

第十一届全国甘蔗科研协作会
论文及协作资料汇编

1986

编 者 的 话

全国甘蔗科研协作会是全国性的，以甘蔗科研协作为主，并结合科研协作开展技术交流活动的科研团体群众组织。它已组织了十一届的协作交流活动，在团结我国广大甘蔗科技工作者、开展技术协作、学术讨论、信息交流、推广成果，促进我国甘蔗糖业生产和科研事业的发展作出了贡献。

第十一届全国甘蔗科研协作会议1986年9月23日至28日在南宁召开。有南方九省（区）23个甘蔗科研单位的代表共43人出席了会议，会议除了商讨有关科研协作事宜和修改通过了新的协作会章程外，还进行学术交流。

为使本届会议的论文和协作资料更好地提供各有关单位和广大甘蔗科技工作者参考利用，特汇编成册。由于时间匆忙和水平有限，错误和缺点难免，竭诚希望同志们批评指正。

本汇编的编辑审稿和出版工作得到轻工业部甘蔗糖业科学研究所邓重焘、任大方、黄启尧、梁广焜等同志业务上的协助，仅表谢意。

目 录

国外考察

美国夏威夷甘蔗选育种近况	彭绍光 (1)
美国大陆的甘蔗选育种方法和技术	曾东火 (8)
澳大利亚甘蔗选育种科研工作考察报告	苏德智 (18)
毛里求斯甘蔗生产和抗病品种的研究考察报告 (摘要)	任大方 (25)

甘蔗育种技术

甘蔗选育种工作的战略、战术问题	王鉴明 (29)
甘蔗种质资源在育种中的作用	黄启尧 (32)
甘蔗选育种的亲本利用问题	曾东火 (39)
试论主体亲本在甘蔗育种中的重要作用	陈能武 (42)
甘蔗不同杂交类型的研究和后代的模拟选择	陈能武 (47)
云南省甘蔗野生资源植物开发利用前景的探讨	何顺长 (55)
云南割手密 (<i>Saccharum Spontanoum</i> L.) 的研究	

I 抽穗期与海拔高度的关系.....何顺长 杨世清 邱崇力 (61)

云南割手密 (*Saccharum Spontanoum* L.) 的研究

II 酯酶同工酶的研究*.....邱崇力 何顺长 杨世清 (63)

关于甘蔗野生种质资源 (蔗属近缘植物) 研究的意见
.....国家重点科研项目75-02-08(1)协作会 (66)

甘蔗有性杂交育种的实践与体会.....江西第一制糖厂甘蔗试验场 (69)

甘蔗有性杂交育种工作的体会.....湖南国营屈原农场糖料所 (71)

论桂北蔗区推广应用早熟高糖良种的作用.....梁元江 (73)

对湘北蔗区甘蔗生产品种“七五”规划的几点意见
.....湖南国营屈原农场糖料所 (78)

谈谈德宏州甘蔗早熟高糖丰产新品种选育的看法
.....云南省德宏州甘蔗研究所品种室 (80)

浙江瑞安甘蔗品种的引进和推广.....陈银林 (83)

浅谈湘蔗一号在我场甘蔗生产中的影响.....余松泉 (85)

栽培

甘蔗终止施N期试验总结*.....陈瑞邦、张必雍、陈业贞、张述宽、黄承伟	(87)
甘蔗地膜覆盖栽培的试验研究和应用.....湖南省国营屈原农场糖料所	(92)

情报分析

台湾的甘蔗育种	邓重焘 (95)
印度甘蔗育种	洪 红 (103)
国内外甘蔗糖业发展近况简析	梁广焜 (107)
从系统工程的角度剖析四川甘蔗生产	张子建 (112)

附录

第十一届全国甘蔗科研协作会会议纪要	(118)
全国甘蔗科研协作会章程	(120)
“七五”国家重点科技攻关项目75-02-08-1 —— 甘蔗早熟高糖丰产新品种选育专题管理办法	(123)
“七五”国家重点科技项目75-02-08-1 —— “甘蔗早熟高糖丰产新品种选育”攻关目标内容及主要技术 经济指标的说明	(124)
第十一届全国甘蔗科研协作会交换试种甘蔗新品种表	(127)

美国夏威夷甘蔗选育种的近况

彭绍光

(广西甘蔗研究所)

一、夏威夷蔗农协会糖业试验所概况

夏威夷群岛位于北纬 $18\sim 21^\circ$ ，西经 $155\sim 160^\circ$ 。1894年，夏威夷由57个糖厂联合成立夏威夷蔗农协会（简称H.S.P.A），后在北纬 21° 的檀香山市郊亚埃母（Aiea）建立糖业试验所。该所组织庞大，设有作物科学、遗传病理、制糖、昆虫、训练、工程与环境等研究室，遗传病理室附设马那威利甘蔗育种场（Maunawili Breeding Station），并分别在夏威夷岛、考爱岛、毛伊岛与瓦胡岛各设一分场。全所技术人员200多人。先后由来恩（Dr. H. L. Lyon）、孟格斯多夫（Dr. A. J. Mangelsdorf）、华若（Dr. J. J. H. Warner）、汉滋（Dr. D. J. Heinz）主持。甘蔗的育种目标是：

- 1、冬季甘蔗生长速度不减低；
- 2、甘蔗的第一年长成的蔗茎在第二年甚至第三年能继续生长，因为夏威夷甘蔗一般生长到24个月才收获；
- 3、不抽穗；
- 4、即使倒伏也不易折断；
- 5、中茎；
- 6、生势强、早封行、公顷吨糖量（TSH）高；
- 7、抗黑穗病等。

该所所属的马那威利甘蔗育种场的小气候条件很适宜甘蔗开花，该场位于瓦胡岛迎风面，北纬 21° ，海拔150米，前面临海，其余三面环山，云层低，湿度大，温差小，晚间温度高，6~9月间日照时数在12~12.5小时之间。无论光、温、湿均十分适宜甘蔗花芽分化、抽穗、花粉发育及种子结实。

该场每个榨季都杂交数千个组合，其中1980~81年4002个，1981~82年3548个，1982~83年1528个。甘蔗开花多，花期长。为了使优良亲本之间花期相遇，该场采用加光方法，使早花品种延迟开花，迟花品种提早开花。加光设备安装4排电灯，排间距离6米，同排灯间距离9米，灯距地面2米，易开花品种离灯远些，迟开花品种离灯近些，从而使各种不同开花期的品种可以同时开花，进行杂交。

夏威夷由于气候条件适宜甘蔗开花，不需要光周期室和温室设备。该所只有杂交棚一座。杂交棚周围空旷，高4米多，顶部覆盖纤维玻璃，防止因淋雨而损害花穗。棚内设有帆布制成的杂交房，房方形，长宽各72厘米，高3米，为双亲本杂交之用。杂交棚还安置有溶炉法杂交架，供溶炉法杂交使用。架内分为560个小方格，小方格长宽为 20×20 厘米，将参加溶炉法的父亲本花穗随机播在每个小方格里，让其自然杂交。

二、亲本组合选配方法

(一) 不断地增加新的遗传种质, 创造新的基础杂交组合

目前世界上绝大多数的甘蔗商业品种都是三个种的后代。它们的原始祖先属热带种 (*S.offidnarum* L) 的原始品种仅有十多个, 其中主要的如 Black cheribon, Laha-ina, Striped Mauritius, Vellai, Bandjarmasin Hitam, Fidjr, Loether, 与 Kalu-dai Boothan等; 属割手密种 (*S-spontaneum* L) 的原始品种仅有二个, 即 $2n = 116$ 的爪哇 Glagah 与 $2n = 64$ 的印度割手密; 属印度种 (*S.barberi*, J) 的原始品种只有春尼 (Chunnee) 一个。可见目前在甘蔗生产上使用的商业品种的遗传种质比较狭窄, 他们基本上是从相同的原始遗传种质组成的品种的再组合。如果要从这些品种中, 想获得新的理想品种, 除非将它们的染色体上的理想的遗传基因与不理想的遗传基因的连锁群打破, 使父本的理想的基因与母本的理想的基因重新组合。看来现有的商业品种的蔗糖分与生产性能已到了一定限度。目前一般育成的新品种只能代替原有的因病或其他原因使生产力降低的品种, 达到品种更新的目的, 以维持目前的生产水平, 而不可能使品种生产力显著地再进一步提高。若要有新的突破, 必须不断增加新的遗传种质, 利用那些尚未被利用过的新原始资源, 扩大原来狭窄的遗传种质, 创造新的基础杂交组合, 才有可能获得新的理想的遗传基因, 选育出高产、高糖、抗病、宿根性强的新品种。

夏威夷甘蔗选育种就是原来 POJ2878 具二个种血缘的基础上, 增加了印度血缘, 育成具有三个种种质的杂交种 “H32—8560” 等 (见图 1)。然后在 “H32—8560” 的基础上, 又增加了大茎野生种血缘, 育成具四个种种质的杂种 “H37—1933” 等。在 “H37—1933” 的基础上, 再增加中国种血缘, 育成具五个种种质的杂种 “H49—5”。这样不断增加种的血缘, 育成杂种一代比一代好。目前, 甘蔗属中各种原始品种被利用的还很少, 没有被利用的还很多, 这是甘蔗育种资源的潜力所在。

(二) 轮回选择法

夏威夷的轮回选择法 (Recurrent Selection) 是用以增加有用基因的频度, 同时还利用不同基因型之间的相互交配来维持这些有用的基因。在选配亲本时, 一是选择当地优良品种作为改良的对象。二是选择别的可以弥补当地优良品种缺点的亲本。每一轮回是否得到改进, 要看亲本是否恰当, 试验计划是否正确, 性状测定和分析是否准确, 均需考虑。试以锤度选择为例, 予以说明。从图 2 看, 当地优良品种 A 平均锤度为 13%, 极高锤度 16%, 目的想通过轮回选择提高品种 A 的锤度, 第一轮回以当地品种 A 为亲本, 与另一高锤度的品种 B 杂交, 其后代平均锤度为 15%, 极高锤度 18%, 从中选出高锤度材料 C。第二轮回以 C 为亲本, 与另一高锤度的品种 D 杂交, 其后代平均锤度为 18%, 极高锤度 22%, 从中选出高锤度材料 E。这样通过两次轮回选择, 当地品种 A 的锤度得到提高, 子代 “C” 比它提高 2%, 孙代 E 提高 6%。

图 3 指出, 夏威夷从 1920 至 1990 年, 由于采用轮回选择, 使每 10 年的品种的亩吨糖量 (T.A.S) 不断提高。

三、夏威夷热带甘蔗的杂交技术

夏威夷甘蔗的杂交理论, 以材料多取胜。甘蔗染色体是双二倍体 (Amphidiploid), 其

杂交后代变异很大，育苗越多。增加基因重新组合的机会越多，获得优良性状的机率也就越多。他们每年培育的实生苗都在一百万株以上。为了解决劳力缺乏，工资昂贵的困难，夏威夷创造了亚硫酸法 (Sulphurous acid Solution)；溶炉法 (Melting Pot) 及丛植法 (Bunch Planting) 等三种甘蔗育种特殊技术。

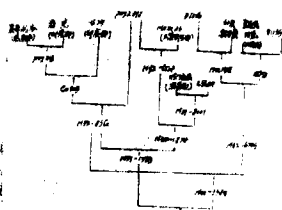


图 1 夏威夷甘蔗选育种世代前进谱系图

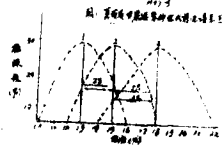


图 2 轮回杂交选配法
1: 当地优良品种,
2: A × B 组合,
3: C × D 组合

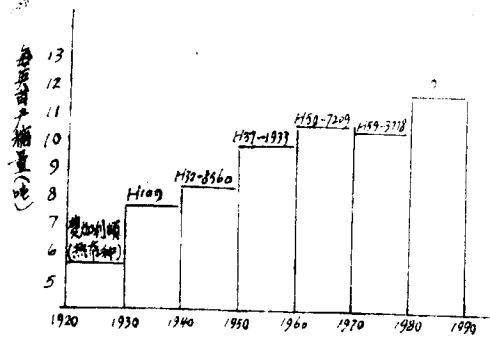


图 3 夏威夷6个主要甘蔗品种每10年的亩吨糖量变化图

(一) 亚硫酸法

一般用水培法培养亲本花穗，把母本自生根种在地里，把父本花穗养在水里，绑在母本旁边，隔天更换父本花穗。这种方法费工，费钱，又费花穗，很不经济。1924年夏威夷首先采用亚硫酸养穗法，把父母本花穗培养在150ppm亚硫酸和85ppm磷酸混合液中。花穗发育正常，且能获得正常成熟种子，这种方法便于集中管理，可节省大量人力，不浪费花穗，杂交效果好。

(二) 溶炉法

溶炉法是美国孟格斯多夫氏 (Dr. A. J. Mangelsdorf) 所创造。目的是加速测定父母本交配的亲和力，减少个别测定，缩短测交时间。这是目前夏威夷主要采用的杂交方法，1980~81年采用溶炉法的组合占全年总组合数的91.9%。

(1) 多父多母混交法。这是从多亲杂交法 (Polycross) 演变而来的。优点是，利用极少人力，在短期内获得大量具有广泛遗传种质的杂交种子。这对于不易开花的优良亲本更有意义。这种方法是选一些花粉不育的品种为母本，以花粉发育正常的优良品种为父本，把它们随机放在一起，让其自由混合杂交，由于花穗需要5~10天才能开完，因此，花穗的位置必须经常随机变换。每个品种需要两个以上的花穗，父母本的种子同时收获，因而其后代只知其母本，不知其父本。

(2) 一父多母杂交法 (Area Cross)

选一个花粉发育特别优良的品种为父本，与几个花粉完全不发育的品种为母本，进行自由杂交。开花结束后将父本花穗除去，只收母本花穗的种子，其后代的父母本均能知道。

夏威夷采用双亲杂交法较少，占全年总组合数不到10%。该法目的使外来品种或野生种与夏威夷品种杂交，丰富夏威夷品种的遗传种质，形成夏威夷化（Hawaiianization）！

（三）丛植法

夏威夷的育种工作者认为，实生苗数量越多，选择优良品种的机会就越多。因此，夏威夷使用亚硫酸技术及溶炉法，培育大量实生苗。目前年育苗约7000箱，约100~200万株。为使每株实生苗都有表现的机会，夏威夷采用丛植法种植。开始时规定每丛定植5~10株实生苗，近年来实生苗数量增加。由于土地少，人力不足，每丛苗逐渐增加到15~30株。他们使用相当数量的实生苗丛植于一穴，目的是利用其相互间的自然竞争，使生长势弱的实生苗自然淘汰，竞争优胜者入选。这样就可以在有限的土地和人力及经济条件下，仍能定植大量实生苗，以供选择。

四、甘蔗选育种程序

夏威夷的甘蔗选育种程序有三大特点：一是采用丛植法，二是每年培育实生苗数量多，三是第二年（FT 2 阶段）在瓦胡岛连续进行黑穗病筛选试验。兹将其程序列如表 1。

夏威夷的甘蔗具24个月以上的生长期，因此，它有特殊的选择标准：

1、茎径：根据夏威夷生长环境的需要，以中茎型为适宜。

2、生长势：第一年成茎在第二年还能继续维持旺盛生长势的甘蔗品种，夏威夷育种家称它具有传递的能力，这一特性为甘蔗品种选择时最优先考虑的标准之一。甘蔗的生长势主要看蔗茎梢部的生长势大小。如果12个月龄的蔗茎梢头部的生长势没有减退或停止的迹象，即可入选，否则淘汰。

3、抽穗：甘蔗抽穗多少是选择的重要标准，因为夏威夷的甘蔗收获龄平均24个月。如果一个品种第一年即抽穗，必然影响第二年的产量，即使它的侧芽可以成长，形成原料蔗，但易受风害，所以在第一年的甘蔗抽穗较多的品种，多不入选。

4、蔗茎韧性：夏威夷甘蔗生长期长，蔗茎高大，原料蔗大多倒伏，如果甘蔗组织脆软，倒伏蔗茎的基部甚至全茎均可能撕裂，形成枯茎，影响产量，对蔗汁品质也有不良的影响。因此，选择有韧性的蔗茎，即蔗茎虽倒，也不撕裂或折断。这是夏威夷选择甘蔗品种的重要标准。

5、蔗茎硬度：蔗茎组织不应太硬或太软。太硬的蔗茎，纤维份必高，产糖率必低。如果蔗茎太软，易受虫害与鼠害，所以蔗茎硬度要求适中。

6、耐旱性：夏威夷有些蔗区虽有灌溉，但水量仍感不足，尤其在7~8月期间。如果一个品种不耐旱，或受旱后，不易恢复生机，则不入选，因为这样品种很难成为商业品种。

7、抗病性：夏威夷的甘蔗有白条病、根腐病、嵌纹病、叶枯病、眼点病、褐点病、赤腐病及黑穗病等。其中以黑穗病危害最严重。因此，在选择的第二阶段（FT 2）就集中在瓦胡岛分场进行黑穗病筛选试验，程序如图 4。甘蔗接种后，反应等级分为 9 级，1 级表示最抗病，9 级表示最感病，6 级以上的品种则淘汰，5 级以下的品种继续试验。

8、蔗糖分：夏威夷育种工作者在初级阶段根据锤度决定材料的取舍，自第四阶段 FT 5 起，分析蔗糖分，结合产量计算公顷吨糖量（TSH）。他们对测定锤度的取样很为重视，每试验小区至少取样20条蔗茎，以其平均值代表之。

表 1

夏威夷糖业研究所甘蔗选育种程序表

阶 段	小区面积、重复次数、选率	选 择 标 准	
第一阶段 (FT 1)	丛植 ↓ 10%	生势、茎径、无水裂、无撕裂、无空心、无自然发生病害。	
第二阶段 (FT 2 FT 3)	1.5 × 1 米 单区 ↓ 12.5%	分蘖力、茎径、蔗汁量、坚韧、扎根、硬、不开花、不出侧芽、无空心、无撕裂、无水裂、接受黑穗病等级筛选及自然发生病害试验。	目 测
第三阶段 (FT 4)	1.5 × 5 米 单区 ↓ 25%	与第二阶段同	
第四阶段 (FT 5)	9 × 7.5 米 单区 ↓ 30%	分蘖力、接受除莠剂敏感性、黑穗病等级筛选及自然发生病害。 TSH (新植蔗用扩大区组设计, 分析蔗糖分) 宿根力试验。	
第五阶段 (FT 6) (FT 7)	FT 6: 3 × 7.5 米 FT 7: 12 × 12 米 ↓	FT 6: 繁殖种苗 FT 7: TSH (只限新植蔗) 接受白叶病与眼点病等级筛选, 农场种植。	测 产
第六阶段 (FT 6) (FT 7)	FT 6: 3 × 7.5 米 FT 7: 12 × 12 米 单区 ↓	FT 6: 繁殖种苗 FT 7: TSH (只限新植蔗) 在不同地点与年份、产量稳定性, 黑穗病自然感染及抗旱试验, 农场种植。	扩 大
第七阶段 (FT 5) (FT 7)	FT 5: 9 × 7.5 米 FT 7: 12 × 12 米 3—6 次重复 (交替标准种)	TSH 在不同地点和年份与当地商业品种 (对照) 对比试验农场种植。	繁 殖
大田繁殖 商业种植	1~4 公顷 80 公顷或以上 FT = 田间试验 TSH: 每公顷 公 吨 产糖量	农场种植	

来源 (H.S.P.A.K.K.Wu)

五、细胞质基因与品种抗病性的关系

美国在1969年以前,90%以上的杂交玉米品种带有Texas(T)雄性不育细胞质,可以免去玉米杂交制种中繁重的除雄工作。但是,由于长期使用单一的细胞质,一些病害有充裕时间产生新的生理小种。如1968年发现玉米叶枯病一种新的生理小种(*Phy lloticta maydis*),1969年又出现另一个新的生理小种(*Helminthosporium maydis*)。这两个生理小种对带T细胞质的杂交品种为害很重,其中以后者为甚,被称为T小种。病害蔓延很快,仅1970年美国的玉米生产就损失10亿美元。后来通过置换细胞质的办法育成抗病品种,使病害得到控制。

玉米抗病育种的经验启发了甘蔗育种家。玉米如此,甘蔗是否也如此?甘蔗细胞质基因与品种抗病性有没有关系?他们从这点出发进行分析,目前世界上甘蔗商业品种均是以热带种(糖分来源的主要种质)为母本的杂种,这就完全是热带种细胞质的作用,而没有热带种以外的细胞质,结果导致品种细胞质长期单一化,使一些病原菌逐渐适应细胞质抗病基因,而有充裕时间产生新的生理小种,以致严重危害甘蔗。所以,很多甘蔗品种的抗病性经不起长时间的考验,往往很快被新的生理小种危害。据报道,当1971年夏威夷首先出现黑穗病时,有H50-7209与H59-3775两个品种是抗病的,但不到五年即出现一个新的生理小种,严重为害这二个品种,使其产量锐减,最后被迫淘汰。因此,夏威夷的孟格斯多夫氏(Dr.A.J. Mangelsdorf)提出甘蔗品种细胞质多样化理论。他指出,由于只有母本才能传递细胞质,所以选配亲本时,应选一些热带种以外的种为母本,热带种为父本,进行杂交,然后与热带种或其后代回交,这样可以实现核基因和细胞质基因的多样化,从而增强品种的抗病性,延长抗病周期。在这方面夏威夷已经有成功的例子,H62-4671和H53-263是以中国种(Kansar)为母本育成商业品种,其谱系如图5:

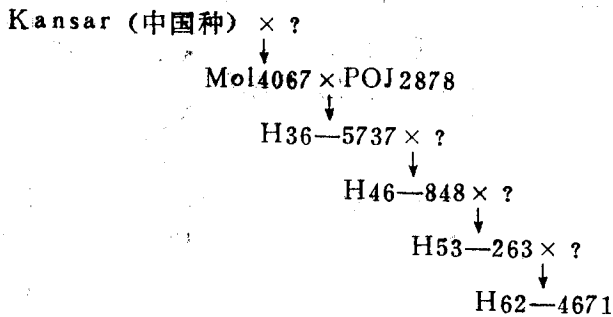


图5 H62-4671和H53-263的谱系

H53-263和H62-4671抗病力很强,已成为商业品种。H62-4671在夏威夷灌溉区推广,表现很好。夏威夷图氏(Dr.T.L.Tew)报道H70-144(图6)的细胞质是从南非纳塔尔中国种的uba而来的,在灌溉与非灌溉区推广很快。由此可见,以热带种以外的种为母本。除了增强抗病性之外,并不是不可能育成商业品种。据夏威夷的经验,认为以中国种为母本,需要与商业品种高贵化回交1或2次,而大茎野生种则需3或4次,割手密种4次以上,才可以育成商业品种,这就给甘蔗抗病育种开辟广阔道路。

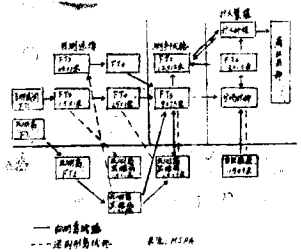


图4

夏威夷糖业研究所甘蔗选育种程序及黑穗病筛选试验

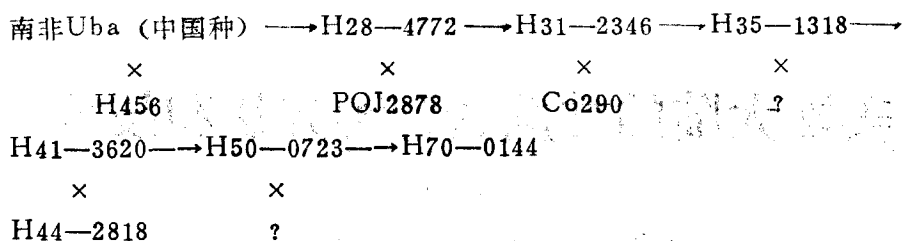


图6 H70-0144的谱系

六、计算机在选育种上的应用

电子计算机作为现代化技术的一种手段，在美国甘蔗科研与生产上发挥了很大的作用。夏威夷早已实现甘蔗选育种数据管理计算机化，并利用计算机进行甘蔗杂交组合选配及后代的选择。

数据管理计算机化的第一步是将育种程序每一阶段的常规数据编列成表。常规数据有如下几方面：

杂交：—

亲本性状：亲系、育种表现、产量性状、抗病虫性。

杂交结果：杂交号码、亲本、花穗数、带绒毛种子量（克）、每克种子出苗率。

种子贮存：杂交号码、亲本、带绒毛种子贮存量（克）、每克种子出苗率。

杂交后代表现：—

种植实生苗：杂交号码、亲本播种量（克）、移植实生苗数、定植实生苗数、选择评价，升入FT 5试验的无性系数、升入FT 7试验的无性系数、永久命名的无性系数。

无性系（品系）的表现：杂交号码、亲本，FT 5试验的评价、糖分及茎重，FT 7品系的评价、糖分及茎重。

已命名品种的表现：品种名称、每公顷产蔗量、每公顷产糖量、吨蔗产糖量、纤维份、抗病及抗虫性。

然后，将选育程序各阶段收集的常规数据输入计算机，计算机按程序将输入数据条理化，并贮存起来以备检索和评价。

此外，还利用计算机提供选择杂交亲本的参考数据。做法如下：

每年秋冬开始选择杂交亲本时，把初选的两个亲本的来源、性别、农艺价值等级和抗病、抗虫性等数据，输入计算机。在计算机内，建立起数据库。并利用计算程序对全部可能作为杂交组合中的每一性状，进行各种可能性配对比较。计算机还可求出每对亲本的等级平均值，然后根据每个亲本的各种性状等级表现，将不理想的亲本做标记，并对每个杂交组合的理想和不理想的等级数目作统计，打印出各种可能的杂交表现。计算机提供的上述信息，不仅能揭示出哪些杂交组合不宜采用，还能揭示尚未被我们考虑到的有潜力的组合。最后，根据计算机提供的信息，结合自己丰富的专业经验，确定选用哪些组合进行杂交。

电子计算机在甘蔗选育种工作上的应用，得以系统地、便捷地利用选种程序中所有历史资料、新近资料及数据，便于在整个选育工作过程中随时检索，综合评价将要推广的新育成的商业品种。能够广泛而高效地按照选种目标，选择杂交组合，把这项经验性较强的工作推向科学化。

至于利用电子计算机进行甘蔗糖分测定，美国就更普及了。

美国大陆的甘蔗选育种方法和技术

曾 东 火

(福建省农科院甘蔗研究所)

美国是世界上的主要产糖国之一。近年,年产甘蔗糖 270 多万吨,甜菜糖 300 万吨。产蔗糖的除夏威夷州和波多黎各外,集中在大陆南部的佛罗里达、路易斯安那和德克萨斯州。这三个州合计年产糖 160 多万吨。德州是新蔗区,年产糖不上 10 万吨。佛州产糖最多,达 100 万吨以上,尽管蔗区处于北纬 26 度以上,它集中在美国第二大淡水湖——奥基乔比湖南部沿岸。湖面积约 1900 平方公里,湖水调节、保护了蔗区的暖和气候。年降雨量 1500 毫米,甘蔗生长期 11 个月,似我国华南蔗区。而路易斯安那州蔗区处于北纬 29—31 度之间,属温带气候,冬季有霜冻,甘蔗生长期 8、9 个月,甘蔗榨季短,似我国华中蔗区。

基于佛州和路州两大蔗区的自然环境条件的不同,他们十分重视选用适宜于当地的甘蔗品种。六十年代以后,生产上应用的多是当地自育的品种。优良的新品种推广迅速,更新也频繁。

本文是作者在美国路易斯安那州立大学进修,参加甘蔗选育种试验研究,并到美国农部设在佛州运河点的甘蔗试验站及设在路州荷马的甘蔗试验站参观访问的心得体会。认为他们的甘蔗选育种的方法和技术,某些方面对我国的甘蔗选育种工作是有参考价值的。由于水平的限制,本文中不妥之处,望批评指正。

一、从事甘蔗选育种的科研单位

从事甘蔗选育种的,在佛州有美国农部甘蔗试验站(在运河点)、佛罗里达大学农业研究和教育中心、联邦糖业公司的甘蔗试验场;在路州有美国农部甘蔗试验站(在荷马)、路易斯安那州立大学农业试验站。

1、美国农部运河点甘蔗试验站(U.S. Sugarcane Field Station, Canal Point, Florida)。1920 年建立,处北纬 26.9 度,它紧靠在奥基乔比湖东南岸,有湖水保温及有肥沃的土壤。当时的主要任务是做甘蔗杂交工作,提供种子为路州的糖业选育新品种。1960 年后,由于美国停止向古巴进口糖,佛州的甘蔗迅速发展。因此,除了原有的杂交工作之外,还为佛州选育新品种及研究新蔗区的栽培技术。

这里,很多甘蔗品种在自然条件下能开花,供有性杂交。但气候不够稳定,若在杂交季节遇低温,严重影响了种子的结实。从六十年代起,美国农部在制糖工业的支持下,扩大并改善了试验研究条件。继在 1959 年建成一座大型的塑料杂交温室(长 62.2 米,宽 8 米,屋檐高 7.3 米)后,又建新光照期控制室、育苗温室、供病理研究的温室)、糖分化验室及实验楼,内有较先进的仪器设备。还有试验土地 1500 多亩。

初期的研究结果认为,在运河点的肥沃的腐植土选育的品种,不能适应路州蔗区的环境。因此,从 1940 年起,所杂交的种子交由荷马甘蔗试验站培育选择。五十年代中期,CP

品种占路州蔗区甘蔗面积的95%。六十年代又面向佛州后，CP品种由1970年占14%发展至1980年的70%。

目前，每年杂交的种子，可提供一百万实生苗。

这里还设有一个由国际甘蔗技师协会收集的世界甘蔗种质圃（现种植在迈阿密）。我国已开始由海南甘蔗育种场向其引进品种资源。由于我国从事甘蔗试验研究的单位较多，它希望一国由一单位引种，然后在国内互通需求。

2、美国农部荷马甘蔗试验站（U. S. Sugarcane Field Laboratory, Houma, Louisiana）。设在主蔗区的路州南部荷马。处北纬29.35度。除选育商业品种外，1964年起，美国农部扩大了甘蔗育种计划，由荷马试验站从事甘蔗远缘杂交的研究，目的是培育出新的优良的杂交亲本（具有新的遗传种质），从而改良甘蔗品种。试验设备较齐全，建有用铝合金镶玻璃的杂交温室，配有能循环的热水加热系统和自动控温系统。还建有光照期控制室、多座育苗温室及其它设施。由于站本部土地少，1977年购买一新试验农场（距站本部12公里），面积一千亩。

选育了一批优良品种在路州推广，它们所占面积由1970年的60%，至今占90%以上。

3、路州大学农业试验站。包括农学、植物生理、植病、昆虫和农业工程系等，对甘蔗进行较广泛的研究。1948年，在路州南端的Grand Isle建立甘蔗育种场，但自然开花效果不良，后在巴吞鲁日（Baton Rouge）的校园内建光照期控制室及杂交温室，以继续甘蔗选育种研究，选育L60-25，L62-56，L65-69及CP52-48等良种在生产上应用。其中CP52-48（杂交种子来自运河点甘蔗试验站）在1965—70年占路州甘蔗面积40—45%，70年代初，“L”品种也占30%。1982年，又在距校园20公里的甘蔗试验站新建现代化的杂交温室、光照期控制室、育苗温室及其它设备。室内的温、光、气全部自动控制。采用人工诱导甘蔗开花，使杂交提前在9月中旬至10月进行。年杂交有效种子30万左右。甘蔗试验站有土地一千亩，雇用工人6名。

4、佛罗里达大学农业研究和教育中心。它在距运河点25公里的Belle Glade设一农业研究所，内有甘蔗营养、杂草防除及甘蔗品种选育工作。

5、联邦糖业公司的甘蔗试验场。联邦糖业公司是佛州最早、最大的私人糖业公司，拥有两家糖厂和大片蔗园。1983—84年榨蔗383万吨，占全州甘蔗的32%，产糖43.5万吨，占全州产糖的36%。它在奥基乔比湖的西南岸的克鲁斯顿（Clewiston）设一甘蔗试验场。该场设备完善，拥有杂交、育苗温室、光照期控制室等。从三十年代即开始甘蔗杂交、选育种工作，以选育适应佛州的特殊地理土壤环境的甘蔗品种。育成的品种以CL编号（代表Clewiston），也培育了一批优良品种。其中CL41-223、CL54-378等是六十年代的主要栽培品种。目前CL品种占佛州蔗区面积的23%。

不过，美国大陆的甘蔗选育种工作是协作进行的。如在路州，品种选育的程序及方法是由三方制订和执行的。这三方是美国农部的荷马甘蔗试验站、路州大学农业试验站、美国甘蔗联合会。从1926年以来，三方都能很好地协作，不断培育优良的新品种，以服务制糖工业发展的需要。

在路州的美国甘蔗联合会（The American Sugar Cane League, Inc.）或佛州的佛罗里达甘蔗联合会（The Florida Sugar Cane League, Inc.）是由多数的蔗农、糖厂组成的，设有总部，路州的在新奥尔良，佛州的在克鲁斯顿。他们参加甘蔗新品种比较试验，决定新品种的推广，负责新品种种苗的繁殖及调配，也出售新品种的蔗苗，所得的收入

用以支持甘蔗试验站的研究工作。

二、甘蔗品种选育程序

从杂交获得种子后，对杂种进行培育和选择，至商业品种的产生，是时间长、花工多、投资大的系统选育过程。两个州的甘蔗品种选育程序大致相似，但所需时间长短不同，佛州需8年，而路州需12年。

运河点甘蔗试验站的选育程序

年 份	试 验 圃	种植数
第 1 年	杂种实生苗。不留宿根	80,000
第 2 年	第一期、品系试验。不留宿根	6,000—9,000
第 3 年	↓ (入选品系命名编号) 第二期、品系试验。不留宿根	800—1,200
第4—5年	↓ 第三期、品种比较试验。新植、宿根各一年	100
第6—8年	↓ (4个试验点) 第四期、品种区域试验。新植、第一、二年宿根。(8个试验点)	7—12
第 9 年	↓ 商业品种	(1)

路州的甘蔗品种选育程序

年 份	试 验 圃	种植数	
第1—2年	杂种实生苗。宿根选择	荷马试验站 60,000	路州大学 60,000
第 3 年	↓ 第一次品系试验	5,000	5,000
第4—5年	↓ 第二次品系试验。新植、宿根	1,200	800
第 6 年	↓ (入选品系命名编号) 优良品系繁殖圃	100	80
第7—9年	↓ 第一次品种比较试验	40	40
	↓ 第二、三次品比 (CP与L混合)	40	40
第10—12年	↓ 品种区域试验。新植，第一、二年宿根。(12个试验点)		12
第 13 年	↓ 商业品种		(1)

系统选育各阶段的培育和选择方法

1、杂种实生苗

供培育商业品种的杂交种子，来自运河点或路州大学甘蔗试验站。播种前取1克种子供发芽试验，以便计算每箱（38×60厘米）将有500株实生苗。培养箱用镀锌金属板制成。使用前洗净，涂柏油。一月中旬开始播种。土壤经消毒，播种前、后浇水，用半透明的塑料薄板覆盖，温室内保持28—32℃。三天后当种子基本发芽了，不再覆盖。一周以后，每7—10天施肥结合喷药防病一次，并剪短苗叶，促苗生长整齐、粗壮。一个月后，分单株假植。四月中旬，用实生苗移植机定植于大田，每天可定植15,000苗以上。单株植，行距1.5米，株距36—50厘米。以后的田间管理同大田。通常第一年实生苗亩产4吨左右。

只有荷马试验站在温室内对实生苗进行抗嵌纹病的筛选。做法是，从感染嵌纹病的蔗株（如POJ234）的组织中抽取病毒（磨碎榨汁），再用高压喷雾器将其喷到实生苗上。10天以后，开始有病征的苗出现。在定植之前，所有可见到的病苗全部淘汰。一般在25万株中淘汰70%，只有6—7万健苗定植于大田。不过，近年又暂停这项工作。

对在温室内筛选抗嵌纹病蔗苗，不是所有的育种家和植病学家同意其效果的。但荷马试验站认为，由于路州有特殊的因素，促使他们在这么早就注意筛选工作，一是嵌纹病已在路州蔗区流行，所以选育抗嵌纹病是一项紧迫的育种目标；二是从现有的试验和实践结果指出，抗嵌纹病品种产生的频率，实生苗有筛选的比没筛选的高得多；三是提供的实生苗数量大大超过田间试验的能力。

嵌纹病在佛州不严重，偶尔在蔗田能看到一、二株甘蔗被感染，故在育种上不象路州那样重视。不过，在后期的选育种试验（第四期），所有品系都经嵌纹病接种试验，只有抗病或较抗病者才被考虑推广种植。

对实生苗的选择，由于路州冬季有霜冻，选育中强调宿根性和早熟高糖分，因此，新植实生苗不选择，于当年底砍收。第二年9月份才进行选择。入选条件从单株生长势、株型、茎粗、有效茎数、株高、实心和无主要病害等综合考虑。入选株砍取2茎，剥叶，捆在一起，同一杂交组合的集中在一堆。又在同一田块中砍取对照品种2茎，供测锤度。若达到对照品种的锤度的入选，否则淘汰。入选率依组合而异，约6—12%，平均10%左右。这样选择法，对已砍取的蔗茎，通常要抛弃1/3—1/4。不过，他们认为，这比先观测锤度再决定入选的节省时间和劳力。

在运河点甘蔗试验站，只对新植实生苗进行选择（不留宿根）。每年11—12月进行。选择标准同上。只因生长期仅7—8个月，选择时不测锤度。入选株只砍1茎，每茎约1.2米长以做种苗。入选率10%左右。

2、品系试验

本试验的材料来自实生苗入选的单株。分两期进行试验。在运河点试验站，称第一期（Stage I），第二期（Stage II）；路州称初期品系试验（first line trial），二期品系试验（second line trial）。他们的选择方法也有些不同。

运河点试验站：第一期品系试验，单行区，行距1.5米，行长1.2米，一茎斩二段下种。同一杂交号的品系连续顺序种植，每40小区设一对照区。9月份开始对新植蔗进行选择，选择条件包括株高、分蘖数、茎粗、茎硬度、实心和抗病等。强调集体选种，即4—5名选育人员同时对各品系进行评价，这可避免个人的偏好。对入选的品系，剥弃老叶（作记号）。入选者，给予固定编号。冠名CP，代表Canal Point（运河点）。

第二期品系试验，从第一期入选的品系砍取10茎作种苗。二行区，行距1.5米，长4.5米。全茎放种后再斩段。

对新植蔗进行选择，内容比第一期多些。9月调查有效茎数、成熟期，砍10茎样本（按当地砍收甘蔗标准），称重（求得单茎重），压榨，观察蔗汁锤度和转光度。按糖分分析和产量估算的结果进行初选。入选的品系，再到田间作实际比较，着重从农艺性状（特别是直立性、茎的粗细、有效茎数和生势）及抗病性的观察。通常入选105个品系。每品系砍10茎作种苗为一捆。共砍80茎，分送四个地点供第三期试验。

在路州大学和荷马甘蔗试验站的第一次品系试验，也是单行区，行距1.5米，长1.8米，秋植，二支全茎下种。每20区设一对照区，以当地主要栽培品种3—4个供作对照种。只有临时编号。第二年10月份，对各品系的农艺性状进行综合目测评级，最劣1级，特优9级，对照种定5级。决选时，用手持锤度计测蔗汁锤度。

第二次品系试验，单行区，行长4.9米。10—11月份种植，每小区种5支全茎苗。每隔10区设对照品种。对新植蔗和宿根蔗皆进行目测评级。春、夏计算出苗及苗评级，秋季计算有效茎及综合评级。冬砍10茎样本，称重、压榨，观测锤度、转光度，计算蔗、糖产量。

第二次品系试验新植、宿根合二年。从新植蔗中选取优良品系约100个种植于繁殖圃（2行区，长6米，两个重复）。在宿根蔗评选之前，结合对前二年各品系的表现进行分析，再确定入选。入选者给固定命名和编号。如CP70-321，它是1965年杂交的，经5年系统选育，于1970年命名。定名的品种，进行抗黑穗病试验。

3、品种比较试验

在运河点，称第三期试验。2行区，行长4.6米，2个重复。分别在四个地点（代表蔗区的不同土壤及地理位置）进行试验。新植、宿根各一年。观测茎重、茎数、蔗汁锤度、含糖量、纯度及纤维分。计算吨蔗产糖量、单位面积蔗、糖产量。按新植蔗资料，由品种评议委员会决定初步入选品种的种苗繁殖，以准备提供第四期试验的种苗。通常由105个中选择25—30个品种。按新植和宿根的资料，品种评议委员会做最后的选择，通常有8—12个品种，作为第四期的品种试验。

另外，还进行抗黑穗病试验。

在路州，这一期的试验称infield trial。3行区，长4.9米，2个重复，又分别在砂壤土及粘土试验。这一期试验共有三次。第一次仅对本单位入选的品种进行比较试验。观测项目同上。年底，三方品种评委会进行评选，入选的CP与L品种交换，并混比较试验。3行区，3个重复。经两次的混合品比试验，对其新植、宿根所获的所有资料，提交评委会审评，最后选出约12个（CP和L）品种。供品种区域试验。

美国大陆自育的甘蔗品种的命名编号是：凡杂交种子来自运河点试验站的，冠名CP，代表Canal Point（运河点）；种子来自路州大学农业试验站的，冠名L，代表Louisiana Agricultural Experiment Station。编号中的前两个数字，不是代表杂交年份，而是固定命名的年份。从杂交到命名，佛州要3年，路州要5年。品种号数，从六十年代起，作这样安排：从1—299号，是路州大学农业试验站的选号（如L65—69）；从300—999，是荷马试验站的选号（如CP65—357）；从1000—1890，是运河点试验站的选号（如CP70—1133）；佛罗里达大学选出的甘蔗品系，不另编号，只提供做为运河点试验站的系统选育第三期的品种试验。

4、品种区域试验

进入这一期的无性系是有希望的新品种的最后阶段的试验(路州也叫outfield trial)。分别在蔗区内不同土类、不同地理环境和生产管理水平的农场进行试验。佛州有八个点,路州有十四个点,每点4个重复,3—4行区,行长10.7米,观测及计算的内容同品种比较试验。收获时全小区甘蔗称产,然后估算每公顷的产量。

只有当各试验的新植、第一、二年宿根的产量等收集、合并分析之后,由品种评议委员会详细讨论,分析、评价所有的试验材料,然后决定哪一品种能推广。新品种鉴定通过后,起草一份新品种推广报告书,写明新品种的生产性能、对不同地区和土壤类型的适应性、抗病能力、耐寒性以及它的供收获和压榨的特性。同时报美国“作物科学学会”登记。

5、新品种种苗繁殖与分配

新品种的推广,其种苗由州甘蔗联合会负责繁殖、分配。甘蔗联合会的农艺师定期检查繁殖蔗田的新品种的纯度。对申请需要新品种种苗的蔗农,还要根据其农场面积而决定出卖苗量。对一些不打算购买蔗苗的小农场,由该蔗区的农业试验单位免费送给十茎种苗。

三、与品种选育有关的几个问题

1、选育目标和采取的措施

甘蔗品种的选育,必须考虑它在生产上应具有的特性,包括:

- (1) 甘蔗产量,宿根性;
- (2) 含糖分、成熟期、纤维分;
- (3) 适应性:在不同地区、不同土壤类型的生长表现;
- (4) 抗病性:尤其抗散纹病、黑穗病、宿根矮化病和抗(耐)锈病;
- (5) 收获性能:直立,抗倒,不脆;
- (6) 耐寒性:包括霜冻后蔗汁的变质情况;
- (7) 此外,叶型、封行早迟及耐除草剂情况。

总之,要围绕着选育出单位面积具最高产糖量为中心,争取获有较多优良特性的品种。不过,在常规的系统选育过程中,要选出比现有栽培品种显著优越的新品种的机率是很低的。因此,在具体的措施上,要掌握选育的前阶段与后阶段的重点和方法。

选育的前阶段,即杂种实生苗、品系的选择,因数目多,种植面积少,没设重复,无法从单株或单系中观察大量的资料供评价、测定其生产力,主要靠育种工作者的目测判断。因此,选择的标准要掌握,但尺度要放宽,从量中求质。他们各单位种植的实生苗数每年有5—8万苗;实生苗入选率较高,达8—10%;第一期品系试验的入选率也达15%。

在佛州,1978年发现黑穗病,1979年又发现锈病,这两种病对蔗糖业影响很大,当时的许多优良品种因感染黑穗病或锈病而被淘汰。因此,增加了育种家的育种工作压力。为了避免后期的品种试验中多数优良品系被淘汰,故从实生苗开始增加其数量,希望感病品系在早期试验期间尽量被淘汰,使进入后期试验的品种不但产量高,而且抗病力也强。

后阶段的选育重点是新品种生产能力的测定。从增加试验小区面积,设置重复和扩大试验点数,从凭主观目测为主改为客观的试验数据。以求较准确地评价品种,故试验品种不宜过多,做到质、量兼备。

对比运河点甘蔗试验站及路州的两个试验站的选育程序看出,前者在包括实生苗,第一、二期的品系选育,皆用新植蔗,不留宿根。这有利节省土地及人力物力,缩短育种年

限。这也是从实际经验及试验结果总结出来的。甘蔗的茎数、茎重、锤度等的遗传传递力强，重复性好，这些性状与产量的构成关系密切。因此，从未设重复的单株或单系选择是有效的。而且，在相同的选择方法上，从新植蔗或从宿根蔗的选择效果一样。

路州，是在要求宿根性良好的基础上进行选择。杂种实生苗和第二次品系试验是从宿根蔗中选择的，品种区域试验，待第二年宿根蔗的资料收集之后才能分析、决定新品种的育成和推广，这至少延长了三年的试验。然而，多数的农艺师认为，路州有霜冻，蔗莖的越冬期较长，为确保新品种的宿根能力，这些增加的时间是值得的。而且，有灵活性，如抗嵌纹病品种L65—69是从第二次品系试验中选出的，育成只八年时间。

上述的佛州与路州甘蔗育种程序的差异，主要是由于地理环境、气象因素和病虫害等因素所促成的。这也是为更好地选育出适应当地栽培的优良品种。

2、甘蔗品种的推广与更新

美国大陆，路州是老蔗区，在1920年以前，有些甘蔗品种，如路州紫蔗和条纹蔗竟栽培百年之久。但由于发生嵌纹病、赤腐病等病害，使蔗糖产量大降：从1921年的324,000吨至1926年只有47,000吨。他们接受了教训，从此以后，就很少出现一个品种连续栽培15年以上。其他州的蔗区情况也相同，即主张同时种植多个品种，以避免由于病虫害或气候原因而引起的严重损失。不过，在同时栽培的8—10个品种中，有2—3个是主要品种，占总种植面积50%以上；另一方面，也只有2—3个品种不断增加其种植面积。现把佛州及路州近10年甘蔗品种种植面积比例及变化情况列表如下：

佛州和路州近十年的主要品种种植比例及变化情况 (%)

蔗区	品种名称	1975	76	77	78	79	80	81	82	83	84
佛 罗 里 达	CP70—1133					2	6	14	25	31	31
	CP72—1210							0.3	2	8	20
	CP65—357			1	3	5	7	9	12	14	12
	CL59—1052	1	2	3	5	7	7	7	8	8	9
	CL54—378	7	6	6	6	7	8	10	11	12	8
	CL61—620							2	4	5	6
	CP63—588	36	30	38	38	40	35	26	12	5	2
	CL41—223	21	15	13	11	9	7	2			
	CL56—59	14	13	14	12	11	10	12	8	5	
路 易 斯 安 那	CP65—357	3	18	32	50	61	71	66	60	51	35
	CP70—321						3	9	16	22	30
	CP70—330						3	5	9	7	5
	CP72—356								3	6	9
	CP72—370							1	2	5	8
	NC0310	14	15	13	10	11	7	7	5	2	1
	CP48—103	8	8	8	8	7	5	4	2	1	1
	L 60—25	13	7	4	2	1					
	CP61—37	21	11	20	16	10	5	5	1	1	1
	L 62—96	21	14	9	4	3	1				