

广东省植物学会論文集

广东省科学技术协会

一九六四年

目 錄

形 态 解 剖 學

- 1) 蒲桃胚的发育及多胚来源的观察.....麦鹤云 (1)
- 2) 毛竹三至七年生纤维长度的比较.....何天相等 (10)

生 理 學

- 3) 桑叶叶绿体色素的色层分析法之研究.....黄自然 (22)
- 4) 水稻不同莖叶生态型品种莖叶生理比较
 I、同化器官的发展方式和氮代谢.....翁淑平 罗朝荔等 (38)
- 5) 水浮莲种子的休眠、贮藏和萌发的特性.....傅家瑞 (47)
- 6) 光长对几种农作物生长发育的影响.....傅家瑞 (59)
- 7) 密肥条件对南方籼稻群体发展状况影响的分析.....金承国等 (80)

地 植 物 學

- 8) 广东的热带季雨林.....伍辉民 (93)
- 9) 广东热带珊瑚礁植被.....王铸豪 (109)

資 源 學

- 10) 芳香植物野香根草初步研究.....黄步汉等 (114)

蒲桃 *Syzygium jambos* 胚的发育及多胚 来源的观察

麥 鶴 云

(华南师范学院生物系)

一、前 言

蒲桃 *Syzygium jambos* (L.) Alston 属桃金娘科植物，分佈较广，从马来群岛至中印半岛。我国海南岛及广州一带都有栽种，为广州近郊著名果树之一。果实成熟时中空，内常藏有种子1—2颗，摇之格格作声。每颗成熟种子可萌发5—8株幼苗。

关于多胚现象，在被子植物方面目前积累了不少资料，例如杜果 *Mangifera*⁽⁹⁾，柑桔 *Citrus*，丁子香 *Eugenia*^(8, 11)，紫玉簪 *Hosta*⁽³⁾，苦瓜 *Momordica* *Charantia*⁽⁹⁾，海枣 *Phoenix*⁽¹⁰⁾，韭 *Allium tuberosum*⁽⁴⁾，*Pachira oleaginea* (木棉科)等，在裸子植物方面，分裂多胚现象如松 *Pinus*⁽¹⁾等，都有记载。

至于多胚现象的含义，学者的见解是不一致的如苏联学者 Яковлов⁽⁵⁾认为，在同一个雌配子体中所发育的多个胚，是多胚现象。另一些学者如 Leeuwenhook⁽¹⁷¹⁹⁾，Maheshwari⁽⁷⁾，Schnarf⁽¹⁹²⁹⁾，Lebègue⁽¹⁹⁵²⁾，Я. C. 莫基列夫斯基⁽⁴⁾等的研究，认为多胚现象是指在胚珠发育过程中，形成两个以上的胚。我们研究的蒲桃，就属于这个范畴的。除了上述的多胚现象外，还有所谓假多胚现象；即在一个胚珠的珠心中，能够同时正常发育两个以上的胚囊，或在一个胚珠中，以不正常的方式形成两个珠心，每个珠心有一个胚囊，它们被同一的珠被所包围，这样也可以导致多胚现象的⁽⁴⁾。

被子植物的多胚现象是客观存在的，作为个体发育来说，多胚现象究竟有什么生物学意义？目前进行这方面研究不多。据 Васплбщов⁽¹⁹⁵¹⁾认为，多胚现象可能产生丰富遗传性的种子，强的可塑性及更适于外界环境的后代；又据王伏雄⁽¹⁾认为多胚的发生，为植物有机体选择最合适于一定发育条件的胚，提供有利的条件，这样的胚是具有最大的生活力与适应性的；根据 Maheshwari⁽¹⁹⁵⁵⁾⁽⁷⁾ 研究报导，不定胚有代替有性繁殖以产生后代的推测。此与本文观察的情况似有相同之点。总而言之，关于这方面的研究还是很少很少，极需进一步深入，作者拟打算在此观察的基础上，进而探讨它的生物学意义。

现在曾有人进行人工多胚现象的研究，如 Haberlandt 用针刺和压子房的方法，对拉马克月见草 (*Oenothera Lamarckiana*) 获得人工不定胚的试验，以及 Я. C. 莫基列夫斯基⁽⁴⁾ 在山烟 (*Nicotiana*) 的类似试验，从反足细胞也得到不定胚。最近胡适宜⁽³⁾ 用生长素处理的方法，对紫萼 *Hosta* 获得人工不定胚的试验。

二、材料和方法

用作观察研究的材料，采自栽于我系植物园内两株比较高大的蒲桃树，据该园的工作同志说：它们在1950—1951年间，从广州市郊罗岗移苗栽种的，至今约有十三年。自1960年3月至6月底，采集了第一批材料，供作一般胚体发育过程的观察。1961年3月至6月底，又采集了第二批材料，作为胚及胚乳发育的观察。这批材料与第一批不同，都预先经过一次人工辅助传粉（即在花刚开放时，使两花朵靠近，互相接触）。经过辅助传粉的花，分别系上号牌。蒲桃花的开放时间，是从每天下午四时直至隔天上午七时半左右陆续开放的。我们的工作时间，是在每天下午四时半至七时及早上六时至七时半进行辅助传粉的。分别在辅助传粉后十二小时、一天、一天半、二天、二天半、三天、四天、五天、六天、七天、十天、十二天、十五天、二十天、二十五天等各期收集材料一次。至于萌发试验的材料，直至果实完全成熟时才收集。

材料的固定用蟻醛——醋酸——酒精液；蟻醛——丙酸——酒精液及納瓦申液。作为孚尔根核反应的材料，则用卡罗氏液进行固定。对稍大的材料，则先将一部分心皮除去，然后固定，至后期较大的材料，则将心皮剥开，并小心将胚珠从子房中取出，然后固定。

观察的切片采用一般石蜡法制成连续切片。切片的厚度是8微米，但作为胚囊、胚及胚乳发育的切片，其厚度是12微米。供作核反应的切片，其厚度是5微米。染色用铁矾苏木精，有些并用曙红对染及孚尔根核反应进行染色。

为了观察多胚现象在种子后期形成情况，解剖了不少种子，进行观察和数目统计。为了探索一颗种子的各个大小胚体的生活力，曾作种子萌发试验及幼苗生长情况等观察。

三、观察

1. 胚囊的发育

蒲桃的子房是二室的（但成熟的果实，往往因室隔的消失变为一室），每室约有倒生胚珠40颗（此与“广州植物志”的记载不同），通常祇有一至二枚胚珠，能发育成为种子。胚珠仅具单层珠被，珠心由多层细胞组成。胚囊的发育属五福花型（*Adoxa* type），此与Pijl^[11]观察不同。其发育过程：先在珠心中分化出一个大孢子母细胞（图2），大孢子母细胞的核分裂为二，此时二核分别排列在胚囊的两极（图3），随后再经二次分裂，成为八核胚囊（图4）。卵细胞较大而明显，在珠孔端正中部分（图5）；极核和反足核明显，核大，着色深，容易观察；助细胞寿命短，很早便退化。应用孚尔根核反应染色观察，开花前卵细胞是负反应，开花2—3天后则为正反应。这很可能与受精过程的同化作用有关。

蒲桃胚囊的发育，大多是不够健全的。从观察过的500多张不同发育时期的切片，有正常发育的胚囊不多，其百分率约10—15%左右。有些切片虽开了花几天，看到的胚囊祇有一小小囊状结构，而它的邻近则为很大部分的珠心组织所包围，在珠心组织上，往往出现许多个不定胚的原始细胞。

2. 合子胚及不定胚的发育

合子的休眠期较长，开花后约经7—10天，才进行分裂。至13天后，可以看清由单列细胞组成的胚柄和柄顶的原胚作球状体的结构（图6）。与合子分裂差不多同时，甚至比合子第一次分裂更早些，在珠心组织上已出现有数个不定胚的原始细胞。以后合子胚与不定胚继续发育，大概原胚时期可延续一个多月之久。在一个发育的胚囊内，通常有7—10个原胚可同时发育，个别的胚囊可达12个以上。胚的发育在后期显得很大差异，一些发育好的则大些，另一些发育差的则小些。因此在成熟的种子中，完全分化的胚之间的差异有十多倍。由于差异得大，引起我们作生活力的探讨。曾将一些成熟的种子，分别进行萌发试验，都获得良好效果，幼苗阶段的生长基本上是齐一的。平均每枚种子可生出5—8个幼苗（图1）。成熟的胚因彼此在种皮内互相挤压，各枚胚体的形状很不一致。它们的两枚子叶都是不等大的，形状也特殊，与一般植物的扁平薄片状子叶不同，而成球块状。夹于两枚球块状子叶间的胚芽和胚根都很小，要特别留意才能看出。

至于不定胚的起源和发育问题，我们作了较为详细的观察。蒲桃的种子是普遍有多胚现象的。从胚珠和胚囊的发育过程中，我们观察了不少切片。大多珠心组织都可看到10个左右不定胚的原始细胞。关于多胚的来源，从我们观察的早期胚珠发育切片，知道不定胚的来源，是由靠近珠孔地方的珠心表皮细胞或由离珠孔稍远些近珠心中部的上述细胞发育而来（图8）；另一种情况是由珠被表皮细胞发育来的（图11）。形成不定胚的珠心表皮细胞及珠被表皮细胞，明显地与邻近的珠心细胞和珠被细胞不同，它们具有浓厚的细胞质和更深的颜色，核大，有过渡到与分生组织相类似的特征（图7）。它们在很早时期甚至在胚囊形成之前，已经能够识别出来。这些不定胚的原始细胞，约在开花后5天便可进行分裂，最初是平周分裂，接着垂周分裂，以后便进行各方向的分裂，而形成球状体，所有这类原胚未看到胚柄出现。

合子胚与不定胚的分别及其发育时间问题，根据一般双子叶植物的合子胚发育特征，在原胚期是具胚柄的，又靠珠孔端的胚，应该是合子胚，其它没有胚柄的在珠孔端侧面或散在胚囊腔四周的胚，应该是不定胚（图9）。但发育到后期，各类胚逐渐变大，彼此挤成一团，那时就难于分别何者是合子胚，何者是不定胚了（图10）。至于它们的发育时间问题，上面已略为提及，从大多数切片的观察，知道有二种情况：第一种情况合子胚尚未进行分裂，而不定胚早已进行分裂，逐渐发育形成球状体；第二种情况，合子胚与不定胚差不多同时进行发育，所形成的原胚差不多大小，但不定胚的数目总比合子胚为多（图9）。在大多数切片的观察似乎全是不定胚，合子胚往往不易看到，这可能卵细胞没有受精就退化了，也可能与制片技术有关。当原胚发育到25—30天之后，在球状的原胚顶端开始沿两侧作马鞍形分化，产生两枚子叶。两枚子叶起初是平衡发展的，后来一枚发育快些大些，另一枚发育慢些小些，因之它们显出明显的差别。

3. 胚乳的发育

胚乳的发育属沼生目型（Helobial Type）。初生胚乳核第一次分裂为两个细胞，明显分成两个部分（图12），即珠孔室和合点室，这两部分的分裂是不平均的。珠孔室比合点室大许多倍，而且珠孔室的核分裂很快，产生很多游离核，构成薄层囊状物（纵切面为带状）（图13）。大约开花20天后，游离核的繁殖已接近后期，此时珠孔端的游离核，开始

产生细胞壁，也有胚囊腔侧面的胚乳核，先形成细胞壁的。以后逐渐由珠孔端向合点端，或从这一侧面向另一侧面形成细胞壁（图14，15）。大约经过10天，胚囊腔的四周都为多层胚乳细胞所布满。

游离核的分裂，游离核有两种分裂方式：即有丝分裂和无丝分裂。

（一）无丝分裂，这种方式，在游离核初期发育比较普遍，而有丝分裂此时则未见到（这可能与材料的收集时间有关）。无丝分裂的方式，我们的观察，大概有下列两种方式：

直接分裂。这是最普遍的一种无丝分裂。先核仁分裂为二，随着整个核也分裂为二。两个子核可以几乎等大，也可以一个子核大，而另一个子核较小（图16）。

出芽。这种情形，看见不多。进行出芽繁殖的游离核，可以在表面长出突起，以后脱离母核，成为独立的子核。

（2）有丝分裂。多见于游离核分裂的后期及胚乳细胞的初期发育。在这段时期，有丝分裂的早期、中期、后期到末期都容易看到。

此外，有些切片，还可看见一些游离核，比一般的大，其中有多枚核仁，其大小也可不一致。

当初生胚乳核发育到游离核时，甚至二极核尚未融合时，我们都看到不定胚的球状体。因此上面推论不定胚的发育先于合子胚的发育是正确的。

總 結

1. 蒲桃胚囊的发育属五福花型，胚乳的发育属沼生目型。多数胚囊的发育是不够健全的。

2. 在合子受精发育为胚的同时或早些，在珠孔端附近的一些珠心表皮细胞，进行分裂产生不定胚。成熟的种子一般具有5—8枚胚体，但在原胚初期的原始细胞，可达10以上。

3. 在原胚时期有难于找到合子胚的现象。不定胚有代替有性繁殖的合子胚进行繁殖的趋势。

参 考 文 献

1. 王伏雄：落羽杉科的初期胚胎学发育。植物学报1953，2卷，3期，409—416。
2. 王伏雄、钱南芬：棉花胚乳的初期发育。植物学报1957，6卷，1期，29—38。
3. 胡适宜：紫萼多胚现象的研究。植物学报 1930，9卷，2期，147—153。及植物学报 1963，11卷，1期，16—25。
4. 莫基列夫斯基，Я. С.（赵世绪译）：被子植物胚胎学。1953，北京农业大学版。
5. Яковлев, М. С.: Основные Типы Полиэмбрионий Выстих Растений. 1957 Морфология и анатомия растений. IV, 201-210.
6. Agrawal, J. S. and Singh, S. P.: Nucellar polyembryony in *Momordica charantia* Linn., Sci. and Culture. 1957, 22, 11:630-631.
7. Maheshwari P., Chopra R. N.: The structure and development of the ovule and seed of *Opuntia Dillenii* Haw. Phytomorphology 1955, 5, 1: 112-122.

8. Roy, S. K.: Embryology of *Eugenia malaccensis* Lam. Cur. Sci., 1960, 29, 5, 189-190.
9. Sachar, R. C., Chopra R. N.: A study of the endosperm and embryo in *Mangifera*, Ind. J. Agr. Sci., 1957, 27, No. 2.
10. Saktharam Rao J.: Polyembryony in *Phoenix dactylifera* L. Sci. and Culture, 1957, 22, 12: 686-687.
11. Van der Pijl, L.: Über Die Polyembryonie bei *Eugenia*. Rec. Trav. Bot., Nèerland., 1934, 31, 114-187.

An Observation on the Embryonic Development and Origin of Polyembryony of *syzygium Jambos*.

H. Y. Mai

(Department of Biology, Hua-Nan Normal College)

Abstract

1. The development of the embryo-sac of *Syzygium jambos* (L.) Alston belongs to the Adoxa type and the development of its endosperm belongs to the helobial type. The majority of the embryo-sac development is unhealthy.
2. The development of the adventive embryos takes place at the same time when the zygotic embryo develops from the fertilized egg or a little earlier and is initiated from some epidermal cells of nucellus at the micropylar end by cell divisions or from some epidermal cells of integument by cell divisions. Usually 5-8 embryos are developed in the mature seed but during the proembryo stage they are often over 10 in number.
3. During the proembryo stage it is occasionally difficult to find the zygotic embryo. The development of the adventive embryos has the tendency of replacing the zygotic embryo.

圖 版 說 明

图版 I



图 1

从一枚种子萌发数个幼苗的过程 ($1 \times \frac{1}{2}$)

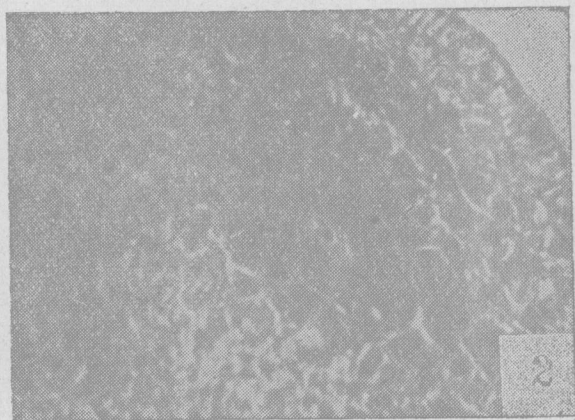


图 2

大孢子母细胞时期 (6×62) $\times 2 \frac{1}{2}$



图 3
二核胚囊时期 $(6 \times 62) \times 2\frac{1}{2}$

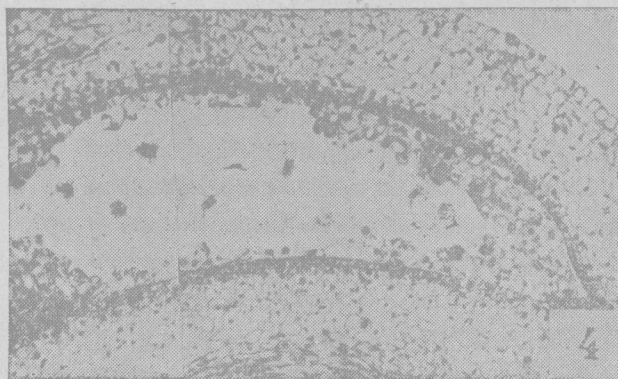


图 4
八核胚囊时期 $(10 \times 10) \times 2\frac{1}{2}$

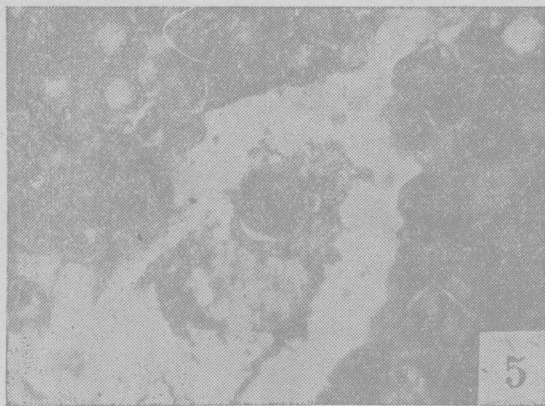


图 5
胚囊的珠孔端，示一卵细胞 $(6 \times 45) \times 2$



图 6
示珠孔端由受精卵发育的幼原胚
 $(10 \times 10) \times 2\frac{1}{2}$

图版 II

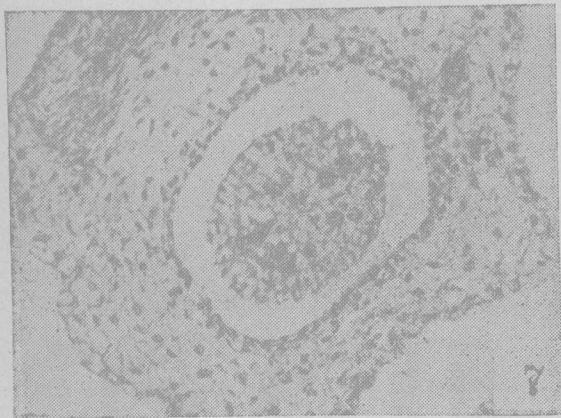


图 7
示花蕾期的珠心组织上不定胚的原始细胞
(10×10) × 3½



图 8
开花 5 天，珠心组织上不定胚的原始细胞，
进行第一次分裂 (10×10) × 2½

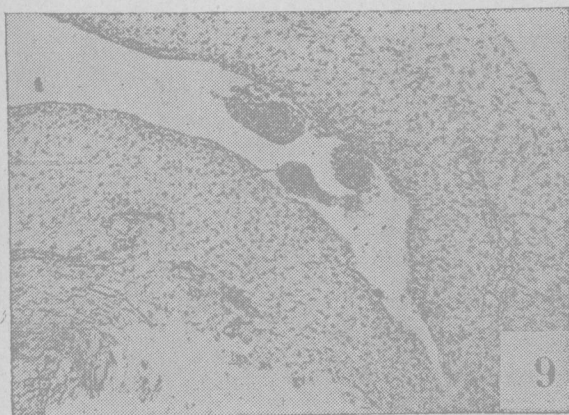


图 9
胚囊的珠孔端示 3 个幼胚，其中具胚柄的是
合子胚 (6×10) × 2½

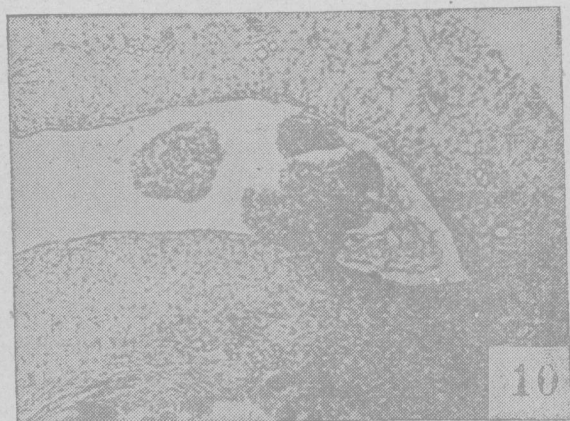


图 10
胚囊的珠孔端，示 5 个幼原胚
(6×6) × 2½



图 11
示由珠被细胞发育的原胚
(10×10) × 2½



图 12
胚囊的合点端，示合点室和珠孔室的一部分，
其中已形成胚乳游离核 (10×10) × 2½

图版Ⅷ



图 13
示胚乳的游离核 1 及原胚 (6×6) × 2½



图 14

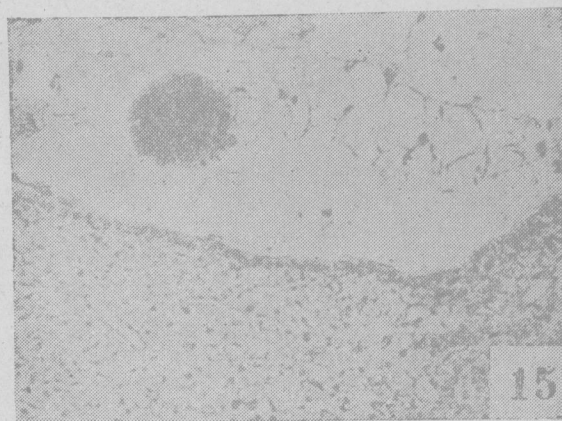


图 15

14—15 示胚乳的游离核逐渐形成胚乳细胞的情形和 1 球状的原胚
(6×6)×2 $\frac{1}{2}$ (10×10)×2 $\frac{1}{2}$



图 16

示胚乳的游离核一部分 (10×62)×3

毛竹三至七年生纖維长度的比較

何天相

刘逸英 朱丽芳

(华南農學院林學系) (广东省建筑材料研究所)

毛竹(*Phyllostachys pubescens* Mazel ex H. de Lehaie)別称江南竹、孟宗竹、南竹、茅竹……,分佈于长江流域,常栽于海拔400—700米的阳坡。竿高13—20米以上,直径常为10—12厘米,节間长度可达27厘米;地下莖为单軸型(耿以礼等,1959)。⁽⁶⁾毛竹用途甚广,也是竹筋混凝土中最重要的竹材。

本文从三至七年生竹竿:依节間順序,比較其平均纖維长度;在同一节間的橫切面,分外部(竹青附近)、中部和内部(竹簧附近),比較其纖維长度分配。

关于毛竹纖維长度,宇野昌一(1929)(竹内叔雄,1932⁽¹⁵⁾)量定5年生材料。宇野⁽¹⁷⁾于1940年繼續研究。喻誠鴻李沅二位先生(1955)⁽¹⁰⁾描述毛竹纖維长度。溫太輝先生(1955)⁽⁸⁾曾对浙江剛竹属7种、6变种和3变型包括毛竹,量定其纖維长度。对湖北东南一带毛竹,戴倫焰等3位先生(1959)⁽¹⁴⁾量定第二年、第三年、第四年和第六年的纖維长度。最近李正理靳紫宸二位先生(1960)⁽¹⁾也量定浙江剛竹属3种包括毛竹的纖維长度;并繪制有关图表(靳、李,1962⁽¹³⁾)。

在毛竹維管束方面,宇野昌一⁽¹⁷⁾曾予研究。余仲奎沈兰根二位先生(1944)⁽²⁾提出維管束分佈密度与部位之关系。喻誠鴻張汝煒二位先生(1957)⁽¹¹⁾研究机械組織(即纖維含量)分佈規律及其变异趋势。戴先生等⁽¹⁴⁾介紹木質部和韌皮部的量与纖維束的量之間变化。李先生等⁽¹⁾着重研究竹竿中段的維管束輪廓和构造,提出維管束系列类型。

材 料 和 方 法

1. 原 竹 採 集

本文觀察的原竹,为前华南竹材利用研究委员会整批試材60株的一部分。由华南植物研究所賈良智先生,⁽¹²⁾率領竹委会竹材品种生态研究組,于1956年9月10~12日,采自广东連县洛阳乡大营村九曲岭和冲头竹山。参考賈先生报告,⁽¹²⁾該竹山的地形和土壤,有利毛竹栽培。(溫太輝,1957。⁽⁹⁾)此地夏季温度高、湿度大、雨量多,适宜竹的生长。(竹内叔雄,⁽¹⁵⁾溫太輝。⁽⁹⁾)此地毛竹与杉混生。植株尙称健壮,常高12~20米,直径12~15厘米。

因竹山坡度較大,采运不便,可得老年毛竹备供研究。关于竹龄,主要根据当地老竹农刘水兰同志的經驗和竹材品种生态研究組的判断。該山毛竹以双年为当年,故3、5和7年生的竹較多,而2和4年生的极少。当伐取試材前,在其砍伐地方註明原竹的节間順序,在竹竿上写上年龄。作者等研究材料分配如表1。

表1 毛竹的三至七年生原竹的分配

採集号	制 片 竿 号	海 拔 高	坡 向	坡 度	竹 竿 年 龄
21	I	510米	S52°E	40°	3年
23	III	510	S52°E	40°	4
25	V	510	S52°E	40°	5
27	VII	510	S52°E	40°	6
29	IX	510	S52°E	40°	7
51	II	515米	N34°E	40°	3年
53	IV	515	N34°E	40°	4
55	VI	515	N34°E	40°	5
57	VIII	515	N34°E	40°	6
59	X	515	N34°E	40°	7

2. 竹 环 选 擇

上述10条三至七年生毛竹，其节間数不等。为了比較，从第9节間至第36节間，参考茶杆竹的处理，⁽⁴⁾分別量定节間的长度（单位厘米）；选择竹环，量定其直径（单位同上）和壁厚（单位同上）。（表2）同年的竹子，有2条原竹。每一竹竿有28个节間，即56个竹环。10条三至七年生毛竹，共得280个竹环。

3. 离 析 材 料

与茶杆竹⁽⁴⁾一样，在毛竹的每个竹环，分选2小条外部的竹枝，2小条中部的竹枝和2小条内部的竹枝。将每部份2小条竹枝做一張离析制片。上述280个竹环，共做840張离析制片。每張制片黏上年齡、竿号、节間号（=竹环号）和竹环部份的标签。

4. 投 影 量 定

将每張离析材料制片，通过投影显微鏡，在“投影量定环”上，^(4, 18)从大約500条纖維中，随机选择50条，量定其长度（单位微米）和記錄。上述不同年生280个竹环的840張离析制片，分別不同部分，共量42000条纖維（表3）。

毛竹纖維长度的量定数字如次：

同一年生的2条竹子×28个竹环×3个部分×50条纖維=8400条纖維。

8400条纖維分配如下：2条竹子每一部分（外部、中部或内部）有2800条纖維；2条竹子同一序数（节間号）的竹环的3个部分（即整个竹环）共有300条纖維。其中每一部分有100条。（表3）

表2 毛竹的节間长度竹环直径和竹环壁厚的最大值和最小值在不同年生竹竿的节間順序上比較

节間号	节間长度(厘米)					竹环直径(厘米)					竹环壁厚(厘米)					备 註
	三年竹竿	四年竹竿	五年竹竿	六年竹竿	七年竹竿	三年竹竿	四年竹竿	五年竹竿	六年竹竿	七年竹竿	三年竹竿	四年竹竿	五年竹竿	六年竹竿	七年竹竿	
36	—	—	—	—	—	5.81	6.28	5.85	5.96	5.70	0.56	0.60	0.59	0.55	0.53	
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
32	—	39.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
28	42.45	—	37.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
26	—	—	—	40.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
25	—	—	—	—	35.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
23	—	—	—	—	35.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.07	1.06	—	
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.05	—	—	1.06	1.07	
9	19.40	21.50	21.75	22.40	20.85	11.39	12.76	11.74	11.69	11.29	—	1.06	—	—	—	
9-36	35.00	34.37	32.12	35.10	31.74	8.91	9.56	8.81	9.04	8.87	0.81	0.83	0.81	0.81	0.78	平均值 (同一年生 2条竹子有 关的节間)

表 3 毛竹的三至七年生平均纖維長度的最大值和最小值在相異節間和部分之間的比較

節 間 号	三 年 竹 筴				四 年 竹 筴				五 年 竹 筴				六 年 竹 筴				七 年 竹 筴				備 註
	外 部 微 纖 維	中 部 微 纖 維	內 部 微 纖 維	整 環 微 纖 維	外 部 微 纖 維	中 部 微 纖 維	內 部 微 纖 維	整 環 微 纖 維	外 部 微 纖 維	中 部 微 纖 維	內 部 微 纖 維	整 環 微 纖 維	外 部 微 纖 維	中 部 微 纖 維	內 部 微 纖 維	整 環 微 纖 維	外 部 微 纖 維	中 部 微 纖 維	內 部 微 纖 維	整 環 微 纖 維	
36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9-36	1918	1873	1750	1847	1835	1770	1679	1761	1855	1814	1714	1795	1852	1801	1706	1786	1823	1784	1704	1770	平均 值 (同一年生2条竹子 有关的節間)

計算和比較

表2和表3的一切量定,以算术平均表示。依此进行10条三至七年生竹子第9至第36节間的有关比較。

1. 節間長度竹环直徑和竹环壁厚

三至七年生毛竹,每組仅有原竹2条。不如茶杆竹⁽⁴⁾或撑篙竹⁽⁵⁾,在同一年生竹竿,随节間順序的上升,追跡其节間長度、竹环直徑和竹环壁厚的变化(表2)。表2仅将不同年生竹竿,分別列出其节間長度、竹环直徑和竹环壁厚的最大值和最小值所在节間位置,以資参考。

不同年生毛竹的节間長度,其最小值皆在第9节間;但最大值所在节間位置,并不一致。概括言之,节間的長度随节間順序的上升而增加,当其長度达相当程度时,則随节間順序的上升而下降。

竹环直徑的最大值和最小值所在位置,在不同年生毛竹之間都是如此。前者在第9节間,后者在第36节間。因毛竹第1至第8节間未經观察,今仅知竹环的直徑,普通随节間順序的上升而减少。

竹环壁厚的最大值,在不同年生毛竹之間,皆接近第9至第11节間。而最小值所在位置,皆在第36节間。毛竹的第1至第8节間亦未观察,今亦仅知竹环的壁厚,一般随节間順序的上升而减少。

2. 平均纖維長度

三至七年生毛竹,每一年齡組仅有2条竹子。在同一节間号的竹环橫切面,每一部分(外、中或內)只量定100条纖維。不能与茶杆竹⁽⁴⁾或撑篙竹⁽⁵⁾一样,在同一年生竹竿,随节間順序的上升,追跡其平均的外部纖維、中部纖維或內部纖維的長度变化(表3)。表3仅将不同年生的竹竿,列出外部、中部和內部的纖維長度的最大值和最小值所在节間位置,以資参考。

在不同年生竹竿,相异部分的平均纖維長度,其最大值在第17节間之前者占80%。其中以三年生、四年生和六年生3組竹子的一切部分,都是如此。上述平均纖維長度的最小值,在第17节間之后者占83.3%。其中以三年生和四年生2組竹子的一切部分都是如此。四年生竹子一切部分纖維長度的最大值,位于第9和第10节間,其最小值完全在第28节間。

同年竹子每一节間的整环的平均纖維長度,来自每个竹环的300条纖維。在三至七年生竹子,整环纖維長度的最大值所在位置,在第17节間之前者占70%。其中是四至六年生3組竹子。至于平均的整环纖維長度的最小值所在位置,皆在第17节間之后。

不同年生竹竿,相异部分的平均纖維長度,其外部纖維无疑比中部纖維长些;中部纖維依次比內部纖維长些(表3)

在三至七年生毛竹之間平均纖維長度的比較,从中部纖維、內部纖維和整环纖維而言,三年生纖維絕對系最长,依次为五年生的、六年生的和七年生的,而以四年生纖維为最短。外部纖維仍以三年生的为最长;依次为五年生的和六年生的;但四年生的比七年生的为长些。

整 环 纖 維 長 度

不同年生毛竹的平均整环纖維长度，其每个竹环的平均值，来自 300 条纖維，故能随节間順序的上昇，追跡其变化。經比較后，三至七年生的毛竹，除四年生外，其整环纖維长度随节間順序的上昇，常为波动的增加；当长度达相当程度时，則随节間順序的上昇，常为波动的減少。四年生的整环纖維长度，在开始觀察的第 9 节間之后，即作波动的減少。上述整环纖維长度的变化，在不同年生毛竹之間，仍未寻出可供比較的现象。（表 4，图 1）

表 4 毛竹相异节間之間整环的平均纖維长度在不同年生竹秆上分別与其平均值的比較

节 間 号	整 环 纖 維 (微米)										备 註
	三年竹秆		四年竹秆		五年竹秆		六年竹秆		七年竹秆		
	平均纖維长度	与平均 值比較	平均纖維长度	与平均 值比較	平均纖維长度	与平均 值比較	平均纖維长度	与平均 值比較	平均纖維长度	与平均 值比較	
36	1827	-20	1737	-24	1765	-30	1772	-14	1718	-52	同一年生 2 条竹 子的材料
35	1853	+ 6	1762	+ 1	1790	- 5	1732	-54	1725	-45	
34	1829	-18	1718	-43	1770	-25	1800	+14	1770	0	
33	1857	+10	1734	-27	1765	-30	1784	- 2	1769	- 1	
32	1853	+ 6	1725	-36	1783	-12	1775	-11	1779	+ 9	
31	1865	+18	1712	-49	1832	+37	1766	-20	1748	-22	
30	1869	+22	1775	+14	1814	+19	1778	- 8	1700	-70	
29	1808	-39	1759	- 2	1773	-22	1800	+14	1769	- 1	
28	1811	-36	1651	-110	1784	-11	1747	-39	1806	+36	
27	1842	- 5	1723	-38	1799	+ 4	1805	+19	1777	+ 7	
26	1796	-51	1795	+34	1826	+31	1735	-51	1831	+61	
25	1853	+ 6	1784	+23	1794	- 1	1756	-30	1769	- 1	
24	1800	-47	1794	+33	1767	-28	1814	+28	1773	+ 3	
23	1850	+ 3	1756	- 5	1790	- 5	1781	- 5	1790	+20	
22	1835	-12	1738	-23	1788	- 7	1783	- 3	1803	+33	
21	1892	+45	1783	+22	1754	-41	1812	+26	1748	-22	
20	1852	+ 5	1746	-15	1788	- 7	1837	+51	1795	+25	
19	1863	+16	1719	-42	1804	+ 9	1804	+18	1746	-24	
18	1812	-35	1813	+52	1803	+ 8	1823	+37	1766	- 4	
17	1813	-34	1742	-19	1796	+ 1	1851	+65	1767	- 3	
16	1882	+35	1809	+48	1830	+35	1787	+ 1	1742	-28	
15	1875	+28	1784	+23	1787	- 8	1820	+34	1729	-41	
14	1892	+45	1800	+39	1836	+41	1767	-19	1740	-30	
13	1838	- 9	1791	+30	1823	+28	1784	- 2	1797	+27	
12	1842	- 5	1766	+ 5	1809	+14	1780	- 6	1777	+ 7	
11	1868	+21	1725	-36	1799	+ 4	1768	-18	1807	+37	
10	1891	+44	1831	+70	1757	-38	1756	-30	1822	+52	
9	1851	+ 4	1841	+80	1820	+25	1792	+ 6	1800	+30	
9-36	1847		1761		1795		1786		1770		平 均 值