

广东省科协工业原料学会

1964年年会资料汇编

(糖 蔗 部 份 一)

广东省科协工业原料学会编印

1964.9.

目 录

生物统计在甘蔗品种资源和杂交育种研究上 的一些应用 杨瑾英 叶佑民 王鑑明	1
甘蔗品种比较试验简易快速统计方法的探 讨 王鑑明	14~1
甘蔗杂交育种途径的初步研究 邓重焘 黄煥权 李锦藩 何杞浩 黄君梅	1~1
目前提高甘蔗品种宿根性育种的主要矛盾 吴坤宗	3~1
甘蔗选育种的中间试验和区域鉴定 黎献仁	2~1
琼山甘蔗品种比较试验 李培雄 邓重焘	16~1
潮安地区甘蔗良种的推广问题 周安清	21~1
甘蔗新良种加速繁殖成功经验 李铁肩 郑夹宣	10~1
宿根甘蔗根芽特点及萌发特性研究 臧经文 苏广达 叶振邦	17~1
延长甘蔗宿根的年限 邓绍同	4~1
宿根甘蔗的研究 陆挪生	5~1
自育新良种蔗华南56/12、56/21在高旱 地宿根生长表现的观察分析 杨楚英	11~1
提高珠江三角洲籼蔗轮作增产效果的途径	22~1
甘蔗高产不倒问题的初步探讨 邓绍同	6~1
华南籼蔗一年两熟, 糖粮双丰收 李铁肩	26~1
试谈甘蔗的农业气象条件及其测量法 刘承国	23~1
蔗田(围田)地下排灌的研究	7~1
甘蔗低产变高产的途径 郑夹宣	8~1
海南砖红壤性红色土区甘蔗磷肥的配合施用 范尊燭 李培雄	19~1
甘蔗绵蚜为害对蔗株生长及质量的影响 麦洁英	12~1
甘蔗螟虫及其防治 李铁肩	25~1
使用除草剂防除甘蔗田杂草的初步研究 陆挪生	24~1

生物统计在甘蔗品种资源和杂交育种 研究上的一些应用*

杨瑾英 叶佑民 王鑑明

(轻工业部甘蔗糖业科学研究所)

(一) 绪 论

甘蔗品种资源和杂交育种工作经常提出一些问题：(1) 甘蔗品种资源(特别是甘蔗杂交亲本)如何具体进行研究？(2) 甘蔗杂交育种如何逐步做到定向？(3) 如何去评价甘蔗试探杂交组合和杂交亲本？(4) 在研究评价甘蔗试探杂交组合过程中，每个组合需要调查多少个杂交后代个体才有代表性？(5) 一般品种比较试验某些主要性状(如茎径、株高或穗度)的具体抽样技术应该如何进行才较合理？譬如说：应该抽样多少茎才有代表性而又不致调查之工作量过大？抽样茎数应该来自多少个重复？每个重复要抽样多少行？每行要抽样多少茎？(5) 甘蔗主要性状的遗传规律如何去掌握？如何去判别各个性状的遗传力相对强弱？关于这些问题，我们打算进行一些试探性的研究工作？结果一定有不少错误，希望逐步提高，同时希望抛砖引玉，把不够很成熟的结果也拿出来就教于对这些问题有兴趣的同志，使到甘蔗品种资源和杂交育种研究工作逐渐走上正轨。

(二) 甘蔗杂交亲本和杂交组合的评价

选配杂交亲本一般是根据杂交亲本本身的特性表现或根据

* 本研究部分调查和统计工作由黄家寿和丘灵铎两位同志协助进行。有关甘蔗主要性状遗传力的测定研究乃由轻工业部甘蔗糖业科学研究所海南甘蔗育种场和广西僮族自治区轻工业厅甘蔗试验研究所协同进行。其余部分乃由轻工业部甘蔗糖业科学研究所单独进行。本文内所引用的资料是根据上述有关研究单位的试验数据。

它的性状遗传力强弱来进行的，然而如何去评价杂交亲本以及解决亲本间选配问题，做到定向杂交，过去我们在这方面还没有采用一定的方法来评价亲本，通过实践，我们认为评价杂交亲本和杂交组合可以分两方面来评价它们。一方面是从它们的杂交后代中出现具有某几个主要优良性状的个体的机率的高低来评价，这是全面的和综合的评价；另一方面是从它们的杂交后代中出现某一个优良性状的可能性来评价。甘蔗是无性繁殖作物，只要第一年通过有性杂交以后各年便可以利用无性繁殖把杂种第一代的优良个体的优良性状固定下来，所以甘蔗杂交育种着重在选出特殊优良的个体而不是一般优良的群体，这一类是与水稻、小麦和大豆的育种都有很大不同的。从这个主要的指导思想出发，我们去评价一个杂交组合，则应该从其后代中的极值来评价它，但极值只有一个，很可能受环境影响而做成评价的错误，所以我们要取极值及其相邻的四个或九个最大数值的平均来评价一个杂交组合，我们简称做五个“极值”均数法或十个“极值”均数法。这两个方法主要是选取具有某个优良性状的最优个体，理论上应是一个比较最合适的方法，同时对大多数性状来说，不须全体调查，只就部分与极值相接近的一些个体进行调查，调查工作量也可以节省。“极值”均数测验法又分为 t 测验和 F_d 测验两种方法。五“极值”均数测验法的单次标准差为五个“极值”全距乘以 0.430，而十“极值”均数测验法的单次标准差为十个“极值”全距乘以 0.525，比较两个杂交组合则用该两组合的五“极值”均数或十“极值”均数来比较，“极值”均数差异变量等于两个组合单次标准差的平方和除以 5 或 10，以自由度等于 $5 + 5 - 2 = 8$ 或 $10 + 10 - 2 = 18$ 查 t 表得 $t_{0.5} = 2.306$ 或 2.101 ， $t_{0.1} = 3.355$ 或 2.878 来作为显著判定标准。比较两个杂交亲本则用该两亲本的十五“极值”均数或三十“极值”均数来比较，十五“极值”均数测验法的单次标准差为十五个“极值”全距乘以 0.289，而三十“极值”均数测验法的单次标准差则为三十个“极值”全距乘以 0.245，亲本“极值”均数差异变量等于两个亲本单次标准差的平方和除以 15 或 30，以自由度 $15 + 15 - 2 = 28$ 或 $30 + 30 - 2 = 58$ 查 t 表得 $t_{0.5} = 2.048$ 或 2.002 ， $t_{0.1} = 2.763$ 或 2.665 来作为显著判定标准。如果我们不采用 t 法测验，也可以采用 F_d 法测验，

$$T_d = \frac{\text{甲“极值”均数} - \text{乙“极值”均数}}{\text{甲“极值”全距} - \text{乙“极值”全距}} \quad (1)$$

如进行两个杂交组合的“极值”均数或“极值”均数差异显著测验，则 $(T_d)_{0.25} = 0.246$ 或 0.125 ， $(T_d)_{0.01} = 0.386$ 或 0.185 ；如进行两个杂交亲本十五“极值”均数或三“极值”均数差异显著测验，则 $(T_d)_{0.05} = 0.089$ 或 0.071 ， $(T_d)_{0.01} = 0.130$ 或 0.103 。

两个杂交组合或杂交亲本标本均数和中全距差异显著测验法均从杂交后代优良群体来评价而不是从特殊优良个体来评价。方法既繁，而理论亦欠根据，姑平列出来与“极值均数法”比较，观察相互间有无差异。两杂交组合均数差异显著测验仿照一般大样本测验方法，但为了简便计，我们应用斯奈德格法从全距估计单次标准差，如杂交组合调查个体数为 100，而全距为 9，则以 $n = 100$ 查斯氏表得全距/标准差 = 5.0，单次标准差则为 1.8。中全距与均数性质相近，但计算十分简单，只要把极大加上极小除以 2 即得，两杂交组合中全距差异显著测验仿照大样本两均数差异显著测验进行。同样利用斯氏表以全距来估计单次标准差。

杂交亲本均数或中全距等于其相应的三个杂交组合均数的均数或中全距的均数，而杂交亲本均数或中全距的标准差则等于

$$\frac{1}{3} \sqrt{\frac{V_1^2}{n_1} + \frac{V_2^2}{n_2} + \frac{V_3^2}{n_3}} \quad (2)$$

上式 V_1 ， V_2 及 V_3 分别代表同一个杂交亲本的三个不同杂交组合的单次观察等量，而 n_1 ， n_2 和 n_3 则代表这三个组合的个体观察数。以大样本二均数差异显著测验对二杂交亲本均数或二中全距进行一般 t 值测验。

两个杂交组合变异系数差异显著测验仿一般大样本 t 值测验进行。杂交亲本变异系数乃为其相应三个杂交组合的单次标准差之和除以该三个杂交组合的均数之和。两亲本变异系数差异显著测验也是仿照两个杂交组合变异系数差异显著测验，所不同的不过前者是杂交组合的变异系数，而 n 等于一个组合内观察数，而后者之杂交亲本的变异系数，而 n 等于一个亲本内三个组合的总观察数。

我们假设在甘蔗当前选育种工作中所追求的优良种要具备

五个主要性状，穗度大于 20 度，单株有效茎多于 5 条，茎径大于 0.6 厘米，单株重大于 8 市斤，茎实心而不是空心的。每个杂交组合选择的一百个个体来调查五个性状，这样我们便可知道其中有多少个体分别具有五个主要优良性状之一，这样分别以具有某一个主要优良性状的个体数除以全体调查个体数则分别求得各个优良性状的出现机率。一个杂交组合的良种育成率 P ，可以用 (3) 式来表达。

$$P = \prod_{i=1}^5 p_i \quad (3)$$

p_1, p_2, p_3, p_4 和 p_5 分别代表出现高穗度、多有效茎、粗茎、单株重大和茎实心的机率。同一个杂交亲本的三个不同杂交组合的良种育成率假设为 P_1, P_2 和 P_3 时，则该杂交亲本的良种育成率 P 为三者的几何平均数。即

$$P = \sqrt[3]{P_1 P_2 P_3} \quad (4)$$

两个杂交组合良种育成率差异显著性测验是比较繁复的。首先要求得各个杂交组合良种育成率 P 的标准差 SE_P 。

$$SE_P = \prod_{i=1}^5 p_i \sqrt{\frac{5}{\sum_{i=1}^5 \left(\frac{SE_{p_i}}{p_i} \right)^2}} = \prod_{i=1}^5 p_i \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 \left(\frac{1-p_i}{p_i} \right)} \quad (5)$$

(5) 式中的 n 是该杂交组合的个体观察数。

今设 P_1 和 P_2 为两个杂交组合的良种育成率而 SE_{P_1} 和 SE_{P_2} 分别代表其标准差，则可以采用 t 测验来测验 P_1 和 P_2 的差异显著性。

$$t = \frac{|P_1 - P_2|}{SE_{P_1 - P_2}} = \frac{|P_1 - P_2|}{\sqrt{SE_{P_1}^2 + SE_{P_2}^2}} \quad (6)$$

自由度 $= n + n' - 10 \rightarrow \infty$ ，所以 t 值测验接近于大样本 u 值测验，凡是 $t \geq 1.96$ ，则二者测验为显著，反之则为不显著。 $t \geq 2.58$ 则为非常显著。上述自由度 10 乃因我们从资料中估计 $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p'_1, p'_2, p'_3, p'_4$ 和 p'_5 等十个统计参数而损失去的自由度。

两个杂交亲本良种育成率差异显著测验更为复杂。我们不能直接找出 P 的标准差，我们先将 P 代换为 $\log P$ ，然后求 $\log P$ 的标准差。

$$\log_{10} P = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \log_{10} P_i \quad (7)$$

$$SE_{\log_{10} P} = \sqrt{\left(\frac{1}{3}\right)^2 \sum_{i=1}^3 \left(\frac{SE_{P_i}}{P_i}\right)^2} = \frac{1}{3} \sqrt{\sum_{i=1}^3 \left(\frac{SE_{P_i}}{P_i}\right)^2} \quad (8)$$

今设 P 和 P' 代表两个杂交亲本的良好育成率。我们以测验 $\log P$ 和 $\log P'$ 差异级显著性来代替测验 P 和 P' 差异的显著性。 $\log P$ 和 $\log P'$ 的标准差分别为 $SE_{\log P}$ 和 $SE_{\log P'}$ ，则我们可采用 t 测验来间接测验 P 和 P' 的差异显著性。

$$t = \frac{|\log P - \log P'|}{SE_{\log P - \log P'}} = \frac{|\log P - \log P'|}{\sqrt{SE_{\log P}^2 + SE_{\log P'}^2}}$$

自由度 $\rightarrow \infty$ ， t 测验接近大样本 u 测验，凡是 $t \geq 1.96$ 则二者测验为显著，反之则为不显著。

根据上述各种方法和调查原始资料我们将统计分析后所得的最后浓缩的结果列如表一、表二和表三。表一进行同母本不同杂交组合的比较，表二进行同父本不同杂交组合的比较，表三进行不同杂交亲本的比较。表一表二和表三分析结果都有同样类似情况，无论两个杂交组合或杂交亲本比较就单一个性状言，“极值”均数比较与算术均数比较、中全距比较和变异系数比较的结果一般是不符合的，偶尔是符合的，而五“极值”均数比较与十“极值”均数比较或十五“极值”均数比较与三十“极值”均数比较基本上是符合的。两个方法都可以采用，通过一个实践时期再来评价它们“极值”均数 t 测验和 T_d 测验两个方法基本上相同，而前者较准确些，后者则较简便些。变异系数大不一定“极值”均数大，由结果表可以看出来，可见杂交后代群体变异大的不一定是良好的杂交组合或杂交亲本，主要是特殊优良个体出现与否的问题。从分析结果看来，具有较大的良好育成率的杂交组合或杂交亲本，它们杂交后代可能在某个性状较少出现特殊优良个体；同时也可能具有较小的良好育成率的杂交组合或杂交亲本，它们杂交后代可能在某个性状较多出现特殊优良个体。

从结果表看来，同一个白糖 134 作母本，配以运河吴 43/50 作父本的组合则较配以印度 331 或粳糖 55/89 出现后代高锤度个体来得突出；而配以粳糖 55/89 则又比配以印度 331 来得

突出。同一个台糖 134 作母本，配以运河吴 49/50 作父本的组合则较配以印度 331 或粳糖 55/89 出现右代单株多有效茎个体未得突出。同一个台糖 134 作母本，配以运河吴 49/50 作父本的组合则较配以粳糖 55/89 或印度 331 出现右代粗茎个体未得突出，而配以粳糖 55/89 则又比配以印度 331 未得突出。同一台糖 134 作母本，配以运河吴 49/50 作父本的组合则较配以印度 331 出现右代单株重大的个体未得突出。台糖 134 作母本配以运河吴 49/50 或配以粳糖 55/89 均较配以印度 331 作父本的组合的良种育成率为高，而前两者的育成率则无显著差异。余类推。

运河吴 49/50 作父本较粳糖 55/89 或印度 331 作父本出现右代高穗度个体未得突出，而粳糖 55/89 作父本则又较印度 331 作父本来得突出。不论运河吴 49/50 抑或印度 331 和粳糖 55/89 作父本出现右代有效茎多的突出个体未见有显著差异。

粳糖 55/89 作父本较印度 331 或运河吴 49/50 作父本出现右代粗茎个体未得突出，而印度 331 和运河吴 49/50 作父本，两者间则不无差异显著。印度 331 作父本较运河吴 49/50 作父本出现单株重大的个体未得突出，而较粳糖 55/89 则有突出趋势，而未达显著突出。粳糖 55/89 作父本则较运河吴 49/50 也有突出趋势，而亦未达显著突出。粳糖 55/89 作父本的实心率均较印度 331 和运河吴 49/50 的实心率有较高趋势，而印度 331 作父本则又较运河吴 49/50 作父本的实心率有较高趋势，但均未能进行显著测验。粳糖 55/89 作父本的良种育成率均较运河吴 49/50 作父本或印度 331 作父本分别高 542 ppm 和 563 ppm，而运河吴 49/50 作父本的良种育成率则又较印度 331 作父本的高 21 ppm，但均未达显著标准。

原书

缺页

原书

缺页

原书 缺页

原书

缺页

(三) 甘蔗杂交组合的抽样技术问题

甘蔗杂交组合的抽样技术的研究主要是探求以最少工作量在一个甘蔗杂交组合内抽取最少的个体数来代表这一个杂交组合，从而为进一步评价杂交组合铺平道路。研究材料采用台糖 134 X 运河英 49/50，于 64 年 2 月中旬收获时，调查其全部单株的单株重及一月底调查母茎基部的硬度，5 月 3 日调查宿根发株数。调查全数是 633 株，依次编号 1, 2, ..., 632, 633，每个株号都有硬度、单株重及宿根发株数的数目。从 633 株随机抽样 50 株、100 株、150 株、200 株、250 株、300 株、400 株及 500 株等各组或一个样本，连 633 株样本在内，共九个样本，每个样本各个性状都取其最大的五个数值平均，这个五“极值”均数的标准差为五“极值”全距乘以 0.43，两个样本五“极值”均数的差异显著测验可用 t 法进行。

$$t = \frac{|\text{甲样本五“极值”均数} - \text{乙样本五“极值”均数}|}{0.43 \sqrt{\frac{(\text{甲样本五“极值”全距})^2 + (\text{乙样本五“极值”全距})^2}{5}}}$$

自由度 = 5 + 5 - 2 = 8，查 t 表得 $t_{.05} = 2.306$ ， $t_{.01} = 3.355$ ， t 值不小于 $t_{.05}$ 时测验为显著，反之则为不显著。

我们也可以不用假借全距来求五“极值”的单次标准差来进行不配对 t 测验法，结果与上一法相近；但一般样本 $n = 5$ 过于小的样本仍以上一法为较妥。表四为每个样本各个性状的最大五个“极值”资料，表五为两个样本 t 测验的 t 值表，表中有“*”号的为显著的 t 值，有“**”号的为非常显著的 t 值，无星号的为不显著的 t 值。从表五结果看来，对台糖 134 X 运河英 49/50 这个杂交组合的硬度、单株重及宿根发株数三个性状的省工又有足够代表性的调查抽样所需的样本的个体数各不相同：(1) 硬度方面，需随机抽样 200 株，人力较足，可采 250 株样更好，(2) 单株重方面，需随机抽样 250 株，(3) 宿根发株数方面需随机抽样 300 株。这个结果只有一年，而这一年又遇到较多倒伏，结果是很初步的，须再积累较多的资料才能下较肯定结论。

一般评价杂交组合主要就其出现突出优良个体来评价，而不是就其是否优良群体来评价，故采用五“极值”均数较全体

表四 每个样本各个性状的五个“极值”资料表

调查性状 \ 样本大小	50	100	150	200	250	300	400	500	633
穗	22.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
	22.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
	22.0	22.5	22.5	22.5	23.0	22.0	23.0	23.0	23.0
	22.0	22.0	22.0	22.5	22.5	22.0	23.0	23.0	23.0
	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	23.0	23.0	23.0
平均	22.0	22.5	22.5	22.6	22.7	22.4	23.0	23.0	23.0
单株重 (市斤)	15.7	20.1	18.6	18.6	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
	15.3	15.6	15.6	18.6	18.6	18.6	19.9	20.1	20.1
	14.0	15.3	15.6	16.7	18.0	18.0	18.6	19.9	19.9
	14.0	15.0	15.7	15.7	16.7	16.9	16.7	18.6	18.6
	13.2	14.2	15.7	15.7	15.7	16.7	15.7	18.0	18.6
平均	14.44	16.04	16.24	17.06	18.80	19.04	19.18	20.32	20.44
宿根发 株数 (条/单株)	9	6	9	8	9	9	12	12	12
	7	6	8	7	8	9	9	9	9
	6	5	6	6	8	8	9	9	9
	5	5	6	6	6	7	9	8	9
	5	5	6	6	6	9	9	8	9
平均	6.4	5.4	7.0	6.6	7.4	8.4	9.6	9.2	9.6

表五 每个性状两个样本才测验的t值表

样本大小 \ 性状均数			50	100	150	200	250	300	400	500	633
50	锤度	22.0									
100		22.5	2.60*								
150		22.5	2.60*	0							
200		22.6	3.12*	0.37	0.36						
250		22.7	3.64**	0.74	0.74	0.37					
300		22.4	2.08	0.37	0.36	0.74	1.10				
400		23.0	∞**	2.60*	2.60*	2.08	1.56	3.12*			
500		23.0	∞**	2.60*	2.60*	2.08	1.56	3.12*	不笑		
633		23.0	∞**	2.66*	2.60*	2.08	1.56	3.12*	不笑	不笑	
50	草株重	14.44									
100		16.04	1.32								
150		16.24	2.86*	0.16							
200		17.06	3.55**	0.80	1.02						
250		18.80	2.38*	1.30	1.36	0.92					
300		19.04	2.79*	1.53	1.65	1.17	0.40				
400		19.18	2.58*	1.48	1.56	1.13	0.15	0.06			
500		20.32	3.70**	2.24	2.48*	1.99	0.04	0.58	0.48		
633		20.44	4.58**	2.62*	3.09*	2.50*	0.76	0.68	0.58	0.06	
50	宿根发株数	6.4									
100		5.4	1.26								
150		7.0	1.11	3.33*							
200		6.6	0.23	2.80*	1.30						
250		7.4	1.04	3.29*	0.12	1.16					
300		8.4	2.33*	6.98**	0.99	2.57*	2.86				
400		9.6	2.59*	4.28**	1.64	2.50*	1.60	1.16			
500		9.2	2.57*	4.81**	1.89	3.02*	1.87	0.94	0.32		
633		9.6	3.32*	6.92**	2.71*	4.35**	2.70*	1.74	0	0.42	

个体均数为合理，但假如以全体个体均数来评价杂交组合时，所需随机抽样株数可以大大减少。一般单株重及宿根发株数两个性状全体个体均数则 50 株样本已可以代表，但锤度则以

150株样为较妥。

(四) 甘蔗一些品种种性调查抽样技术

甘蔗株高、茎径和锤度三者是最常调查的品种种性。一般各地和各单位或同一单位各个部门无统一抽样技术，所以结果可靠性有问题，又不便于互相比较和合并分析。要进行上述三个性状的抽样技术研究首先要假定各个性状的最大可容忍的误差极限。现设株高、茎径和锤度的最大可容忍的误差极限分别为3厘米，0.1厘米和0.5度，从63年轻工业部甘蔗糖业科学研究所春季种植品种比较试验中的白糖134品种四个重复各个小区每小区东西二行，每行五茎，调查上述三个性状，每个性状得40个观察数字，计算得株高、茎径和锤度的单次观察变量分别为174.06厘米，0.03948厘米和1.525度。把各个性状的最大可容忍误差极限(L)和单次观察变量代入下式便可得95%可靠能代表的抽样茎数(n.05)

$$n_{.05} = \frac{(1.96)^2 \times \text{单次观察变量}}{(\text{最大可容忍误差极限})^2}$$

这样我们求得株高、茎径和锤度的n.05值分别为74.3茎、15.17茎和23.43茎。由于试验一般为四个重复，为要使上述三个n.05值为4的倍数，则株高、茎径和锤度的n.05值取为72，16和24茎。

应用巢式抽样法，以株高为例，得变量分析表。

表六 变量分析表

变异原因	自由度	平方和	实际变量	理论变量
重复间	3	443.8	147.9	$\sigma_3^2 + 5\sigma_2^2 + 10\sigma_1^2$
重复内行间	$4(2-1)=4$	1360.6	340.2	$\sigma_3^2 + 5\sigma_2^2$
行内茎间	$8(5-1)=32$	5168.0	161.2	σ_3^2
总和	39	6962.4		

σ_3^2 、 σ_2^2 及 σ_1^2 分别代表理论上的茎、行和重复的变量。

$$\sigma_3^2 = \sqrt{3} = 161.2$$

$$\sigma_2^2 = \frac{V_2 - V_3}{n_3} = \frac{340.2 - 161.2}{5} = \frac{179.0}{5} = 35.8$$

$$\sigma_1^2 = \frac{V_1 - V_3}{n_2 n_3} = \frac{147.9 - 340.2}{2 \times 5} = \text{负数} \rightarrow 0$$

上面一些公式中， V_1 、 V_2 和 V_3 分别代表实际重复间、重复内行间和行内茎间的变量， n_1 、 n_2 和 n_3 分别代表重复数、一个重复内行数，和一对内茎数。 $V(\bar{x})$ 为总平均数的变量。上面已决定了全体抽样茎应取 72 条，但有不同种取法，现假设四个重复小区各取二行，每行各取 9 茎为一个标准抽样方案，则计其

$$V(\bar{x}) = \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_1 n_2} + \frac{\sigma_3^2}{n_1 n_2 n_3} = \frac{0}{4} + \frac{35.8}{4 \times 2} + \frac{161.2}{4 \times 2 \times 9} = 6.713$$

相对效能 $V(\bar{x})$ 的倒数，与其他方案比较，设这个方案相对效能为 100%，则其他方案的相对效能应为 6.713 除以该方案的 $V(\bar{x})$ ，如是进行比较各个不同抽样方案的相对效能来选出最理想的抽样方案（见表七）

表七 不同株高抽样方案相对效能比较表

抽样方案	n_1	n_2	n_3	$V(\bar{x})$	相对效能 %
1	4	2	9	6.713	100.00
2	4	3	6	5.221	128.58
3	3	2	12	8.205	81.81
4	3	3	8	6.216	108.00
5	2	2	18	11.188	60.00
6	2	3	12	8.205	81.82

从表七看来，如试验小区为四行区，则以第 1 方案为宜，如小区为五行区，则以第 2 方案为宜。

同理，茎径抽样 16 条的各种抽样方案比较有如表八。垂直抽样 24 条的各种抽样方案比较有如表九。