

生物能源甜高粱译文集

YIWENJI

沈阳农业大学甜高粱能源组

《国外农学——杂粮作物》编辑部

前 言

利用甜高粱做能源在我国是近几年的事，这项工作是在辽宁省科委、辽宁省计经委和辽宁省能源办的直接领导与支持下进行的。在工作中我们重视学习国外先进经验，博采众家之长，使甜高粱制取酒精能源和综合利用的研究在短短四年内取得了较明显的效果。为了更好地学习国外先进经验，加速能源高粱的发展，使其尽快为生产服务，我们特搜集了英、日、俄文的有关资料，翻译出版了这本译文集，希望它能促进我国能源高粱的研究与发展。

沈阳农业大学甜高粱能源组

1986年1月

序 言

甜高粱古已有之，但从它的利用和受到人们的重视来看，它在全世界是一个有希望的新兴能源作物，在我国还可以说是一个新作物。

李淮滨等同志在教学和科研之余，搜集了许多有关甜高粱的外文资料，译文字数已达到十万余字，我认为应该尽快付印传播，为我国的“四化”出力。同时我还希望进一步搜集各国的有关资料，陆续译好付印。

知识分子报效国家，笔耕是一个非常重要的方面，而且在广度和深度上，还胜于其他方面。翻译需要通晓两种文字，对业务要有一定水平，更要细心从事，长期坚持，才可能符合“信、达、雅”的要求。这便是我的一番议论，也是对此书的介绍。

杨 守 仁

1986年1月4日

目 录

甜高粱能源.....	R.E.Schaffert等 (1)
农工兼用作物甜高粱初探 I	R.Ferraris (18)
农工兼用作物甜高粱初探 II.....	R.Ferraris (26)
甜高粱提供食品、饲料、纤维和燃料	T.A. McClure 等 (34)
甜高粱生物能源的国产化计划	星川清亲 (41)
甜高粱利用的新途径.....	R.Ferraris 等 (47)
甜高粱在酒精工业中的利用	И. Капочи 等 (57)
开发植物资源, 发展酒精生产	F.R.Miller (60)
甜高粱的生物量和糖产量对石灰和肥料的反应.....	J.M.Soileau等(65)
酸性土壤上甜高粱叶的无机元素浓度和生长状况的研究	R.R.Duncan等 (74)
行距和密度对甜高粱产量的影响.....	P.M.Martin等 (80)
行距对甜高粱茎秆和糖产量的影响.....	D.M.Broadhead等 (86)
播期、熟后收割期和贮存时间对甜高粱糖产量的影响	D.M.Broadhead (89)
作为生物能源的甜高粱栽培的预备试验	星川清亲 (92)
茎截段对丽欧甜高粱脱叶和汁液质量的影响.....	D.M.Broadhead (96)
套穗对甜高粱茎产量及汁液质量的影响	D.M.Broadhead(100)
纸浆原料高粱农艺性状和化学品质的鉴定.....	G.A.White 等(103)
模拟粒用高粱干物质积累与产量.....	T.Hodges 等(110)

甜高粱能源

R.E.Schaffert, L.M.Gourley

摘 要

本文讨论了甜高粱在能源生产,主要是酒精生产上的应用问题,提出了一种粮食——饲料——能源——生物肥料的综合生产系统例子。由于甜高粱是光合作用效率最高的作物之一,而且其茎和籽粒能直接生产发酵糖,所以,它是集能源生产和粮食生产于一身的最理想的作物之一。其工业副产物可做饲料、生物肥料、纤维和能源。利用现有的生产工艺,几乎可以直接用甜高粱做原料来生产酒精。在工业较分散的情况下,小酒厂的工艺还适于小单位、较经济的生产。在这种情况下生产的酒精饮料一般由生产者消费了,使运输成本降低。生产过程是否要完全实行机械化,主要看就业需要和劳动成本而定。本文还讨论了生产水平,介绍了十年来的研究情况。

能源危机

1973年以来,石油输出国组织连续提高石油价格,特别是最近,几个成员国的政治动荡不安,引起了人们对后备能源、可更新能源和能源的自力更生等方面问题的极大关注。几乎在所有的石油进口国,能源价格都暴涨,能源(主要是液体燃料)都实行了配给或大幅度提高税率,以减少使用量。这种状况波及到了世界上绝大多数国家的经济。一般说,粮食成本随能源价格的上涨而提高,使粮食和饲料生产不断下降,继而使世界人口吃饭花费增大,供给世界几十亿人口粮食发生困难,特别是难于应付饥荒。

生物量

在世界的许多地方,特别是发展中国家,在能源危机面前有一种选择,即用生物

量生产生物能源。在热带、亚热带以及温带地区,应用甜高粱 [*Sorghum bicolor* (L.)], 高能高粱 (Miller和Creelman, 1980) 和其它一些作物, 构成粮食——饲料——生物肥料——能源生产的综合系统, 似乎是为生产充足的粮食和能源而做出的经济且合乎逻辑的反应。

本文的重点将集中于高粱作为一种可更新能源用来生产液体燃料(即酒精)的研究上, 其次是涉及某些粮食——能源的合成系统。

乙醇——一种可更新能源

人类自有历史记载以来, 就生产酒精作为发酵饮料的一种主要成分; 而作为液体燃料, 在最早的汽车中就有应用。亨利一福特公司早期生产的汽车就带有可调的汽化器, 能使用汽油和酒精。自二十世纪初叶, 巴西就把乙醇同汽油混合起来使用, 利用了

甘蔗工业生产的过剩酒精，而且，在两次世界大战中就曾乙醇代替汽油。

酒精做燃料的诱人前景是多方面的。世界上的石油仅蕴藏于少数国家中，而用能源作物生产酒精的潜力却蕴藏于所有国家农业本身。来自生物量的液体燃料是一种再生能源，酒精做燃料，单独使用时可净化燃烧，与汽油混合使用可提高辛烷值。用能源作物生产酒精的蒸馏过程，比石油开采和冶炼需要更多的劳动力，从而有助于解决失业以及劳动力流向城市的问题。由于糖料作物运输受限制，所以酒厂可分布在整个作物产区。

酒精燃料对政府和普通的汽车司机有一种强大的政治感染力。财政收支平衡问题、石油供应中断的潜在危机，以及汽油价格上涨都促使政府趋于独立自主。美国拥有世界上40%的汽车，汽车用掉全部汽油的一半，所以，要求本国生产液体燃料的政治压力是相当大的。

国家的能源政策

在以酒精做燃料的国家中，巴西是当然的先驱者。巴西的酒精燃料规划是1975年制定的，其目标是到本世纪末达到汽车燃料自给自足，这个目标目前已提前到八十年代

末了。政府的努力包括：投资装备和扩建现有的酒精厂，建设现代化的新酒厂和发展农业项目为这些酒厂提供原料。这一规划主要以甘蔗为基础，但也重视甜高粱和木薯做酒厂原料。1981—1982年，巴西将生产大约50亿升乙醇，到1985年达到115亿升。1981年，巴西政府同意建设一批日产5,000升酒精的小酒厂，到1985年计划建设5000个这样的小酒厂。这些小酒厂的作用是：最经济地利用甘蔗（6个月）和甜高粱（4—5个月）（图1），其生产季可达11—12个月。它们分布在整个巴西，生产的酒精供当地消费。

美国的第一个酒精燃料计划是同1978年的“能源法令”同时问世的。这个法令使每加仑酒精汽油的联邦油税降低了四美分，这是假定混合油中的酒精是用非石油原料生产的。许多州对作为汽车燃料的酒精实行免税，这同联邦免税的金额加起来，使每加仑酒精的总补贴超过1美元。

1980年1月，联邦政府颁布了1980和1985年的新指标，即1981年燃料酒精的生产增加到18.9亿升，到1985年达到75.7亿升。由于玉米是美国酒厂的基本原料，所以以后一目标要消耗二千万吨玉米。

美国能源部(1979)正在考虑大规模地用甜高粱代替玉米籽粒生产酒精（表1）。长期预测表明，在美国甜高粱将成为占主导地

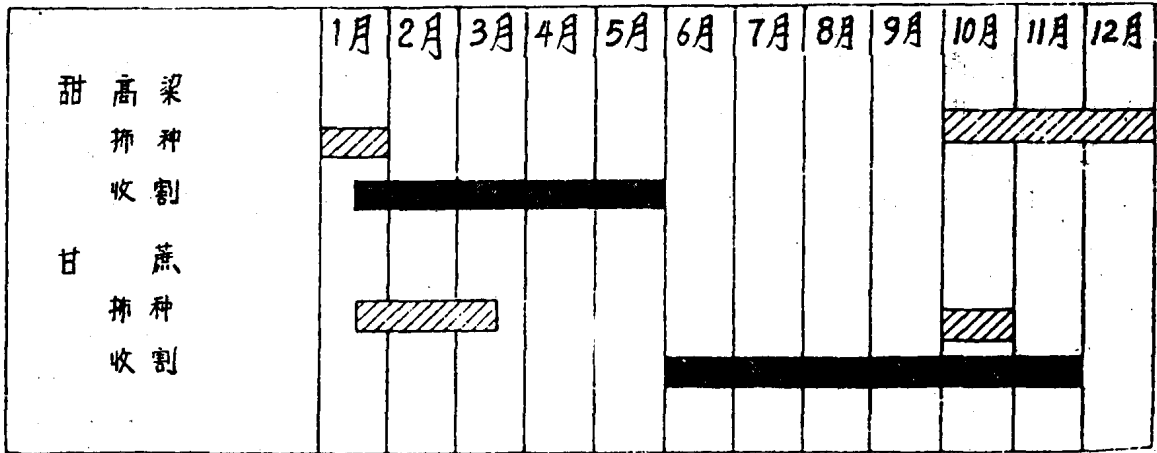


图1 巴西甜高粱和甘蔗的播种与收割周期

位的能源作物。若把5.67亿公顷的旱田播种甜高粱，每年能生产314亿升酒精，而美国中西部和东南部主要是此种旱田。

还有许多国家也正在制定国家的酒精燃料规划，以减少财政收支的赤字。表2说明几种作物的酒精产量情况。新西兰计划用饲用甜菜做酒厂的基本原料，澳大利亚和奥地利想用小麦，南非和菲律宾正在计划用木薯和甘蔗做原料。肯尼亚和苏丹正在建造酒精厂，计划使用糖厂糖浆的副产物做原料。泰

国设计了一种固定的农业燃料工业，使它适用于各种作物做原料，什么作物生产过剩就用什么作物做原料。以上仅涉及少数几个制定了酒精燃料规划的国家，前景对象甜高粱这样的作物是光明的，它将在边远地区的农田上，以其最低的成本，生产出合算的酒精产量。目前，大多数国家都将利用糖浆作物，或者把某些现行的作物生产转向酒精燃料生产；未来的规划，还将把闲置的或者新的边远地区的农田纳入糖料作物的生产基地；

表 1 美国能源部最大酒精年产量的规划

原 料	1980年	1990年	2000年
	(十亿升)		
玉 米	8.7	3.4	—
谷 物 籽 粒	14.8	10.6	8.7
甘 蔗	—	2.6	2.6
甜 高 粱	—	11.4	31.4

资料引自美国能源部 (1979)

表 2 1977年美国 and 巴西几种作物的酒精产量

作 物	每公顷作物产量	每公顷酒精产量
	(吨)	(升)
甘 蔗 (巴西)	54.2	3630
甜 高 粱 (美国)	46.5	3554
玉 米 (美国)	5.7	2200
木 薯 (巴西)	11.9	2137
粒用高粱 (美国)	3.5	1362
小 麦 (美国)	2.1	773

资料引自Brown (1980)

甜高粱——一种更新生物能源

甜高粱的类型和构成

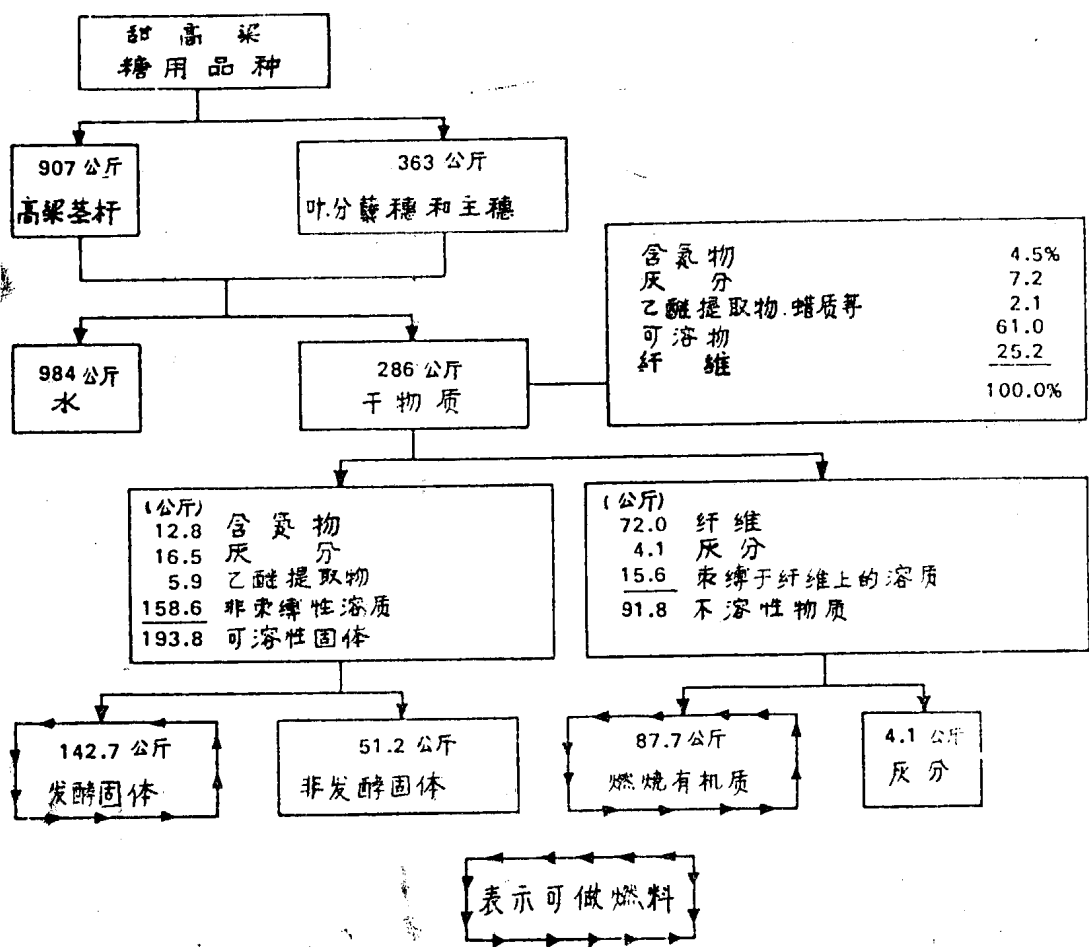
甜高粱的地理分布很广，被称作温带甘蔗。在热带若以月计算，它的生产能力相当

于甚至优于甘蔗。育种家培育了两种类型的甜高粱即糖浆型品种和糖用型品种。前者的汁液中含有较多的转化糖，妨碍结晶；后者的汁液中主要含蔗糖，转化糖很少，可以结晶。图2和图3分别列出了美国甜高粱的糖用品种和糖浆用品种及其近似成分的估测。糖用型

品种含 50%可发酵固体和 30%可燃性有机质，而糖浆型品种则含43%的可发酵固体和 33%的可燃性有机质。糖浆型品种总的生物量比糖用型品种高30%左右，糖用型品种总的可溶性固体含量较高。这种产量和组成成份的差异可能是所鉴定的品种遗传基础狭窄的结果。因为，优良的糖用型品种数量远少于糖浆型品种。由于蔗糖和转化糖都能直接发酵，所以两种甜高粱都适于酒精生产。

甜高粱的生物量优势

甜高粱不象甘蔗那样必须种在热带和亚热带，它能适应广泛的种植条件，因此，它作为用于酒精生产的大田作物具有极大的潜力；甜高粱还不象甘蔗那样需要大肥大水，因而具有降低单位成本的潜力；另外，在产出的酒精中贮藏的能量比种植和加工甜高粱消耗的能量高，即净产能比超过 1.0 (Scheehan等，1978)。



平均产量	吨/公顷
茎	32.9
叶、分蘖穗和主穗	13.6
总数	46.5

图 2 美国糖用型甜高粱品种的近似成分的估测 (Nathan, 1978)

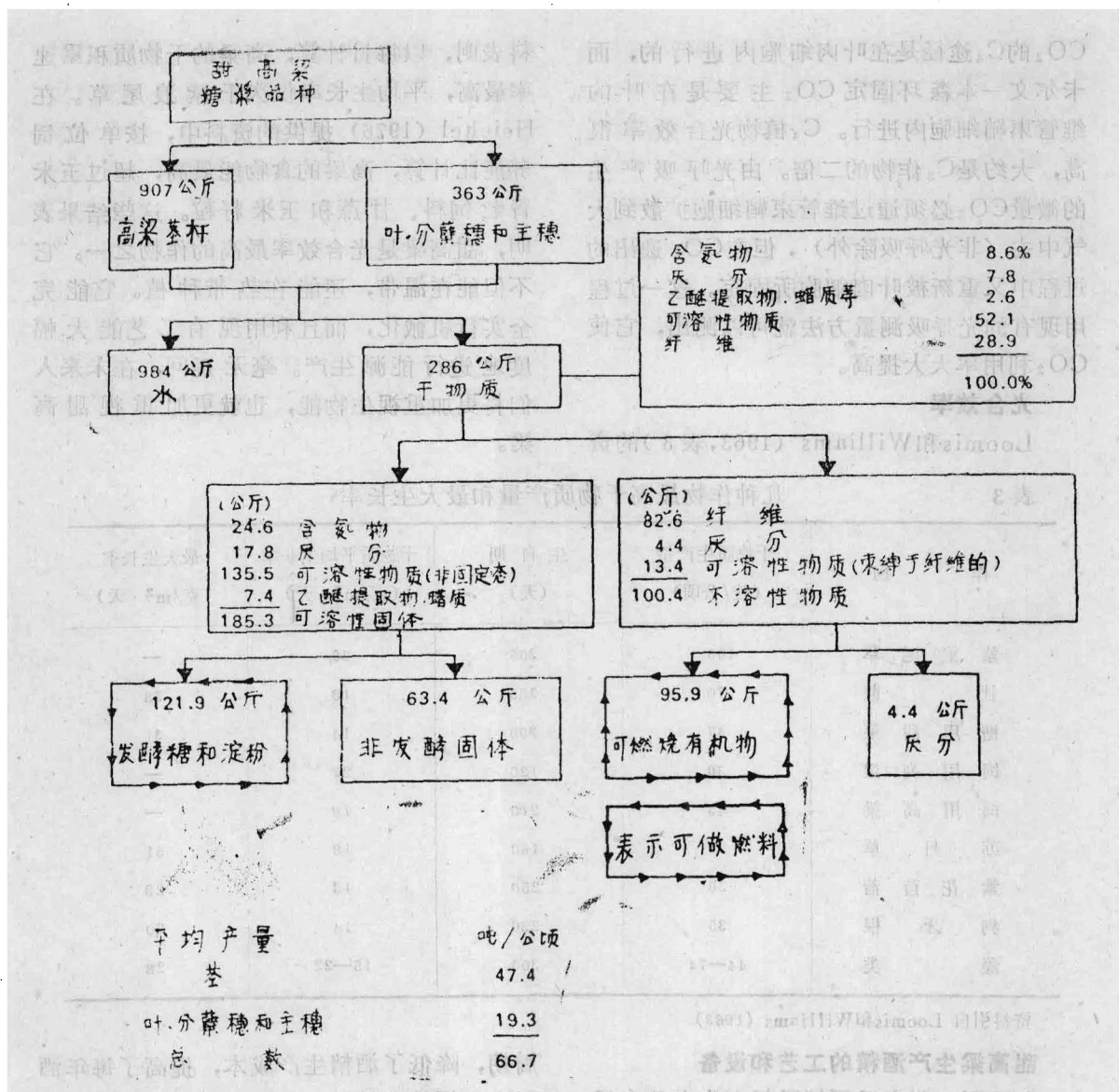


图3 美国糖浆型甜高粱品种的近似成分的估测 (Nathan, 1978)

甜高粱适于酒精生产的理想特征特性有：(1) 生物量高；(2) 发酵糖比例和可燃性有机物比例均高；(3) 生长周期相对较短；(4) 耐旱性强；(5) 需肥相对较少；(6) 籽粒可食用和饲用；(7) 可完全实行机械化。

甜高粱——一种C₄作物

甜高粱属于C₄苹果酸合成类型，同甘蔗、玉米一样，被认为是大田作物中光合效

率最高的作物。CO₂固定C₄途径是卡尔文—本森途径 (Hatch, 1976) 的一种辅助通道。在自然条件下，C₄作物看不到光饱和，CO₂补偿点低，接近于零，光呼吸弱，而且，最适温度为30—35℃。

C₄植物最主要的特征之一是它们特有的叶片解剖构造。它们有内外两层相套的独立空间，在这里以各自的反应来吸收和固定大气中低浓度的CO₂。C₄作物固定大气中

CO₂的C₄途径是在叶肉细胞内进行的，而卡尔文—本森环固定CO₂主要是在叶的维管束鞘细胞内进行。C₄植物光合效率很高，大约是C₃作物的二倍。由光呼吸产生的微量CO₂必须通过维管束鞘细胞扩散到大气中去（非光呼吸除外），但在CO₂逸出的过程中又重新被叶肉细胞所固定。这一过程用现有的光呼吸测量方法就可以测出，它使CO₂利用率大大提高。

光合效率

Loomis和Williams (1963,表3)的资

料表明，以每日计算，高粱的干物质积累速率最高，平均生长率仅次于紫狼尾草。在Heichel (1976)提供的资料中，按单位饲养能比计算，高粱的食物能最高，超过玉米青贮饲料、甘蔗和玉米籽粒。这些结果表明，甜高粱是光合效率最高的作物之一。它不但能在温带，还能在热带种植。它能完全实行机械化，而且利用现有工艺能大幅度地进行能源生产。毫无疑问，在未来人们将更加重视生物能，也就更加重视甜高粱。

表 3 几种作物最高干物质产量和最大生长率

作物	干物质生产量 (吨/公顷)	生育期 (天)	干物质平均生长率 (克/m ² ·天)	最大生长率 (克/m ² ·天)
紫狼尾草	106	365	26	—
甘蔗	70	365	18	38
糖用甜菜	47	300	14	31
饲用高粱	30	120	22	—
饲用高粱	43	210	19	—
苏丹草	33	160	18	51
紫花苜蓿	36	250	13	23
狗牙根	35	230	14	20
藻类	44—74	300	15—22	28

资料引自 Loomis和Williams (1963)

甜高粱生产酒精的工艺和设备

在巴西，甜高粱酒精已经率先在几个日产120,000升甚至容量更大的大型商业甘蔗酒厂生产出来，而且，现在正在几个日产2000—5000升的小酒厂中生产。在这两种情况下，流程图都很相似，这里将探讨小酒厂的两过程。小酒厂与大酒厂的区别在于：（1）球磨机组的数目；（2）榨糖的效率；（3）发酵和蒸馏的效率。

在巴西，甘蔗的正常收割期是6月到11月，甜高粱的正常收割期是2月到5月，播种期在10月和11月开始（图1）。在这种情况下，两种作物相继供应，延长了工厂运转

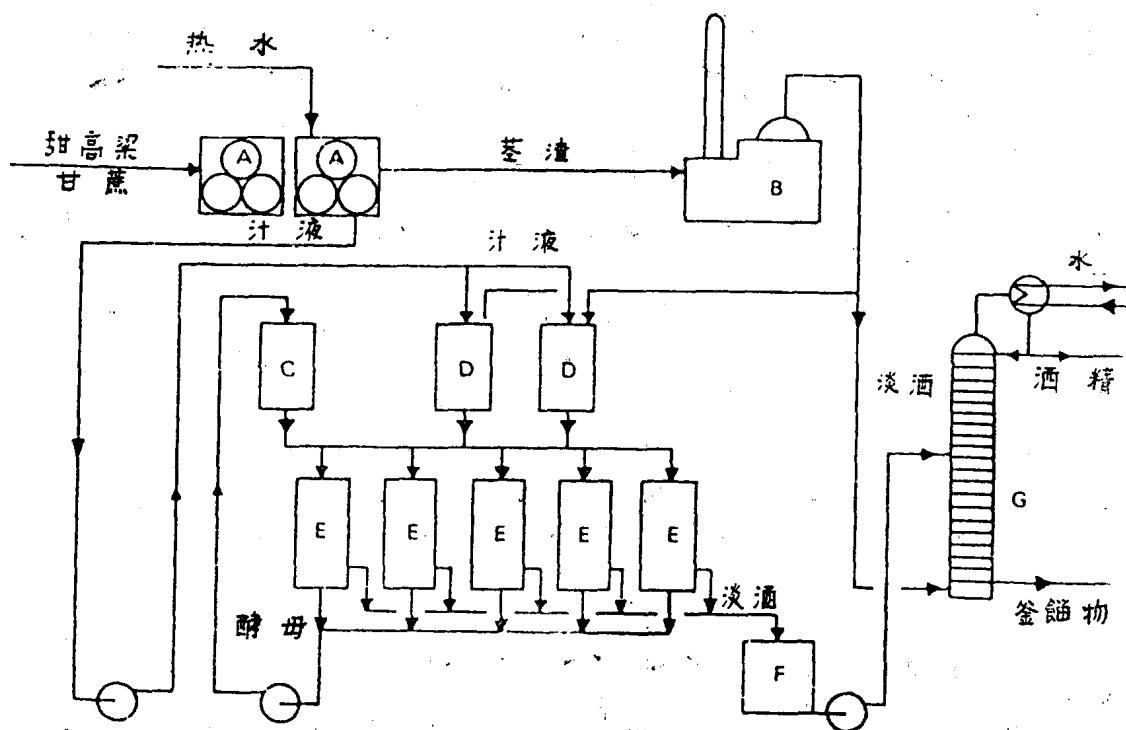
周期，降低了酒精生产成本，提高了每年酒厂生产酒精的总量。相同的设备不但可以用来加工甘蔗茎秆，还可加工甜高粱茎秆，这样做的目的并不在于甘蔗或甜高粱的生产力，而在于二者的经济生产。

用球磨机榨糖

图4展示了一个小酒厂利用球磨机榨糖的简单流程图。甜高粱或甘蔗的茎在球磨机中碾碎、榨取汁液。汁液及糖的提取效率取决于滚筒的压力和机组的数量，当用二个或更多的机组时，吸液所用的热水量少，因而效率得到改善；效率还取决于茎秆性质。关于这部分留待植物育种和改良一节再叙。未处理

的汁液与酵母及无机元素混合后发酵。糖转化成酒精之后，稀浓度的酒精蒸馏成92%的乙醇，可直接用于发动机，或者蒸馏为100%的乙醇与汽油混合。残渣可以送入锅炉燃烧

以产生蒸汽，或者作为饲料、纤维，或者用做其它加工的原料。釜馏物可以做生物肥料返回土壤，或者做消化器的原料生产甲烷和生物肥料。



A. 球磨机；B. 锅炉；C. 酵母处理和分配塔；
D. 汁液分配塔；E. 发酵塔；F. 淡酒截流塔；G. 蒸馏柱。

图4 球磨小酒厂的流程图

浸提法榨糖

图5展示了一个小型酒厂用简单的水平浸提机榨糖的简单流程图。这两个过程的主要区别是在浸提机中使用热水提取糖，为提取残渣中的剩余汁液，还需球磨机。为提高浸提效益在浸提机前也可放一个球磨机，用此过程，糖提取率一般可高于90%，这等于大型甘蔗糖厂的效率。

甜高粱的生产力和质量

用甜高粱制糖浆，在美国已有一百多年

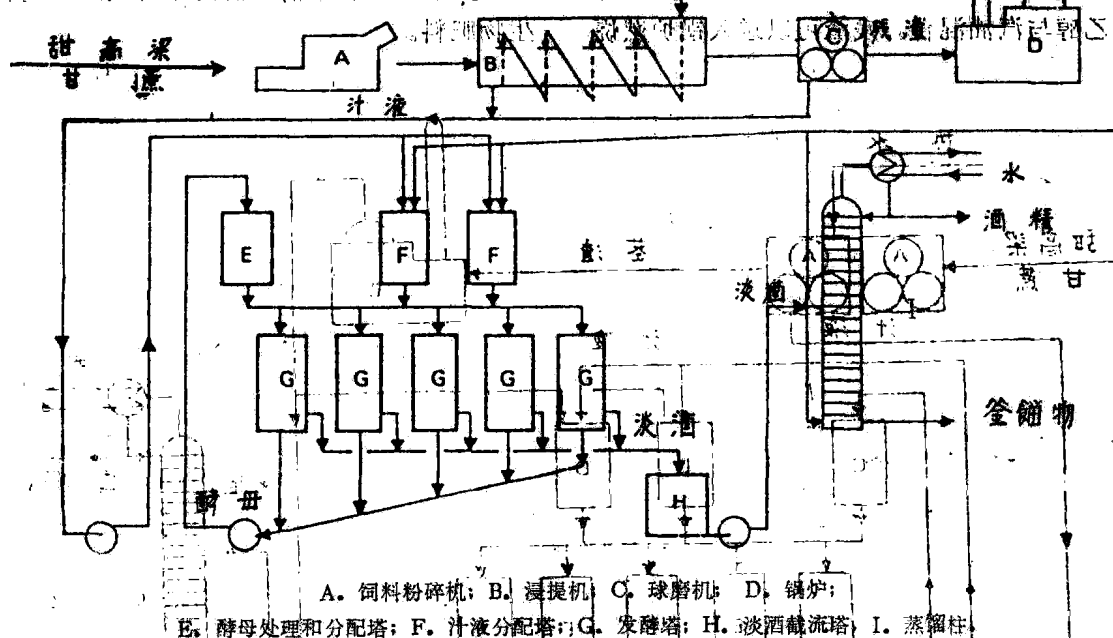
的历史了，而甜高粱制糖的工艺投入商品生产，还仅仅是过去十年到十五年的事，应用甜高粱造酒精的研究就更近了。这些研究的绝大部分工作都是在过去五年间做的。两种类型的甜高粱都能用来造酒精，但造酒精较好的类型，既不要求制糖高粱的糖分中蔗糖的纯度很高，也不必追求糖浆高粱的单位茎中产生的糖浆的数量和质量，转化糖（发酵糖）的总提取量才是重要的。

甜高粱的生产力

关于甜高粱生产力最完备的资料，出自美国农业部的糖用作物研究站（设在密

甜高粱的茎秆和根茎部分含有大量的糖分，是制糖工业的重要原料。甜高粱的茎秆和根茎部分含有大量的糖分，是制糖工业的重要原料。

甜高粱的茎秆和根茎部分含有大量的糖分，是制糖工业的重要原料。甜高粱的茎秆和根茎部分含有大量的糖分，是制糖工业的重要原料。



西西比州梅里迪安)、美国得克萨斯农业试验站(威斯拉克)和巴西的国家玉米高粱研究中心。根据Reeves (1976)、Reeves等 (1978)、Reeves和Smith (1979)、Broadhead等 (1974)、Coleman和Broadhead (1968)和Schaffert和Borgonovi (1980)等人的研究结果,在正常情况下,商业品种在各地、多年的平均产量每公顷45—60吨,光茎秆是每公顷35—48吨。Schaffert和Borgonovi (1980 a)、Reeves和Smith (1979)等人的试验性选系和早代的生产力则更高一些。高粱(整株)的产量是每公顷80—100吨,熟期类型是110—140天。Reeves和Smith (1979)报导,他们用一个生长期较长的类型,获得了每公顷100吨的鲜重产量。Schaffert和Borgonovi (1980a)报道,在大范围的最佳田间管理条件下,熟期为130—140天的类型,其总鲜重产量每公顷都超过了80吨。籽粒产量一般

为每公顷1.5—5.5吨,平均产量为2—3吨。

甜高粱的质量

甜高粱制酒精,现在都是用加工甘蔗的工艺和设备,在未来的几年中,还将继续这样做。将来,用生物量生产酒精可能会有加工中直接利用纤维素部分的工艺,这里的讨论主要限于使用甘蔗工艺生产酒精所涉及到的的一些参数。在表4中,比较了甜高粱与甘蔗两者的汁液质量。高粱的汁液质量稍逊于甘蔗,但是另一方面,甘蔗的研究历史确实比高粱的长。Schaffert和Borgonovi (1980 b)在密西西比州梅里迪安种质库中收集到65个品种并进行了测定,用水压(250公升/厘米²×60秒)测出的平均汁液提取百分率是45—76%,纤维百分率是10—27%。由于试材取样是在不同成熟阶段,在很短的时间内进行的,所以白利糖度计值和转化糖总量都相对较低。作为推广品种或育种材料,品种“雷

表 4

巴西甜高粱与甘蔗茎汁液质量比较

性 状	甜 高 粱		甘 蔗 (一个州的平均)
	文 献 记 载	国 家 试 验	
汁液提取 (%)	350—600	500—700	600—800
折光仪糖度	16—20	14—20	18—21
蔗糖 (%汁液)	10—15	8—16	15—18
转化糖 (%汁液)	1—4	0.7—7.3	0.2—1.5
总转化糖 (%汁液)	14—20	14—18	16—19

资料引自 Schaffet和Borgonovi (1980b)

依”看来是最好的。图 6—9 分别说明品种“雷依”、“丽欧”、“布朗狄斯”和 CMST×623 的汁液折光仪糖度, 汁液提取量中转化糖总量、纤维与转化糖总量曲线之间的互作; 在图 10—13 中, 显示了在巴西的这些品种间在折光仪糖度, 汁液转化糖总量、汁液提取量、纤维与转化糖的差异。在图 13 中看到, “雷依”的工业利用周期 (PIU) 大大优于“丽欧”, 稍强于

“布朗狄斯”和 CMST×623。PIU 是品种的转化糖提取量达到最大和最经济水平时的时间长度。“雷依”的合理 PIU 一般超过 40 天, 而“丽欧”的一般短于 20 天。这种差异并不是汁液中转化糖总量造成的, 而是汁液提取和纤维百分率造成的 (图 12)。在茎秆压榨和糖浸提过程中“雷依”可算是一个优良的品种, “布朗狄斯”和 CMT×623 两个品种的利用价值也比“丽欧”理想。

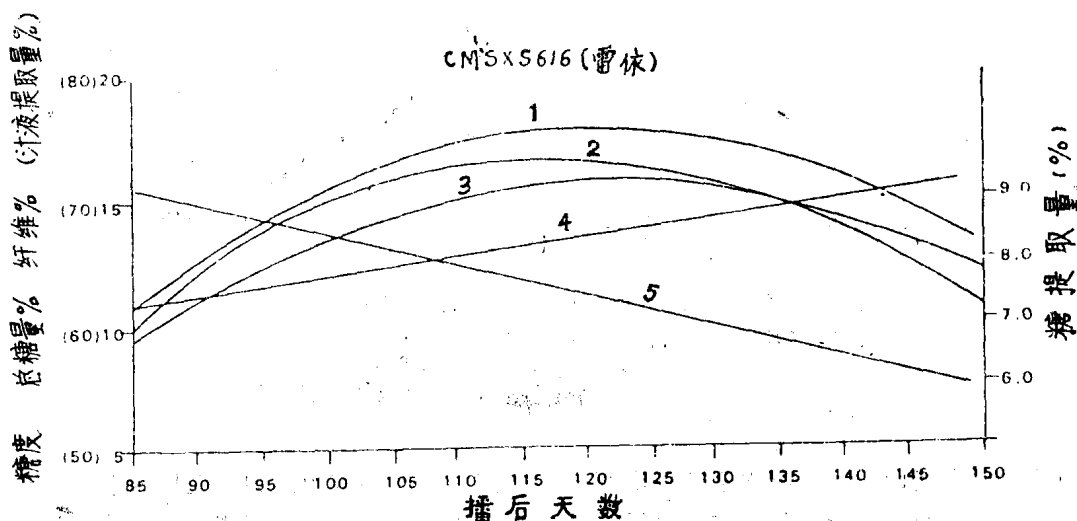
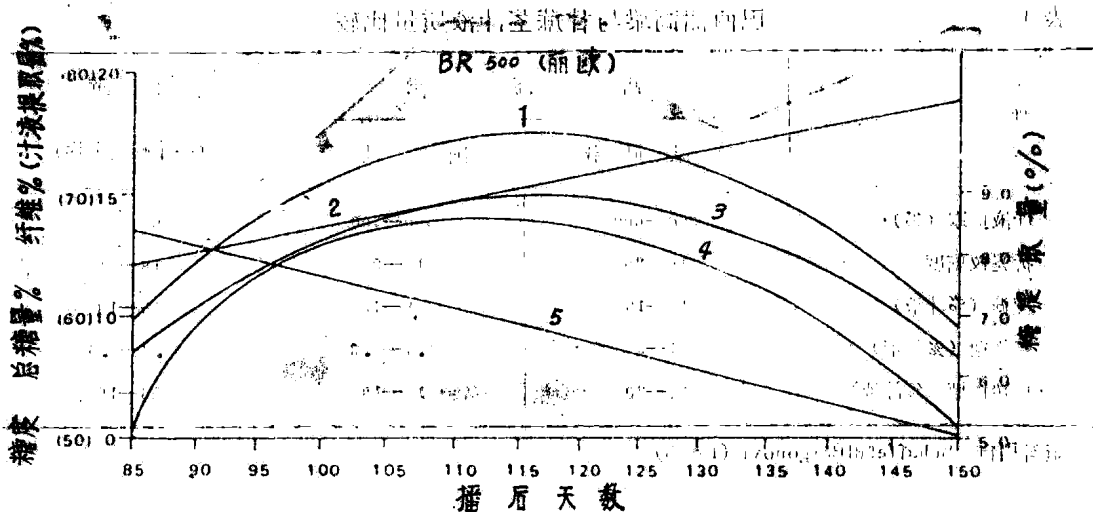
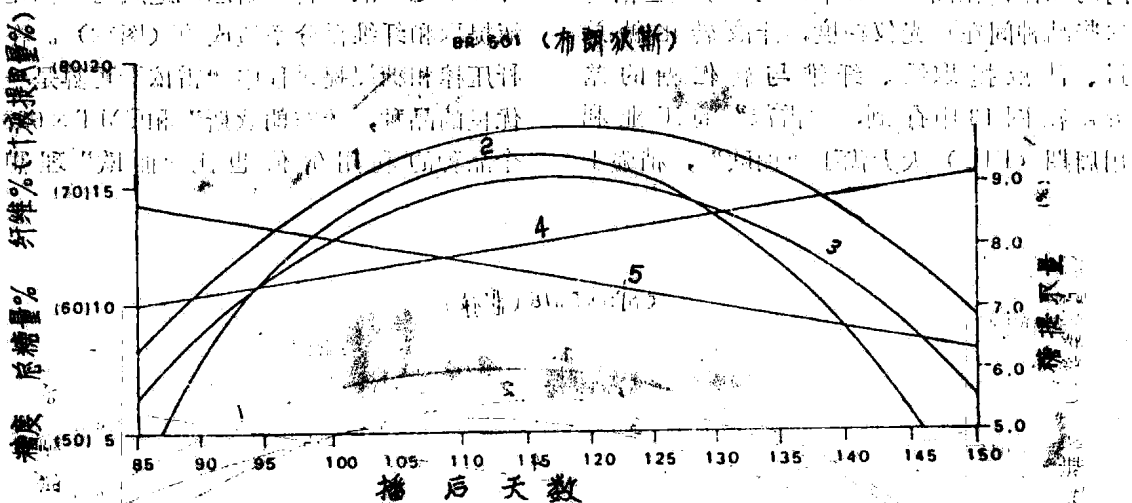


图 6 巴西的雷依品种在成熟期折光仪糖度、汁液转化糖百分率、纤维百分率、汁液提取百分率与糖提取百分率之间的相互作用。



1. 糖度 (%汁液); 2. 糖提取量 (%高粱); 3. 总糖量 (%汁液);
4. 纤维 (%高粱); 5. 汁液提取物 (%高粱)

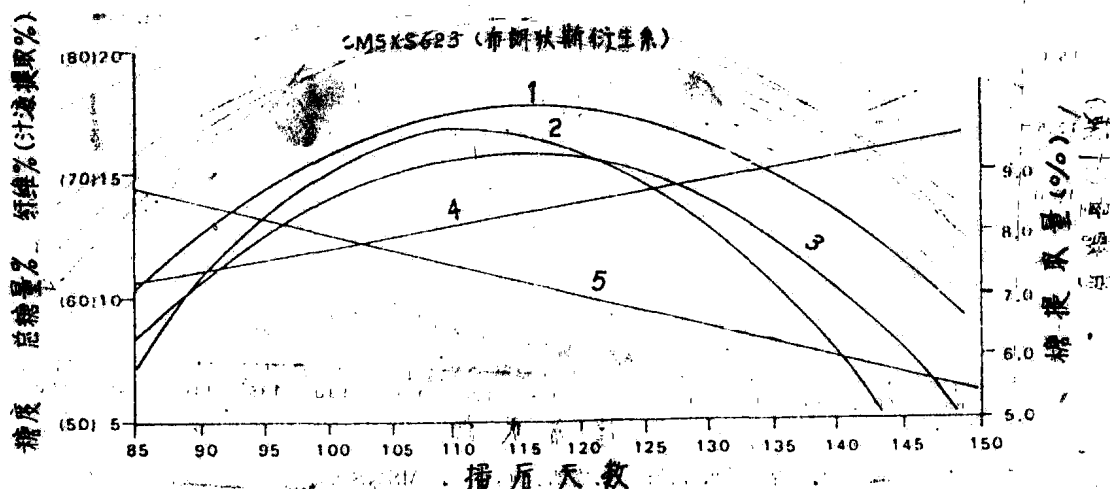
图7 巴西的丽欧品种在成熟期折光仪糖度、汁液转化糖百分率、纤维百分率、汁液提取百分率与糖提取百分率之间的相互作用。



1. 糖度 (%汁液) 2. 糖提取量 (%高粱); 3. 总糖量 (%汁液);
4. 纤维 (%高粱); 5. 汁液提取物 (%高粱)。

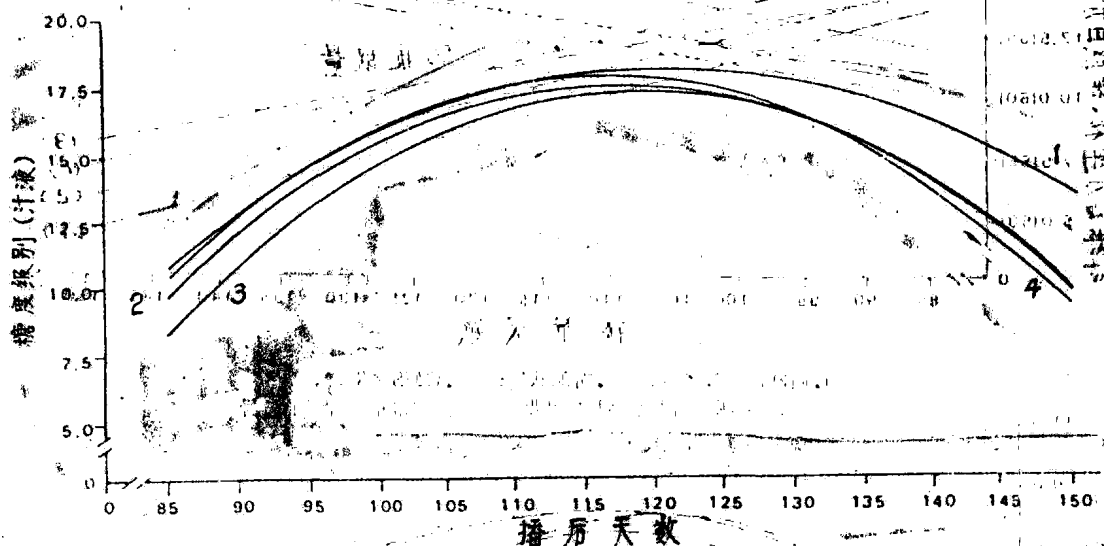
图8 巴西的布朗狄斯品种在成熟期折光仪糖度、汁液转化糖百分率、纤维百分率、汁液提取百分率与糖提取百分率之间的相互作用。

Reeves和Smith (1979) 在高粱干茎秆中获得了2—4%的淀粉。据Smith (1978)报导, 从茎秆里提取的汁液中, 也曾获得相似的淀粉数量。淀粉并不干扰发酵和蒸馏过程, 但在发酵前要先水解转化成简单的糖。图14显示了甜高粱作为食品、纤维、肥料、乙醇和沼气生产的应用潜力。在巴西国家玉米高粱研究中心, 只有蔗渣的水解作用还未测定。这种生产体系若与温室相结合, 发酵产生的 CO_2 可以提高温室的 CO_2 浓度, 产生的生物肥料也可施用在温室系统中。巴西国家玉米高粱研究中心提出了一个农村联合能



1. 糖度 (%汁液) 2. 糖提取量 (%高粱) 3. 总糖量 (%汁液);
4. 纤维 (%高粱); 5. 汁液提取物 (%高粱)

图9 巴西的CMSxS623品种在成熟期折光仪糖度、汁液转化糖百分率、纤维百分率、汁液提取百分率与糖提取百分率之间的相互作用。



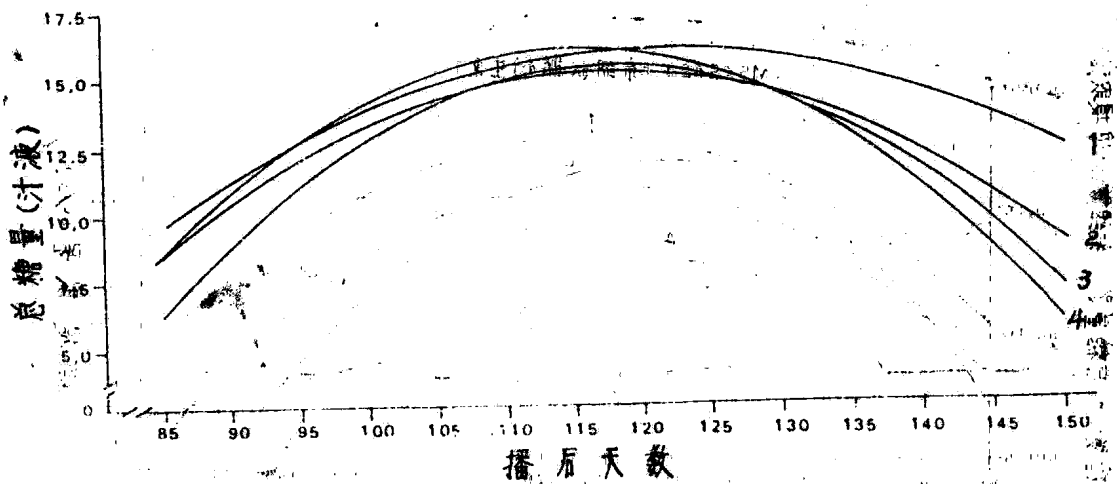
1. 雷依; 2. 丽欧; 3. 布朗秋斯; 4. CMSxS623
图10 巴西的四个甜高粱品种成熟期汁液折光仪糖度的差异

源系统 (图15)，该系统无需汽油和电力而能运转。在高粱植株的总体利用方面，还有许多其它可能的途径供选择。

甜高粱生产酒精的经济学

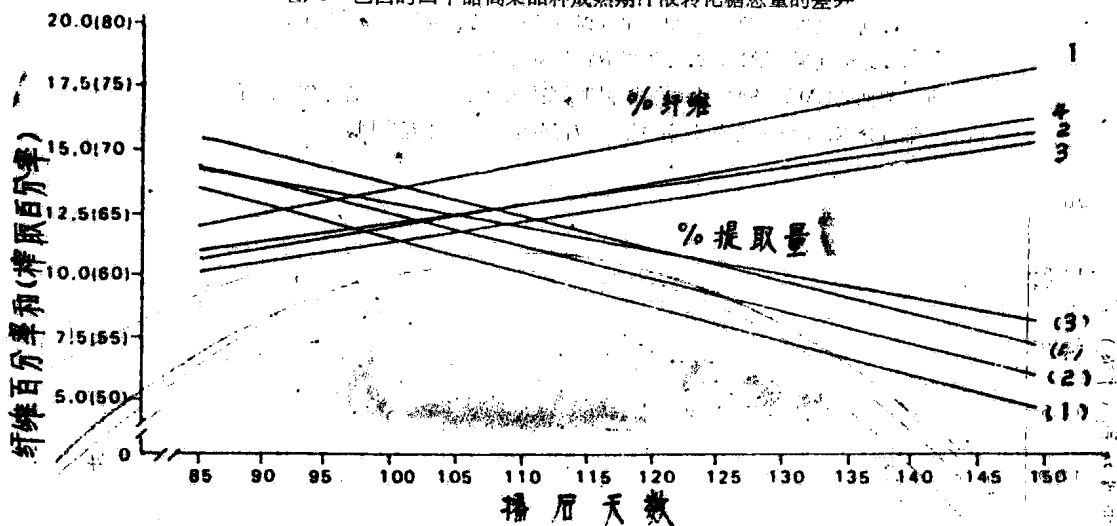
表6说明了巴西已纳入利用计划的甜高粱和乙醇生产的平均产量和变化幅度。在良好的管理条件下，农业产量能够远远超过每

公顷37.7吨茎秆和2.2吨籽粒。平均工业产量均来自大型酒精加工企业，而小酒厂现今的产量约比这低20%。用籽粒和茎秆生产酒精，在四个月中，一公顷能生产3387升乙醇。利用一季再生可将此值提高50—80%。表7列出了1980年11月巴西用甜高粱茎秆生产乙醇的成本。它包括两种茎秆生产



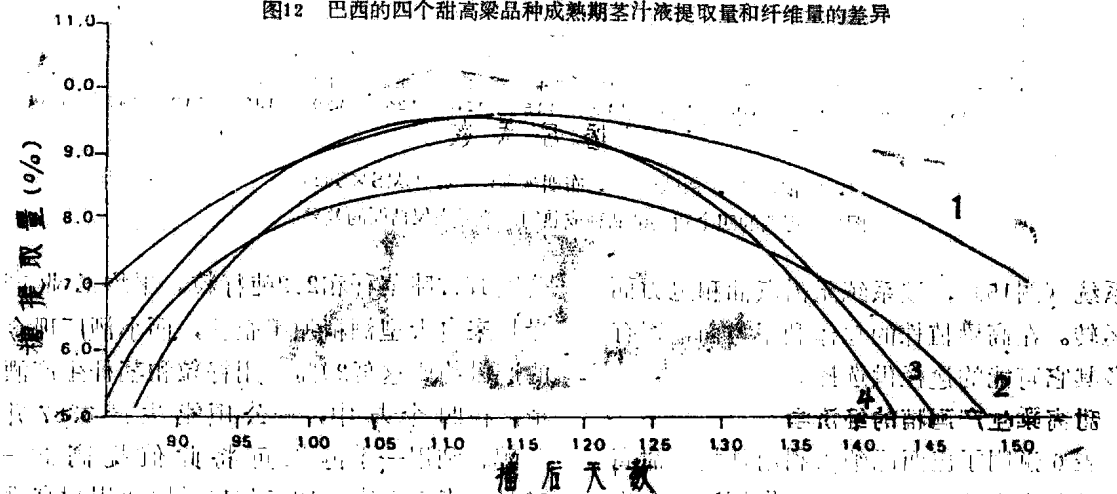
1.雷依; 2.丽欧; 3.布朗狄斯; 4.CMS×S623.

图11 巴西的四个甜高粱品种成熟期汁液转化糖总量的差异



1.丽欧; 2.雷依; 3.布朗狄斯; 4.CMS×S623.

图12 巴西的四个甜高粱品种成熟期茎汁液提取量和纤维量的差异



1.雷依; 2.丽欧; 3.布朗狄斯; 4.CMS×S623.

图13 巴西的四个甜高粱品种成熟期茎转化糖总量的差异

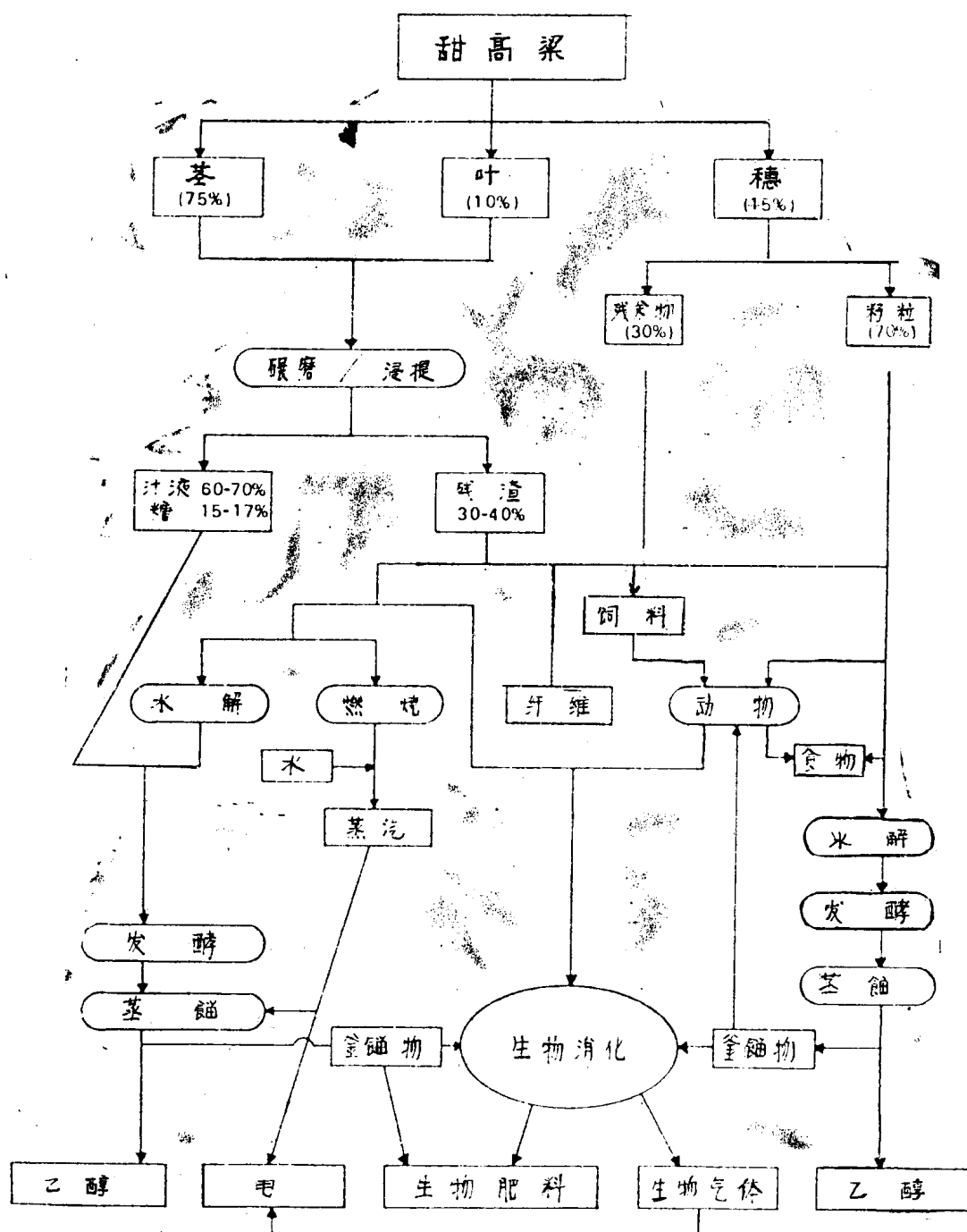


图14 甜高粱生产食品、纤维、乙醇和沼气的应用潜力

水平和三种工业生产水平。这三种工业生产水平分别代表了三种类型的小酒厂——一个压轧机组、两个压轧机组和一个浸提机组。

小酒厂的水平和垂直两种浸提机组目前正在巴西通过鉴定。