢铁 202万吨

每年需要那么多的钢材和机器的总值43.7亿元。这说明了制糖工业对其他工业是有重大的意义。

上面已经略述了制糖工业在整个世界经济中所占的重要地位;将来中国的制糖工业发展以后,它也将在中国经济中占重要的地位。中国比其他产糖国家更有条件来大量发展制糖工业。

世界糖业机械設備最近的发展情况

J. 洗伯克 著 朱松茂 譯

現在和大家談談世界制糖工业机械設備的变化，及最近发展情况，使我們中捷两国在这方面能够清楚的認識到今后的努力方向，以加强我們的力量，来赶上資本主义国家，因為我們都是社会主义陣营的国家，應該这样做。

首先簡略的讲一些甘蔗糖厂的工艺流程。在甘蔗的运输方面没有什么特殊的发展，如果甘蔗是由水路运输，最好将糖厂設在河边，以便把称好的甘蔗直接放进輸蔗机而不必装入蔗卡。至于陸路运输甘蔗，因用蒸汽带动機車的效率低，燃料消耗量大，特别是在今天蔗渣已作为其他工业的原料，燃料的費用乃是陸路运输的主要問題。在有些油价便宜，而且用油方便的国家里，这个問題較易解决，可以采用重油电力機車来运输甘蔗。但最理想的，如果甘蔗糖厂的鍋炉能够供給充分的蒸汽，就可以采用蒸汽蓄力機車，不过这种機車只能用在短距离的运输，且要有很好的运输組織，以避免蒸汽蓄力機車在蔗田的停留時間过久。

蔗带的构造，没有什么变化，通常輸蔗机分为两个部分：第一部分是理平机，这部分很重要，特別当用傾卸車或卸蔗台一次在輸蔗机上卸入三吨或更多的甘蔗时，就需要用理平机处理甘蔗，使蔗层均匀；其次是第一台蔗刀。第二部分是第二台蔗刀。有了上述的設備，甘蔗在压榨前的处理，就比以前进步；以前曾被采用的两輥压碎机，現在已經过时了。蔗带的传动是重要的，有人曾經使蔗带的速度直接用蔗刀的負荷配合，互为控制，这样做仍然不够理想，因为蔗带的目的是要很均匀



的供給压榨机甘蔗，而蔗刀的尖峰負荷很容易被飞輪（如蔗刀机装有飞輪的話）降低。蔗带最理想的动力是带有油压齿輪箱的馬达（印度Walchandnagar糖厂已采用油压齿輪箱，是由Metropolitan—Vickers厂制造），轉动齿輪箱的手輪，可使蔗带的速度改变，从（+）最大限度值至（0）及至（-）最大限度值，最大限度的負荷可用一个小的安全閥調整，并可加設远距离的控制設備。

至今还没有足够的理論来詳細叙述压榨的操作过程，使人們不需要凭許多經驗和感觉就可以根据現有的資料計算它的結果。两年以前，曾有人解决了这个問題。为达到这个目的，在Mackey（Queensland澳大利亚）的糖业研究所，建立了一个特別工厂，以供研究。

关于压榨問題，以前有两个学派；爪哇学派主張厚蔗层，低速度。古巴学派主張薄蔗层，快速度。后来因为各糖厂都要提高榨蔗量，就将蔗层的厚度逐渐提高到相当的程度，因此这两派的爭論就只限于速度方面。

这两个学派对于速度問題的爭論，那一个获得胜利不需要再談，因事实上，各地糖厂都已安装高速的压榨机来代替原来5~7米/分钟速度。現在糖厂一般采用10~12米/分钟的速度，有时甚至采用了15米/分钟。而根据1956年所举行的世界制糖工业工艺师大会的报告，有的糖厂已經采用了20米/分钟的速度。当然，压榨机的速度是由其大小决定，上述最后一种的大型压榨机，直径是610~762毫米，速度一般为12米/分钟。印度Rahuri糖厂采用由西德GHH厂制造的直径610×711毫米15根轆，速度12米/分钟，榨蔗量1000吨/日的压榨机）。

讲到压榨机的速度，就要涉及到頂轆所受到的压力，負荷大小，以及喂蔗轆的构造。为了要得到所需要的速度，不但要注意喂蔗轆本身的构造，而且对于安装喂蔗轆的位置也得注意，以便甘蔗能够順利地入轆。

制造厂随着世界的倾向迅速提高压榨机的压榨量，使旧作家的記載变成过时。譬如：1954年出版的Chalupa著的書中，有关压榨机压榨量的記載已經不适用，因为在这本書出版以前，压榨机压榨量已經远远地超过他所提出的数字。根据Caie公司的报告，762/1524毫米的压榨机，压榨量竟达3000吨/日。

压榨机本身的构造也有了很大的发展，西德GHH工厂采用滚珠轴承。关于这一点还有些問題需要解决，主要的是：突然負荷的变化，防止蔗汁流进轴承和轴承在机架上的位置。該厂指出，采用滚珠轴承的优点是：不需要压力潤滑和冷却。所以压榨机容易管理，能量的消耗又較低（根据該厂說約20%），該厂保証这种轴承能用20年，但这种压榨机的价錢要比一般的貴10~15%。該厂告訴我們Costarica曾向該厂定购一套，用了四年，巴西定购一套用了二年，現在阿根廷向該厂定购一套，南印度定购三套，孟买定购三套（根据該厂1956年的报告压榨机的机架和底座已經采用25毫米厚的鋼板焊接制成。印度Loni糖厂所采用的Buchau Wolf厂制造的762/1524毫米的压榨机是焊接的）。

据世界制糖工艺师第九次大会报告，現在印度和毛里島已經普遍采用V型槽，从外边調整蔗渣托板，第一座压榨机为5.08厘米，第二座为2.54厘米，其他为1.9或1.3厘米。

压榨机动力的变化最显著，最新式的动力为透平机，現在已有一些糖厂以透平机代替原有的蒸汽机。透平机有两个齿輪箱，而轉动齿輪組織用最后的一組，因此現在压榨車間的情况和以前完全不同。但如因有了透平机而否定了电动机这是不对的。虽然用电力带动不合算，但因为电力带动比較簡單，齿輪的比值比較小、管理也較容易，所以电力带动还有其优点，特別对小型糖厂，还是合用。这两种动力的应用范围如下：1000~1500吨/日的糖厂可用电力带动，1500吨/日以上的可用透平机。