

YU ZHONG XUE

U ZHONG XUE

ZHONG XUE

HONG XUE

ONG XUE

甘蔗育种学

彭绍光 编著

农业出版社

甘蔗育种学

彭绍光 编著

农业出版社

甘蔗育种学

彭绍光 编著

* * *

责任编辑 李世君

封面设计 李 鹰

农业出版社出版(北京朝阳区东直门内大街)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

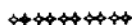
850×1168mm32开本 12.5印张 318千字

1990年5月第1版 1990年5月北京第1次印刷

印数 1—1,154册 定价 11.40元

ISBN 7-109-01098-8/S·800

前 言



我国种植甘蔗已有二千多年的历史，而甘蔗有性杂交育种却是从1952年建立海南甘蔗育种场才开始的。三十多年来，我国选育出60多个甘蔗品种，推广的优良品种有10多个，在生产上起了很大的作用。尽管如此，这些品种的产糖量似乎到了一定的限度，要进一步获得更高产糖量的品种看来是有困难的。目前我国主要的甘蔗产区，台湾134仍然是当家品种。笔者认为，甘蔗育种的基因库贫乏，世界各国的甘蔗品种绝大部分出自热带种、割手密种、印度种3个种的原种，小部分出自热带种、割手密种、印度种、大茎野生种、中国种5个种的原种。可是甘蔗品种间的亲缘关系很相近，遗传基础狭窄，这是甘蔗育种难以有新突破的原因。因此，有必要对甘蔗品种资源的搜集、研究和利用，以及甘蔗的遗传性，杂交组合的选配，育种方法和品种系谱等进行深入研究，以期创造有突破性的优良品种，为我国蔗糖生产的发展作出贡献。

笔者从1934年在菲律宾大学农学院攻读甘蔗专业，以后的几十年则投身于甘蔗育种研究工作，迄今已有半个多世纪了。先后育成广西1、2、3、5、9、10、11等甘蔗良种，对广西蔗糖生产起了一些推动作用。1974年笔者应广西农学院之邀，为援外人员讲授甘蔗育种课程编写了一本讲义。而后又经过修改与补充，1980年作为广西农学院77级甘蔗专业班甘蔗育种课的教材。近年来，笔者又在原讲义的基础上，结合1984年到美国的夏威夷、路易斯安那州和佛罗里达州的实地考察，同国外学者进行学术交流，同时系统地整理了

所掌握的资料，结合自己的观点，再进行第二次修改与补充。经过几年的努力，终于使本书得以问世。但是，由于笔者掌握资料情况和技术水平的限制，书中难免有不少缺点和错误，希望广大读者不吝指正。

本书共分六章，分别论述甘蔗分类、甘蔗开花、甘蔗育种的遗传基础、甘蔗育种方法、甘蔗育种程序、甘蔗品种及其系谱等，可作高等农业院校甘蔗育种教材和甘蔗育种工作者的参考书。

本书在编写过程中，承蒙国内许多甘蔗科研、生产单位和个人以及国际友人提供很多宝贵资料，广西甘蔗研究所领导大力支持，派何建兴同志协助进行整理。广西农业科学院黄经纬同志帮助文字修改，并提出意见。陈可才同志帮助绘图。吴能奕、甘海鹏、罗貽刚、何洪、谭裕模、张朝英等同志协助资料整理与校订，致使本书能按期出版，特此一并致谢。

作 者

1987年8月

目 录

◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆

概论	1
第一章 甘蔗分类	7
第一节 甘蔗的形态与结构	7
第二节 甘蔗属及其近缘属的分类	39
第二章 甘蔗开花	63
第一节 甘蔗开花习性	63
第二节 影响甘蔗开花的因素	66
第三节 调节甘蔗花期的方法	86
第四节 花粉贮藏与开花特性	89
第五节 讨论	96
第三章 甘蔗育种的遗传学基础	98
第一节 甘蔗细胞的染色体数	98
第二节 甘蔗遗传	110
第三节 甘蔗属间杂交遗传	116
第四节 甘蔗种间杂交遗传	118
第五节 甘蔗品种间杂交遗传	126
第六节 抗性育种遗传	136
第七节 甘蔗自交、内交育种遗传	151
第八节 细胞质遗传及其利用	154
第九节 讨论	159
第四章 甘蔗育种方法	162
第一节 育种目标	162
第二节 甘蔗有性杂交育种方法	167
第三节 引种与大田选种方法	193
第四节 诱变育种	198

第五节	组织离体培养育种.....	208
第六节	新技术在甘蔗育种上的应用.....	221
第七节	讨论.....	232
第五章	甘蔗育种程序	235
第一节	我国甘蔗育种程序.....	235
第二节	美国甘蔗育种程序.....	262
第三节	其他国家甘蔗育种程序.....	274
第四节	品种命名.....	280
第五节	讨论.....	287
第六章	甘蔗品种及其系谱.....	290
第一节	国内甘蔗品种及其系谱.....	290
第二节	国外甘蔗品种及其系谱.....	343

概 论

◆◆◆◆◆◆◆◆◆◆

甘蔗生长于热带、亚热带，是一种高光效的 C_4 植物。它的光饱和和点高，二氧化碳补偿点低，光呼吸率低，光合强度大。因此，甘蔗产量高，收益大。一般12个月生长的春植蔗亩产4—5t，16个月生长的秋植蔗亩产6—7t，夏威夷24个月生长的2年生蔗亩产14—16t，高的达24t。

种植甘蔗除了制糖直接为人民生活所需外，还为轻工业提供原料，为能源工业提供酒精。发展甘蔗生产，投资少，收益大，见效快，对提高人民生活，促进农牧渔业的发展，乃至对整个国民经济发展都有利。

一、甘蔗的起源

甘蔗的起源有三种说法：一起源于印度，一起源于南太平洋，一起源于中国。

有人认为印度是甘蔗的原产地，有二三千年历史记载。据印度神话，在公元前1200年，隐士Visha Mitra替Rijah Trishauku皇子在暂时乐园中种出甘蔗，该乐园毁灭后，甘蔗始为世人所取用。公元前800年，在印度教经典中即有“我用蔗冠戴你头上，因此你将不致违背我”。此种传说亦可作甘蔗原产于印度的旁证。由印度的孟加拉（Bengla）南端经阿萨姆（Assam）至锡金（Sikkim）一带，割手密遍地都是，是世界的野生甘蔗中心。

拔兰地（E. W. Brandes）认为，热带种（*S. officinarum*）起源于新几利亚（New Guinea）一带，从南太平洋群岛的美拉尼

西亚 (Melanesia) 为栽培蔗起源的原始中心, 向外传播分三条路线: 第一条路线经苏罗门群岛经新赫布里底斯群岛 (New Hebrides) 至新加里顿里亚 (New Caledonia)。第二条路线向西北至亚洲大陆传播, 经菲律宾、婆罗洲、爪哇、马来西亚及缅甸而至印度。第三条路线向东传播至波利尼西亚的岛屿, 经斐济、东加群岛、塔希提岛、马克萨斯群岛至夏威夷。

在中国, 早在公元前 4 世纪 (战国时代) 屈原的《招魂记》中已有“膾炙炮羔, 有柘浆些。”柘浆即蔗汁的浓缩制品, 可直接食用, 亦可用于烹调。晋朝葛洪的《西京杂记》提到汉高帝时 (公元前 3 世纪初前后) 南粤出产石蜜。公元 1 世纪 (汉朝) 杨孚的《异物志》提到“甘蔗……生取汁……煎而爆之, 既凝, 如冰……时人谓之石蜜”。可见在公元前 4 世纪至 1 世纪后期华南地区对甘蔗加工已有一定的水平, 能够粗制成石蜜。

到了公元 5 世纪 (南北朝), 陶弘景的《名医别录》提到“蔗出江南为胜, 庐陵亦有好者。广州一种数年生, 皆大如竹, 长丈余, 取汁为砂糖, 甚益人。”又有“获蔗节疏而细, 亦可瞰也”。

在唐朝时大量糖通过海上和陆上运往波斯、买可、日本。当时糖在国际贸易中是一项重要商品。马可·波罗 1275 年来中国访问时, 在他的《游记》中写道:“我们来到乌里 (今福建龙溪), 大量的糖在这里制造, 皇宫里可汗 (元朝皇帝) 所消费的糖主要来自这个城市”。从明朝起, 甘蔗和糖的资料更为丰富, 一直流传到今日。

从以上的文献资料来看, 可以认为, 中国是甘蔗原产地之一, 可能我国公元前 4 世纪以前就开始栽培甘蔗。有些研究认为, 甘蔗起源于印度和新几内亚。这些问题都需要进一步研究论证。

二、甘蔗品种对发展蔗糖生产的意义

要获得甘蔗单位面积的最高产糖量和最高的经济效益, 不仅单位面积的甘蔗产量要高, 相应蔗糖分也要高。要达到这个目的, 品种是关键。假如一个品种的含糖分只有 12%, 无论采取何种栽培措

施和制糖方法，都不可能得到高于12%的蔗糖分，况且在制糖过程中的蔗渣、滤泥与糖蜜会带走部分糖分，所以一般只能得到低于12%的蔗糖分。有时人们为了追求高产，不适当的加水加肥，不仅不能增产，反会引起倒伏而减产。因此，要想获得更高单位面积的产糖量，必须通过选育高糖、高产新品种代替旧品种来解决。

此外，要提高糖厂的经济效益，最好是延长糖厂的榨季，而且越长越好。糖厂的榨季越长，设备利用率越高，经济效益也就越大。如夏威夷糖厂，除维修外，一般一个榨季长达300天。而榨季的长短又受品种的制约。一个品种只有一个成熟期，只有到了成熟期的甘蔗蔗糖分才能达到最高峰，未到或过了成熟期，蔗糖分均较低。因此，为了延长榨季，并且要获得最高的蔗糖分，在甘蔗生产上应极力避免品种的单一化及单熟化。

所谓单一化，就是指一个地区（蔗区）只种一个品种。例如有些蔗区种植台湾134的面积高达90%以上，这是极度的单一化。台湾134虽然是一个良种，但属晚熟种，不能为糖厂早期开榨提供成熟的原料蔗。长期品种单一化，还会促使品种基因型趋于均一化，容易受病害袭击。所谓单熟化，是指种几个同一熟期的品种，如台湾134、Co419、广东7等，都是晚熟品种，不能为糖厂提早开榨提供成熟的原料。可见，要延长糖厂的榨季，充分利用糖厂的设备，必须有早、中、晚熟期高糖、高产品种的合理搭配。根据我国蔗区的气候及农事季节，提早开榨的经济效益比延迟停榨为好。早榨可以避免霜害，延迟停榨则会影响春耕生产。所以目前最迫切需要的是早熟、高广、高糖品种。

病害是威胁甘蔗生产最大的自然灾害，只能防，很难治。在防的方法中最有效最经济的途径是选育新的抗病品种，这已为世界甘蔗发展史所证实。例如，1885—1895年爪哇发生萎缩病，热带种的黑车利本生成草丛，损失惨重，使整个爪哇糖业濒临崩溃。后经过高贵化育种，育成POJ2878系列免疫品种进行更新，才挽救了危机。

1860—1870年巴西发生胶滴病，1890—1900年西印度发生蔗皮枯萎病，1916—1922年阿根廷发生嵌纹病，1922—1927年波多黎各发生嵌纹病，1900—1920年夏威夷发生赤腐病，1924—1927年美国路易斯安那州发生根腐病、嵌纹病与赤腐病，都使当地在生产上所有的热带种原种受到袭击，全部被淘汰掉，为新杂交育成的抗病新品种所代替。

此外，病原菌还有不同的生理小种。如夏威夷的黑穗病有A与B两个生理小种。H50-7200感染B生理小种，而抗A生理小种。台湾的黑穗病有1与2两个生理小种，N:Co310感染1生理小种，而抗2生理小种。嵌纹病也有A、B、H、I四个生理小种，给甘蔗选育种增加了困难。还有其他自然灾害如风、虫、盐、涝等。因此，最经济的防治方法还是选用抗逆性强的品种。

甘蔗品种的性状并不是一成不变的，它既受遗传性约束，又受环境条件影响，往往导致品种的退化。选出一些新的优良品种，并不等于一劳永逸，因而要求不断地选育出新品种，不断地适时更新换代。美国大约每10年换种一次，使品种一代比一代好，产糖量不断地提高。所以世界产蔗国家都建立甘蔗研究机构，把育种作为首要任务。

三、甘蔗育种的历史与现状

1887年苏德勿达劳(Soltwedel)在爪哇试验场以及同年哈利臣(J. B. Harrison)与包维尔(J. R. Bovell)在西印度巴巴多斯植物园看到甘蔗产生种子，可以萌芽成为幼苗，这一发现揭开了甘蔗有性杂交育种史的序幕。此后，各产蔗糖国家无不以有性杂交杂种为改良甘蔗品种的主要方法，尤其以种间杂交更为重要，并创造很多优良品种，为发展世界甘蔗育种事业奠定了基础。

爪哇最早以热带种与割手密种杂交，通过3次高贵的育成一系列大茎、高糖、高产、抗萎缩病的优良品种，其中以POJ2878为最好，世界最著名品种，堪称世界第一号蔗王。其次是印度以热带种、

割手密种、印度种 3 个“种”杂交，育成Co213、Co281、Co290等品种，尤其是在印度杂交、在南非那塔尔培育成的NCo310 更为优异，被称为世界第二号蔗王。夏威夷以热带种、割手密种、印度种、大茎野生种、中国种 5 个种杂交，育成H32-8560（3 个种杂种）、H37-1933（4 个种杂种）、H49-5（5 个种杂种），这些杂交种茎秆坚硬，倒而不断，生长期长达24个月不衰退，适应夏威夷的特殊环境条件。

一百多年来，世界各国育成很多优良甘蔗品种，而且这些品种的产糖量似乎到了一定的限度，想要进一步获得更高产糖量的品种，看来是有困难。目前，各国育成的品种只能替换因病害或其他原因使生产力降低而呈退化的品种，亦即说靠品种更新来维持目前的生产水平，很难使品种的产糖量有新的突破。

我国大陆自1952年开展甘蔗有性杂交工作以来，也育成了很多优良甘蔗品种，如广东 7、粤糖63/237、粤糖 64/395、广西 1、广西 3、广西11、江西1、江西8、四川 3、四川10、闽糖70/611等，在生产上起了很大的作用。可是台湾134自 1953 年起直到今天仍然是广东、广西、云南、福建、贵州 5 省（区）的当家品种，1985年播种面积占全国种蔗总面积的 50%以上。全国甘蔗平均亩产仅 3.24t，达不到世界平均水平的3.74t。这与台湾 134 的栽培面积过大及时间过长有关。

甘蔗多采用无性繁殖法，一个品种内的每株蔗茎都是相同的基因型，除非偶然发生突变，否则非常一致。尤其有些蔗区，少数主要品种栽培面积过大，例如台湾 134 在华南蔗区大面积栽培，这是人为地造成甘蔗品种基因型趋于均一化的现象。世界各国育成的甘蔗品种绝大部分的祖先都是热带种、割手密种、印度种 3 个种的原种，小部分是热带种、割手密、印度种、大茎野生种、中国种 5 个种的原种，有些甚至是近亲繁殖的，所以育成的品种基本上是同质遗传型组成品种的再组合，产生杂种染色体数的范围为100—120， F_1 的

染色体数亦在这个范围内。除非能将理想基因与非理想基因的连锁遗传打破，才可能获得比亲本更优越更高产高糖的品种，否则徒劳。目前，大多数甘蔗品种间的血缘很相近，遗传基础非常狭窄，要不是甘蔗属于多倍体，生活力衰退可能更为严重。正因为这个缘故，甘蔗品种容易受病虫害袭击，在生产上表现退化，这是甘蔗品种遗传上的弱点，也是甘蔗育种难以有新突破的原因，因此，有必要对甘蔗种质资源的搜集、研究和利用，以及甘蔗的遗传性、杂交组合的选配、育种方法和品种系谱等进行深入研究，创造有突破性的优良品种。

第一章 甘蔗分类



第一节 甘蔗的形态与结构

甘蔗是热带多年生而高大的禾本科植物。生产上用蔗芽无性繁殖。芽萌动后，长出的蔗茎称为主茎，由主茎长出的蔗茎称为一级分蘖茎，由一级分蘖茎长出的蔗茎称二级分蘖茎，余类推（图1—1）。蔗茎上具有节与节间，节上有环带状的根点。根是须根。

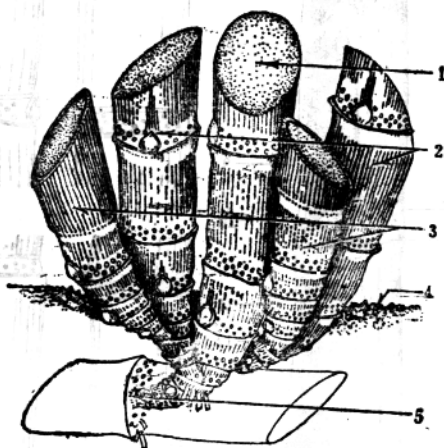


图1—1 甘蔗地下部分长出主茎与分蘖茎的次序
(J.P.Martin)

每节着生一叶，叶 1.主茎 2.一级分蘖茎 3.二级分蘖茎 4.地面 5.种苗
互生。叶鞘包裹蔗茎，节上有芽，芽亦互生。颖果。

一、甘蔗茎的形态与结构

蔗茎的作用有三：一，支持甘蔗直立，是输导水分及蔗糖分的器官；二，它的薄壁细胞为贮藏蔗糖分的场所；三，茎的梢部含蔗

糖少，而转化糖多，可作繁殖用的梢头苗。蔗茎的构造见图1—2。

(一) 茎的形态 茎由节间、节及芽三部分组成。

1. 节间 节间指从生长带起至叶痕之间的蔗茎部分。

(1) 节间形状 (图1—3)

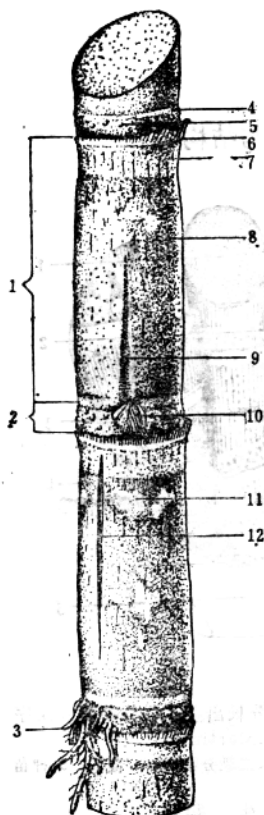


图1—2 蔗茎的构造

(E. Artschwager)

1. 节间 2. 节 3. 气根 4. 生长带 5. 根点 6. 叶痕 7. 蜡粉带 8. 栓裂 9. 芽沟 10. 芽 11. 栓斑 12. 生长裂缝

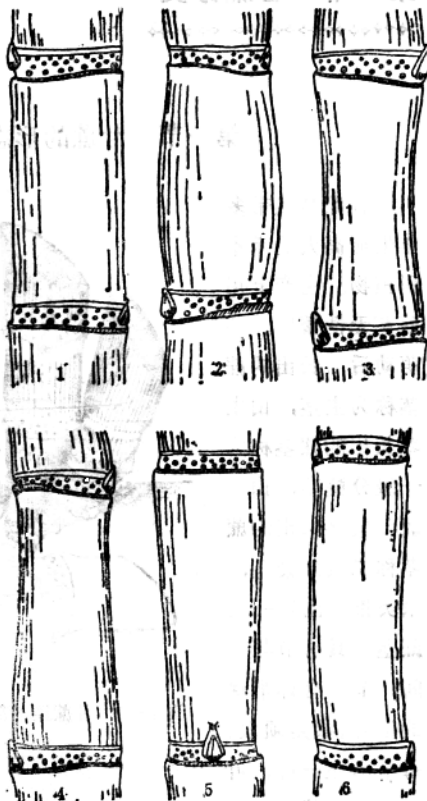


图1—3 节间的形状

(E. Artschwager)

1. 圆筒形 2. 腰鼓形 3. 细瓶形 4. 圆锥形 5. 倒圆锥形 6. 弯曲形

①圓筒形 节间上下部分大小相等。甘蔗大多数属于此形状。如POJ2878、台湾146、台湾171等。

②腰鼓形 节间中部膨大，两端渐次缩小，象腰鼓状。如广东7、台湾134、Co290。

③细腰形或哑铃形 节间中部细小，两端渐次膨大。如竹蔗、芦蔗、大茎野生种。

④圓锥形 节间下部大，上部小，如广西9。

⑤倒圓锥形 节间上部大，下部小。如台湾136、果蔗。

⑥弯曲形 芽的一面突出，另一面凹入，此形状少有。如CP28-11、台湾117。

蔗茎基部的节间较短细，往上逐渐粗长。节间的长短、大小和多少，因品种和栽培环境条件不同，变化较大。一般节间数目10—30个左右，节间长度5—22cm之间。节间大小一般分为三类：蔗茎中部节间直径达3cm以上的为大茎种，2.5—3.0cm的为中茎种，2.5cm以下的为小茎种。

(2) 节间颜色 蔗茎颜色主要有紫红或黄绿两种，也有粉红、紫红和深紫等色。一般茎色由花青素和叶绿素两种基本色素的多寡而决定。如两种色素多时呈紫色，反之呈黄色。花青素多于叶绿素时呈红色，反之呈绿色。同一蔗茎因暴露日光的程度和时间的长短不同，颜色也有明显的差异。剥叶前被叶鞘包着的节间一般为绿色，剥叶后暴露于日光的节间则变为紫色、暴露的时间越长则紫色越深。

(3) 蜡粉 蜡粉为蔗茎节间表皮细胞分泌的物质，具有保护作用。蜡粉初呈白色，当节间暴露于空气中，经霉菌或藻类滋生后，渐变为污黑色，不易脱落。蜡粉的多少和厚度因品种不同而异。一般在节间上端接近叶痕处，蜡粉较为浓厚。

(4) 裂缝 在节间深入组织内部与节间平行的裂痕称为生长裂缝或称水裂。裂缝深的可达蔗茎中心，长度常有贯串节间全长而

达根带。生长裂缝与品种及环境条件有关。在水肥良好的条件下，甘蔗生长旺盛时，如遇干燥而有风的天气，蒸腾强度增大，有些品种如 Co290 在节间上发生裂缝。裂缝会使蔗茎水分因蒸腾过高而影响生长，且容易引起病虫害如螟虫、赤腐病等入侵。

当蔗茎表皮细胞组织干枯老化后，形成一种分布不规则纵向小裂缝的木栓条纹，则称为栓裂，如 POJ3016 节间上就有明显的栓裂，属品种的生态特性，对甘蔗生长没有影响。栓裂有时合并成为褐色的栓斑。

(5) 芽沟 位于蔗芽的正上方凹入的纵沟称为芽沟。芽沟基部最深，向上渐浅。芽沟的长短、深浅、有无和隐显程度因品种不同而异。

(6) 蜡粉带 在叶痕下有白色的一环，称为蜡粉带，其宽度和明显程度因品种不同而异。

2. 节 自叶痕起至生长带止的蔗茎部分称为节。以根带为主体，包括生长带、根带、根点、叶痕等器官。

(1) 生长带 位于根带之上、节间之下，是一条狭窄的环带，通常没有蜡粉覆盖。一般淡黄色、绿色或淡绿色，幼嫩节的生长带一般与节平行，老节的生长带则向外隆起。节间的伸长，是由于生长带的分生组织细胞不断地分裂和细胞增大的结果。倒伏蔗茎的生长带分生组织细胞分裂向地面上伸长加宽，使蔗茎弯曲向上生长。生长带的分生组织较为脆弱，易受风折或机械损伤。

(2) 根带 位于生长带与叶痕之间，通常在芽的一面的根带较宽，另一面较窄。根带一般为圆筒形、圆锥形或倒圆锥形。根点分布在根带里，有一行至数行，随品种而异。它的排列可能成行，也可能不规则，最大的根点分布在根带的基部，最小则在根带的顶端。每一根点的中心部分颜色较深，周围颜色较浅。根点一般呈休眠状态，如温度与湿度适宜，则可萌动成气根。

(3) 叶痕 当叶枯老脱落后，叶鞘在茎上的残留痕迹称为叶