

油 棕 植 物 学

唐加森著 (马来西亚)

李文政 译

西南林学院

一九八六年十月

杨元昂
刘亚翠 先生指正。

李文政 86.11

目 录

一、概论.....	(1)
(一) 起源.....	(1)
(二) 果形.....	(1)
二、生长发育.....	(2)
(一) 种子的萌发.....	(2)
(二) 苗木.....	(2)
(三) 顶芽的发育.....	(3)
(四) 叶的生长.....	(3)
(五) 树干的生长.....	(4)
(六) 根系.....	(5)
三、繁殖.....	(6)
(一) 花源.....	(6)
(二) 花序的发育.....	(9)
(三) 营养体的繁殖.....	(10)
四、美国油棕 <i>Elaeis oleifera</i>	(11)
(一) 形态.....	(11)
(二) 花序.....	(11)
(三) 果实.....	(11)
(四) 美国油棕的油脂.....	(12)
(五) 种间杂交.....	(12)
五、致谢.....	(13)
六、参考文献.....	(13)

油 棕 植 物 学

唐 加 森 著

(马来西亚、森美兰、巴唐梅拉卡。邓洛普研究中心)

一、概论

油棕 (*Elaeis guinensis*, Jacq), 在解剖结构方面与椰子属 *Cocos* (例如: 椰子) 相似, 椰子属和其他一些属在棕榈科里组成椰子族, 是单子叶植物中的一个明显的分类群。

在幼苗期, 初长幼叶时, 首先出两片小叶鞘, 紧接着长出五片披针形单叶和四枚二叉状叶, 最后, 这些叶片呈羽状。一片单叶以及胚根和须根要四个星期才能长成, 羽状分裂的叶在12月长成。

在野外栽植大约三年后或四年后萌发, 其树干也开始发育。在成熟阶段, 发育成单一的圆柱形的树干。叶基宿存, 树冠由羽状复叶组成。

着生在叶轴上的小叶成两行, 以不同角度分生于叶轴两侧。其叶为对生小叶 (呈屋顶形或扁平形) 生长, 对生小叶为偶数, 呈羽状 (无休眠小叶)。叶基和穗状果序有短刺。

油棕是雌雄同株的, 即是产生雄花和雌花, 在某些时候成熟期里, 还会从叶腋里生出两性花来, 果实螺旋状排列在紧密的小穗状果序上。其果在植物学里, 属于核果。果皮由三个典期的层次构成, 即: 外果皮 (外层皮)、中果皮 (中层果肉, 其中含棕油) 和内果皮 (一硬壳内藏果仁, 果仁含果仁油以及为幼胚贮备的其它养料)。种子由种仁中的胚芽组成, 种仁外面包着一层种皮 (种皮外层)。

(一) 起源

油棕起源于西非的几内亚沿海, 至今在热带西非国家尚有野生和半野生的油棕生长。十五世纪, 葡萄牙人将其引入巴西和其它一些热带国家栽培; 直到十九世纪, 即1848年荷兰人由阿姆斯特丹向西非进口油棕种子时, 人们在印度尼西亚的博果尔城试栽了4株油棕, 结果, 油棕才在这些国家中发展起来。在德利, 人们曾将这类苗木的次代油棕作为观赏植物进行栽培, 这种次代油棕因此而被称为德利厚壳油棕 *Deli durn*。其果壳厚, 色浅, 外层果肉比非洲油棕要厚得多。

1917年, 油棕首次作为经济植物种植在马来半岛瓜拉雪兰茂, 特南马兰种植园内。自1961年以来, 种得最多的油棕树种是德利厚壳杂种油棕 *tenera* (*Deli dura* X *pisifera*)、并且, 该树种曾一度成为马来西亚作为经济植物栽培的唯一油棕种类。至于马来西亚后来引种的油棕, 哈特利已作了详尽的论述 (见参考文献12)。

(二) 果形

早在1902年, 普罗伊斯便发现在刚果, 喀麦隆和尼日利亚亩地有油棕薄壳果形的存在 (即 *tenera*)。

油棕果壳的厚度是由一个单一的基因控制的。厚壳油棕的纯合子为dura, (sh⁺, sh⁺), 因而就长出厚壳。而无壳油棕的纯合子是pisifera (sh⁻, sh⁻), 因而就无壳。厚壳油棕和无壳油棕杂交后便产生了杂种油棕; 这种杂种壳薄, 在硬壳和中果皮之间有一层纤维组织。结果杂种油棕的中果皮部比厚壳油棕的含油量要高。

目前, 油棕主要根据其果实特征和形状来分类的, 象范德韦昂和罗尔斯所论述那样。现将目前分类情况小结于表一中。

表一 油 棕 果 实 的 分 类

果 实 颜 色	果 实 特 征 (根据外观)	果 形 (根 据 其 硬 壳 的 厚 度)		
		厚 壳	薄 壳	无 壳
紫 色 (常 见)	稍 带 黑 色	dura 厚 壳 油 棕	tenera 杂 种 油 棕	pisifera 无 壳 油 棕
绿 色 (不 常 见)	带 绿 色	dura 厚 壳 油 棕	tenera 杂 种 油 棕	gracilinux
白 色 (罕 见)	带 白 色	dura 厚 壳 油 棕	---	---
被覆盖, 未覆盖	稍 带 黑 色	dura 厚 壳 油 棕	tenera 杂 种 油 棕	---
被覆盖, 未覆盖	带 绿 色	dura 厚 壳 油 棕	tenera 杂 种 油 棕	---

二、生长发育

(一) 种子的萌发

在自然条件下, 油棕种子的发芽率变化极大。在干旱季节, 可由一段高温(38°—40°C)时期, 促使萌发催芽之后, 一开始降雨, 种子便会迅速萌发。这种现象在季节性气候(如尼日利亚)条件下最为显著。按照商业上的习惯厚壳油棕种子在湿度为17.5%到18.5%, 温度为38°C时持续40至60天的情况便可以潜伏成熟。然后把受热的种子浸泡水中, 以获得22%±1%这一最适湿度, 直到装塑料袋(温度为29°C)内继续萌发为止。在三、四天之内即可发芽。

当种子发芽, 其胚发育时, 子叶的芽已开始扩大, 但却仍然处于种子的内种皮之中, 并起到呼吸器官的作用。这种呼吸器官会产生酵素, 酵素能把胚变为可溶物质, 而可溶物质又可以(通过)穿过子叶而成为(易位)三个月期间油棕幼苗的养料, 并直到幼苗能通过光合作用获得养料为止。这类萌芽被称为地下萌芽。

(二) 苗木

关于油棕苗木问题, 里斯曾作过精辟的说明和论述。在苗木的早期生长阶段, 胚根最先

形成，直到胚根长到1厘米时，胚芽才得已开始形成。开头两个月，正发育中的幼芽的生长主要是依靠储留在胚乳中的养料。

杂种油棕幼芽在四周内便会生长出两个叶鞘，第一片绿色的披针形叶以及长长的胚根和很多须根（不定根）。

四个月之后，幼苗就能长出6片内藏的绿叶，其中第一片为二叉状的，发育到这一阶段，即可把这类的幼苗正式移入野外苗圃的大塑料袋中。

大的塑料袋中的苗木大约一年会长出大约十九片绿叶，其中有五片披针形叶，四片二叉状叶和十片羽状叶。这一阶段便是野外实地栽植的理想阶段。

（三）顶芽的发育

油棕仅有一个顶端生长点。其苗端结构显示为一层膜被，很多不规则排列的细胞，以及由这些细胞构成的苗端的内体，内体不似形成层的初生带在发育后一年时便会发育成长起来。（这种现象形成层一样的）初生带在四年生顶芽中会生长出明显而大面积的组织，这对于茎的生长发育关系重大。分生组织（区）的主动生长发育会促使在野外种植了三年的油棕在开始往高处生长之前便形成了宽大的茎基。

初生叶呈螺旋状围绕茎顶排列，在叶轴与茎之间的叶腋形成连续邻近的 124° — 128° 角度。

顶端分生组织主要是产生树叶的分裂组织。因此，这种分裂组织对于茎组织并不起作用。

（四）叶的生长

初生叶出现的侧生结构是由顶芽所形成并得已生长发育的。初生叶由三个主要部分组成：叶柄、叶轴和叶片。最初，叶柄甚为明显，图九所示的是不同角度和小叶不同发育阶段的继生幼叶（图略）。

其叶的发育分为三个不同的阶段：

1、叶轴开始伸长之前其小叶的生长发育。

2、当叶轴伸长时，叶柄还处于休眠状态的时候，和它一起的小叶还是折叠的，之后小叶逐渐长成。

3、在良好的气候条件下，叶柄伸长的最后阶段则恰好是叶片裂口的阶段。

随着幼苗的生长发育，油棕树便会接连不断地长起来，因此，树叶的总面积便会随着树龄的增长而增长。由于生长期为五个月的苗木便能长出苗木十一片叶，所以其总的叶子面积大约是七百九十六平方厘米，在披针叶初生阶段为二点三平方厘米，在二叉状叶初生阶段为三十六平方厘米，在羽状叶的初生阶段为二百零四平方厘米。

一株成熟的油棕树，其叶的面积约在九年内都会连续不断地增长。第十七片叶子的位置大约在树冠的正中间。其小叶约有三百五十至四百片，估计叶面积为十平方厘米，其干燥后的重量约为四点五公斤。

油棕叶面积的增长率随着树龄及环境条件变化而变化，譬如，一株（棵）油棕的最大叶面积就是大约在其生长的第十七个年头形成的。其在海滨地带的生长速度就比在内陆地带更快。

(一棵)成熟油棕具有四十至四十九片功能叶,其平均叶面积基于不同土壤条件下的不同长势可分别为二百五十四平方米到三百五十平方米。

油棕树叶的年生长率随树龄及气候的变化而异。表二所列举的典型数据便是对于生长在马来西亚种植园条件下的两种内陆土壤中的杂种油棕生长情况的记载。

在自然条件下,茎顶所具有的初生叶和未开口叶达五十多片,其数量与成熟油棕树的开口叶数相等。这与受气候条件和旧叶剪切影响的油棕叶开口比率非常相似。

表二 油棕叶在两种内陆土壤中的年生长情况

土壤型	油 棕 生 长 期 (以 年 计)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
重粘土(巴都阿南/榴连)	19.0	31.7	30.4	28.3	34.1	28.5	29.0	22.4	22.1
红壤(马六甲)	16.5	26.9	21.6	18.4	25.0	25.2	24.3	25.3	25.0

成熟油棕的叶子在茎上呈螺旋状排列,从而产生了两组螺旋;一组由八片叶子向一个方向排列,而另一组则由十三片叶子向另一个方向排列。换言之,在同一个螺旋中,每八片叶子着生一个方向,而在另一个螺旋中,每十三片叶子着生在另一个方向,这种情形是显而易见的。实际上,计算一株油棕的总叶数并不难,只要数出八叶螺旋的数量并乘以八,然后再加上不完整螺旋中的叶数即可得出总叶数。关于成熟油棕树干上叶的排列问题,托马斯、钱和伊陶三人已经作过论述。

(五) 树干的生长

油棕主干的伸长、生长发育不但受到遗传因素的影响,而且还受到环境和农艺因素的影响。表三所示的是位于邓洛普内陆土壤实验地内的杂种油棕干高的有关典型数据。

表三 在内陆土壤中不同树龄的杂种油棕的干高(以米计)情况表

树龄(年) 生长地	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5
巴都阿南林地	0.39	0.70	1.06	1.53	2.21	2.78	3.23	3.63	4.13	4.65	5.15
蒙宗林地	0.93	1.52	2.11	2.72	3.41	4.04	4.70	5.43	6.03		

注:

- 1、干高即从第四十一个叶基到地面的高度。
- 2、油棕树以正三角形栽植,株距为八点八米。

油棕主干的解剖横型在单子叶植物中具有典型性。从其横切面上,便可采到其范围宽广而皮层很薄的中心柱切面,其叶痕便是穿过这个薄层而变为树叶的。在中心柱外围的硬化基本组织之中,嵌生着具有韧皮纤维鞘的众多的维管束,而硬化基本组织则又形成了对于树干

的主要机械支持（作用）。在其中心部位，维管束较少，而且这类维管束是嵌生于基本软组织之中的，

齐默尔曼和汤姆林森曾经采用电影技术对于小种油棕 *Rhapis excelsa* 的解剖情况进行过检查，从而得出了油棕所有的维管束都各具其特性（个性）而且能不明显地沿着树干垂直上升的结论。在其沿树干上升的过程中，开头，维管束倾向髓心，而后来则愈渐向外皮层方向弯曲并分生成若干维管束的分支来。这分支维管束或生长出叶子和花序，或通过其“桥梁”与邻近的分支维管束相连接，或重复上述过程而再次沿着树干垂直上升。依据这一过程，油棕位于空中的各部器官（尤其是芽、叶和花序）便能通过维管束与其根系结构保持连续不断的接触。

维管束并不局限于油棕主干的一侧，而是通过干心部沿螺旋状的材层伸长。因此，油棕的维管束系统能有效地输送水分、养分以及基础生理机能的代谢物。

随着油棕向上生长，其结构变日趋明显。例如：在扇状叶矮棕榈 *Sabal palmeuo* 和加州棕榈 *Washingtonia* 中，茎顶的导管分子和筛管分子的长度与其在茎基部的长度相比要短许多。在椰子树中，纤维管束多现于茎基部中心柱的维束管中，而更多的髓体和桥接体则多于茎顶。

这些桥接体为这类植物提供了轴生和侧生维管之间的传输通道。

对于油棕植物的实地观察是至关重要的。随着油棕树的不断长高，其远距离传输的效率便会愈渐降低，植物的生长能力便将衰退。

为了最大限度地保持通过树干吸收的有效水分和养分，油棕原始茎基的生长发育是非常重要的。油棕与其它单子叶植物一样没有维管束形成层，因而，自其开始向高处生长（参见第二部分第三条）时起，其胸围已不会增大，所以，油棕苗木的发育不能受限制，尤其是在用塑料袋培育阶段，其胸围切不可被限制，这些都是至关重要的。一旦油棕苗木的根部受过育苗容器的限制，其过龄苗木的胸围就会受到限制。在实地栽植后，其移植生长状况就必然不良。正因如此，苗木中必须产生出最适于其后续生长的植种来。除了在苗圃培育阶段生长在大袋中的苗木之外，在实地栽植中应杜绝栽植过龄苗木。

（六）根系

油棕具有单子叶植物常见的须根系。

当种子萌芽时，首先露出萌芽孔的根便是胚根。其后出现的是从胚轴接合点周围发出的初生不定根。

胚根会继续生长，但在六个月内便会被众多的初生根所代替。真正的初生根是在幼苗生长期为三、四个月的时候从“肿状”鳞茎基部生长出来的。这些取代胚根的初生根较粗壮，它们呈四十五度角向下生长，即起到固定作用，又起到为苗木吸收水分和养分的作用。

随着油棕的生长发育，其初生根也会在地表下不同的深度上呈横向延伸。然后，次生根便从初生根的维管束鞘中呈直角生长出来。从次生根呈直角派生出来的更细的须根称为三次根（见图10）。在成熟油棕中，初生根与次生根、三生根和四生根一起都呈横向生长，从树的主根向外伸展。这些根的主要作用是吸收水分和养分，其次便是起固定作用。此外，其余的初生根的较少，大约呈四十五度角向下生长，其主要起固定作用。

值得注意的是，除胚根之外，由于初生根是从“鳞茎”或茎基上生长出来的，因而所有的初生根都是不定根。

亚姆波尔斯基和珀维斯曾经对油棕根部的解剖给予了明确的说明。其初生根，次生根和三生根的结构基本上是相似的。在横切面上，其根部的主要特征表明，它是由外表皮和木质化下表皮组成的，在木质化下表皮内，则是围着腔隙的宽皮层。这种腔隙对于根部的呼吸是至关重要的。

在皮层内，有一颗由木质化下皮、木质部维管束、韧皮部维管束和髓心所组成的中心柱。四次根并非木质根，其所承担的主导作用就是吸收水分和养分。

对于在不同土壤条件下不同树龄的油棕关系分布的详细情况，唐加森³²曾作过论述。

三、繁殖

(一) 花源

油棕雌雄同株，这就是说，其雌花和雄花都生长在同一株油棕树上。单株油棕树的雌花和雄花在不同时间生长在分离的花序上。

贝尔纳尔特曾证明包藏在一对小苞片内的油棕花源既有雄器官，又有雌器官。在潜育阶段的雌花源中，有一对两朵伴生雄花的生长会受到阻碍并因此而不能生长发育。雌器（官）的发育在潜育阶段的雌花原基中会受到阻碍。雌蕊和雄蕊生长发育成为雌雄同体的两类花的情况罕见。

雌花

每一朵雌花都有一片长长刺状的保护性的苞片，两片花苞片以及呈两轮排列的三片花被。所有这些苞片都位于三室的子房周围，伴生的两朵雄花通常发育不全，但在图十三的每两朵雌花中能看到其中的一朵。

柱头在开花之前为闭合状态。在花期，三裂柱头便会向外弯曲。最初，柱头的裂片呈白色，其中心组织具腺体并有粘性，此后，第一天呈粉红色，第二天后呈浅棕色，第三天则变为棕色。在这一阶段，花是容易授粉的。当接受花粉并授精之后，其柱头就变为黑色并木质化。

雌花芽呈螺旋形着生于小穗的花轴之上，小穗在花序轴上螺旋状排列略成八行。每一小穗上的花数各不同，中心花序上可达三十朵之多，而上下花序上的花则不到十五朵。

成熟油棕每一雌花序平均有一百一十个小穗，有花芽四千多个。花芽在小穗从下到上向顶部生长，即：由小穗基部向顶部发展。小穗花序上也是从下向上生长的。其生长发育都比花序下部小穗上的要快一些，这与上述情况恰好相似。

一朵在花期刚刚成熟的雄花的长度为三至四毫米，宽度为一点五至二毫米。完全位于三角形的苞片之中。外轮有三片硬的花枝，内轮有三片软的花枝，六个雄蕊在中心贴生在一起，基部形成一管。雄蕊管在花期延长增大，二浅裂，花粉从侧裂口放出。

雄花不具柄，呈螺旋状着生在纤细的小穗或顶生放射指状的小穗上³⁵。雄花的成熟和开花都是从小穗的底部开始，逐渐向上发展的。在马来西亚，一个花序上所有的雌花从开花到萌发花粉先后不超过三天的时间。在雨季不利的条件下，一个花序的花粉的放出时间也可能延长到三到八天。然而，在第四天以后释放出来的花粉的生活力一般都是很低的（详见旁

加森尚未发表过的资料)。

小穗在成熟时长为十至二十厘米，宽为毫点八到一点五厘米。八年生成熟油棕的一个花序具有一百六十多个小穗。每个小穗平均生有七百八十五朵花，因而每个花序上花的总数在一亿二万六千朵以上。据估计，每个花序上的花粉粒数可达九亿粒之多。平均每个花序可生产新鲜花粉三十至五十克。

新鲜花粉的活力可以延续到七天。为了延长其活力，可将花粉在三十五至四十摄氏度的气温下晾晒二十四小时，然后贮存在干燥器的氯化钙上或有空调的房间内。然而，花粉的活力将随着贮存的时间延长而降低。在贮存到八个星期后，其活力的百分比有可能降低到百分之十。

为了育种的目的，花粉应在不结果的情况下进行采集，并及时贮存。当花粉贮存湿度低于百分之五，温度为零下摄氏二十五的冷藏内，其活力能保持一年以上。

两性花序

当幼龄油棕处在雌雄同期的过渡阶段时，便会生长出大量雌雄同体的两性花序来。这种两性花序上的雌小穗、雄性小穗以及混合小穗组成。

每个小穗上可能会出现雄花、雌花、成对的雄花（这种情况与贝尔纳特所论述的双伴生花之说是一致的）由这三种类型的花任意合而成的花簇⁴³。

业已证明，其由雌性向雄性的转变很可能是由于其遗传因素、生理因素以及环境因素互相作用所致。

性比率（雌雄比例）

人们把性比率明确表示为：雌花序的数量比任何特定时期所产生的花序的总数量。

表四根据不同的树龄，介绍了邓洛普私有林地内油棕雌花和雄花败育的比例数和反映其雌雄比例的性比率，并将其与由希罗克曼⁶和科利以及由哈登和伍德所报道的比率进行了比较。

油棕在马来西亚内陆土壤中的性比率比起尼日利亚沙质土壤中的要高。但比起马来西亚粘性土壤中的则要低。

传粉

油棕的花粉粒从皮面上看呈三角形，其平滑外壁的形状呈扁圆形。经过测量，平均每个花粉粒为 $22 \times 33\mu$ （单位）。每个花粉粒具有三条大小相等的纵向平行注槽。然而，通过一个沟槽通常只能产生一花粉管（即：单管）。

长期以来，人们一直认为油棕是由风媒传粉的。然后在最近，人们业已证明，昆虫（特别是黄胸蓟马 *Thrips hawaiiensis*）在马来西亚半岛油棕的传粉方面起着重要的作用，而有几个种的象鼻虫（尤其是 *Elaeidobius kamerunicus* 和 *E. subvius*）在喀隆的油棕传粉中起着主导的作用²⁸。

人们认为，沙巴地区油棕结果情况不良的原因是缺乏适当的传粉昆虫。

当前，引种到沙巴地区以及于一九八一年引种到马来西亚半岛的 *Elaeidobius kamerunicus*，已经使油棕果实的情况有所改善，并已在油棕种植园内以此代替了给幼龄油棕进行辅助授粉的吃力工作。然而，象鼻虫对于油棕的长期产生效果尚处于检验阶段。

表四 不同树龄油棕花序的不育比例和比率的平均数及其生长在沿海粘性土壤和尼日利亚沙质土壤中的油棕性比率的比较情况

油 棕	马来西亚邓洛普私有林地内陆土壤a				马来西亚沿海粘土b	尼日利亚沙质土壤c
树龄(年)	雌	雄	不育比例	性 比 率	性 比 率	性 比 率
3	24.2	1.3	8	95		
4	19.5	1.8	11	92	90	
5	19.3	6.0	13	76	80	50
6	15.4	15.7	5	50	78	30
7	16.5	9.0	1	65	70	31
8	14.1	10.7	1	57	65	28
9	11.6	10.1	0	54	67	29
10	8.8	8.6	2	50	64	28
11	7.9	9.9	2	44	62	26
12	5.4	14.0	1	28	64	27
13	6.4	9.9	0	39	66	20
14					60	22
15					60	25
16						22
17						12
18						19
19						22
20						21

注：a、见唐加森尚未发表过的资料。

b、见参考文献7。

c、见参考文献6。

果实的发育

油棕胚株中胚囊的发育与蓼科植物是一个类型。一个成熟的胚囊由一个卵器（即：一个

具有两个钩助细胞的椭圆形卵)，一个次生细胞核和三个反足细胞组成³⁰。

对于油棕花粉母细胞成熟分裂的正常过程，唐加森曾作过详尽地说明²⁹。外形呈三角形的成熟花粉为二，一个是生殖细胞，一个是营养细胞³⁰。当花粉开始生长时，生殖细胞便分裂开来，产生出两个其染色体为十六的雄性生殖细胞（配子）²⁹。在五至七天内，当其中一个雄性生殖细胞使卵受精而成为受精卵，另一个雄性生殖细胞使次生细胞核受精从而形成初生最乳核时，便出现了双重受精作用。其受精卵经过有丝分裂而产生胚，而后（初生胚乳核）则产生内胚乳。

在正常情况下，三心皮（室）子房中的三个胚珠只有一个受精而长果实中形成一颗种子，而其余两个胚珠则将退化。在偶然情况下，亦可能两个或者三个胚珠全部受精，从而在一个果实中产生出两颗或三颗种子。大约在授粉后十六天到九十天这一阶段，果实发育迅速。授粉后十六天，受精卵的子房开始扩大，而到授粉后九十天时，其子房已达到最大的程度，子房内几乎全部充满了细胞胚乳。同时，胚乳和中果皮中约从授粉后七十天起便开始形成油棕油，油量约在一百天时迅速增长，并在一百五十五至一百八十八天左右达到成熟的最高峰。

从外观上看，椭圆形的果实的颜色在受精前呈白色，在受精后变为黄白色，六十天时变为粉红色，一百四十天时变为黑色，而后长成熟时则变为橙色。这些观察可与托马斯、方休、莫克、钱、伊索以及Ng等人所进行的观察比较。

油棕的果实成熟时，其种子包藏在果皮内，为典型的核果。种子的主要结构由内种皮（胚乳）包藏的胚组成，整个果实由一层纤维外皮（即外种皮）所覆盖，并受到外种皮保护。由于内果皮围和形成一层种子保护层，人们往往认为它是种子的一部分。

其成熟胚呈圆柱形并与凸起的尖削的子叶垂直。其长度为3—4毫米，基部宽度为1—1.5毫米，嵌生于硬质细胞胚乳中，正好在基部与三个珠孔中一个相对，此胚乳内充满了核油。

（二）花序的发育

在对六年生，健壮的幼龄油棕花序及其原生体进行连续的切片观察研究中，我们观察到油棕花序生长发育的重要阶段，并在表五中对此进行了总结。

花序生长发育的主要阶段如下：

- 1、在叶腋为 P_9 时（相当于生长出第37片普通叶时），可以见到最嫩的花序原生体。
- 2、当叶腋为 P_{14} 和 P_{20} 时，花序的外鞘和内鞘开始生长。
- 3、小穗的原生体在叶腋为 P_{30} 时已经开始生长。但是，此阶段仅能够借助其相对体积对花序的雌雄性进行辨别，如小穗原生体在叶腋为 P_{33} 时体积较大，则花序为雌性，如小穗原生体在叶腋为 P_{35} 时较大，则花序为雄性。
- 4、对于花序上的雌雄性只有在叶腋为 P_{62} 和 P_{63} 的较晚阶段时才能准确地确定。
- 5、叶腋大约为 P_{66} 和 P_{80} 时，进入花期和果期的成熟比较，从授粉到收获大约要经过5.7个月的时间。

花序开始发育，（叶腋为 P_9 时）。到花朵成熟并开放（叶腋为 P_{66} ），大约需要32个月的间；从性别分化（叶腋为 P_{37} ）到开花约需要14个月。

*P数为个体发育的连续叶数，从茎顶开始计算，基顶为 P_0 ，相继生长的旧原体或叶则为 P_1 ， P_2 等等。

表五 六年生油棕 *Tenera* 花序的始生和发育情况表

始 生 以 来 的 月 数	叶 数		起 始 发 育
	个体发育连续叶数	普通(常规)叶数	
	1	-45	叶
5.8	9	-37	花序
9.1	14	-32	外鞘
13.1	20	-26	内鞘
19.5	30	-16	小穗
24.0	37	-9	雌小穗
30.6	47	+1	完全展开的最嫩叶
33.6	55	+9	雄小穗
35.3	59	+13	雄花可辨认
36.5	62	+16	雄花可确定
	63	+17	雌花可确定
38.2	66	+20	花期
43.9	80	+34	果实成熟

从开花到果实成熟所需要的时间为5—6个月，从花序开始形成和性别分化到果实成熟时间分别是37—38个月和19—20个月。

(三) 营养体的繁殖

营养体繁殖的有利之处在于能生产商业性的营养物质。因而能大批种植，营养物质与正常的苗木的潜在优势相比，它具有稳(固)定的合乎需要的特征和更大的均匀性。

近来在油棕组织培养方面的进展，导致了营养物质商业生产单位的形成。人们在设想，经过检验的营养系小苗将适于在1985年进行商业栽植。

在象牙海岸，I. R. H. O 也曾发展过类似的组织培养技术。使用这(些)类通用的技术，生产出精选营养体的可能性是有的。这种经过精选的营养体具有出油量高。能抵抗病虫害，茎短，能耐不良气候条件、能更有效地吸收肥料等合乎需要的特征。当前，在培养营养体方面还有一些存在问题有待解决，如：其有时会产生百分之百的性比率，而平时性比率则为百分之零。这可能会引起授粉方面的问题。不过，用培养多种混合营养体和选择合乎需要的杂种营养体能解决一些问题。如：美洲油棕 *Elaeis. oleifera*、X非洲油棕 *Elaeis. guineensis* 杂交就能解决这一问题。

一旦解决了这些问题，人们便有希望采用根尖和其它分生组织产生出合乎需要的营养体来。人们还没想到：集约选育对于提供生产营养体所需的特优物质是必不可少的。

四、美国油棕 *Elaeis oleifera*

虽然 *Corozo. oleifera* 和 *Elaeis. melanococca* 这两个名字都曾用来表示美国油棕，但人们认为美洲油棕正确的学名应是 *Elaeis oleifera*⁴¹。美洲油棕很容易同非洲油棕杂交并结出可育性种子来。正因如此，它们互相间有着紧密的联系。

美洲油棕起源于热带美洲。这种油棕还小面积地呈散地分布于巴西、巴拿马运河区、斯达黎加、哥伦比亚和苏里南的所有森林内、草原上、河岸边以及在沼泽地带。

（一）形态

指美洲油棕的识别特征在于小叶的方向，其小叶在轴平面成对反向看出，而不象非洲油棕那样分两排交替着生。其树干生长速度缓。在开头的十五年，其树干的直立高度通常可达三米。此后，其习性趋向于匍匐生长。匍匐生长的树干长度三到六米不等。叶基宿存期很短。叶子比起非洲油棕要短得多，叶面积也比较小。一株成龄美洲油棕，约有100对小叶。

其根的发育与非洲油棕相似。但是，阿诺和拉伯查尔特²曾经发现，在美洲油棕的下皮组织与外皮层薄膜组织（柔组织）中，出现了木质化的现象。在其匍匐树干部分，很容易生长出长达一英尺之多的功能性根（高跷根）来。

（二）花序

美洲油棕的雄花序与非洲油棕的雄花序相似，通常具有100—200个小穗，小穗的长度分别为5—15厘米。雄花较小，花药较短。雄花中退化的雌蕊群有三个发育良好的柱头脊。

雌性花序的外围有两鞘，鞘在果发育成熟时仍未脱落。小穗的数量为91—200个不等，每个小穗平均有25—27朵花。小穗的末端着生着短而粗的叶刺。花嵌生于小穗体上，但并不象非洲油棕那样被长长的苞片包在叶腋之中。成熟的果房呈圆锥形，中间最宽大，而顶部则最尖。果房内可能会有5000多个小果，其重量可达30公斤¹²。这些果实中的百分之九十可能是单性果，即：未经授粉而发育成的无子果。果房的发育差异极大。基部的果实经常在顶端的花朵还未受粉前就成熟。

与油椰相同的是：雌雄同体花序很普通。

（三）果实

美洲油棕的果实比非洲油棕果小。由于大部分果实属于单性果（或称不育果），因而其果房通常较小（15—20公斤）。

在尚未成熟时，大多数（98%）果实的颜色呈白黄色，而当成熟时，则为橙色。大多数果实均从白黄（未熟时）变为深白黄（成熟时）色。

我们对未熟到成熟的果实在颜色上的变异进行了观察并注意到了如下几点：

1、在果实的基部大体上是从黄绿色变为象牙色，顶部呈橙色。最后在成熟时变为橙色。

2、在哥伦比亚曾发现的从嫩绿色变为橄榄色，后又变为白黄色的情况很少见。

3、很少有象在苏里南那样由绿色变为橙色，然后又变为红色的情况¹⁹。

这种果实的中果皮相当薄（还不到2毫米厚）；壳厚1—3毫米；此外，这种果实还有

一个小小的果核。萼往往粘附在成熟果上。在美洲油棕中，未发现相应的厚皮种、杂交种和薄皮种的果形。

(四) 美国油棕的油脂

其中果皮所含油酸和亚麻仁油酸的比例较高，而棕榈酸和其它饱和酸的比例较低。因此，其中果皮油的碘值相当高（达78%—88%）。其果核油的碘值仅为25%—32%。

表六里是对哥斯达黎加、巴拿马、哥伦比亚和苏里南范围内的野生美洲油棕群体的果房及其营养体特征所进行的总结。

表六 美洲油棕的果实及营养数据

平均果房重（公斤）		1.5—17.7
核果与无核果的百分比（%）	正常果（有核）	42—65
	单性果（无核）	0—21
总 数		57—65
果实中果皮的百分比		33—39
果实果核的百分比		14—17
平均果重（克）		2.9—8.4
平均果核重（克）		0.48—0.57
新鲜果皮油的百分比		15—34
干中果皮油的百分比		36—46
叶子长度（米）		2.4—4.7
小叶数		72—220

(五) 种间杂交

美洲油棕和非洲油棕的体细胞染色体的数值是相同的，都是32。它们之间很容易杂交。

美洲油棕的主要长处在于它潜在的经济价值，这些有经济价值的特性可以遗传给美洲油棕与非洲油棕的种间杂交的杂种油棕。杂交一代（F₁）杂种油棕潜在的优良特征与非洲油棕比较之下，未饱和脂肪酸（主要是油酸）度较高，饱和酸度却较低；树干的高度增长量较低，但在哥伦比亚，其抵抗某些病害如：（芽腐和marchitez）的能力则显然较强。杂种的潜在不利之处是其次代的遗传变异大，结果往往是产量和出油率低。

杂种油棕出现单性比例大的倾向如果处在某些天然授粉有问题的地方，则可能是有利的。

由于有上述潜在有利条件，很多重要的油棕生产国（如：象牙海岸、尼日利亚、喀麦隆、

哥伦比亚、哥斯达黎加、巴西、印度尼西亚和马来西亚都已开始制定了种间杂交的育种规划。表七的典型数据引自科利和阿尔的论文，论文把美洲油棕与非洲油棕及其杂种进行了比较，论述美洲油棕的果簇及果实特征。

表七 美洲油棕、非洲油棕以及它们的杂种的果簇及果实数据

树 种	果 形	百 分 比						
		果/果簇	中果皮/果	油/湿中果皮	油/果簇	核/果	核/果簇	壳/果
美洲油棕	正常果	37.4	36.1	30		18.0	6.7	45.9
非洲油棕	厚壳果	62—65	60.0	50	18.0	8.0	5.0	32.0
	薄壳果	54—58	80.0	50	23.0	8.0	5.0	39.2
非洲油棕	正常果	24.3	52.7	41.6	5.3	8.8	2.4	39.4
与美洲油	单性果大	13.8	75.5	44.9	4.6	0	0	24.5
棕 杂 交	小	27.2	88.8	33.6	8.1	0	0	11.2
	总 数	65.3			18.0			

这些数据记录表明，种间杂种已具有能遗传的，合乎需要的特征。无论如何，从非洲油棕能获得的总油量仍然是较低的。有记录表明：非洲油棕也许能产生例外的，最好的杂种。在马来西亚和国外的种植部门期待着更长远的，令人感兴趣的成果，从这些杂交实验中产生。

他们期望着满意的高产，最后并能大量生产。杂种油棕是高产的。由非饱和的脂肪酸等组成的。茎生长缓慢，能抗病害。无性繁殖的出现，杂种的提高，更加促使油棕商业性的开发前景。

五致谢

作者感谢邓洛普·彼尔哈得财团和新加坡国立大学同意发表这篇论文。

六参考资料

1. ANON(1979)Progress Report 1978—1979.Bakasawit Clonal Oil Palm Research Unit.

2. ARNAUD,F, & RABECHAULT,H.(1972) Premiere observations sur les caracteres cytohistochimipue de la resistance du palmier a huile au ‘deperissement brutal’.Oleagineux,27,525

3. ATAC & COLDESA(1974)Replanting diseased oil palm with Elaeis oleifera x E.guineensis hydrids at ‘La Arenosa’ estate in Colomdia.Oil Palm Newr.18, 1—6

4. BEIRNAERT, A. (1935) Introduction a la biologie florale du palmier a huile *Elaeis guineensis*, Jacp. Publs. I. N. E. A. C. Serie Sci., No. 5.
5. BEIRNAERT, A. & VANDERWEYEN, R. (1941) Contribution a l'etude genetique et biometrique des varieties d' *Elaeis guineensis* Jacquin. Publs. Inst. Nauz Etude Agron. Congo Belge, Ser. Sci., No. 27.
6. BROEKMANS, A. F. M. (1957) Growth, flowering and yield of the oil palm in Nigeria. J. W. Afr. Inst. Oil Palm Res., 2, 187—220.
7. CORLEY, R. H. V., HARDON, J. J. & WOOD, B. J. (ed. (1976) Developments in Crop Science. I. Oil Palm research. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Co.
8. CORNER, E. J. H. (1966) The Natural History of Palms. London, Weidenfeld and Nicolson.
9. DN BLANK, S. (1952) A reconnaissance of the American oil palm. Trop. Agric. Trin., 29, 90—101.
10. HARDON, J. J. & TURNER, P. D. (1967) Observation on natural pollination in commercial plantings of oil palm (*Elaeis guineensis*). Expt. Agric., 3, 105.
11. HARDON, J. J. & Tan G. Y. (1969) Interspecific hybrids in the genus. I. Crossability, cytogenetics and fertility of F_1 hybrids *Elaeis guineensis* x *E. oleifera*. Euphytica, 18, 372—379.
12. HARTLEY, C. W. S. (1977) The Oil Palm (2nd edn.). London, Longmans and Green.
13. HEUSSER, C. (1922)/TURNER, P. D. (1974) Oil palm pollination and pruning; some new light on old ideas, Planter, Kuala Lumpur, 50, 24—31.
14. HOLTTUM, R. E. (1955) Growth habits of monocotyledons — a variation of a theme. Phytomorphology 5, 399—413.
15. HURTADO, J. R. & NUNEZ, G. R. (1970) Acta Agronica, 20, 9.
16. JAGOE, R. B. (1934a) Notes on the oil palm in Malaya with special reference to floral morphology. Malay. Agric. J., 22, 541.
17. JAGOE, R. B. (1934b) Observations and experiments in connection with pollination of oil palms. Malay. Agric. J., 22, 598.
18. MAHESHWARI, P. (1950) An introduction to the Embryology of Angiosperms. New York, Mc Graw Hill.
19. MEUNIER, J. (1975) Le 'palmier a huile' americain *Elaeis melanococca*. Oleagineux, 30, 51.
20. MOK, C. K. (1967) Annual Report for the seed, Technology section, Chemara Research Station, Layang Layang, Malaysia.
21. OBASOLA, C. O. (1973) Breeding for short-stemmed oil palm in Nigeria. I,

- Pollination, compatibility, varietal segregation, bunch quality and yield of F_1 hybrids Corozo oleifera x *E. guineensis*. J. Nigerian Inst. Oil Palm Res., 5 (18), 43—53.
- Ibid—Breeding for short-stemmed oil palm in Nigeria. II. Vegetative characters of F_1 hybrids Corozo oleifera x *E. guineensis*. J. Nigerian Inst. Oil Palm Res., 5 (18), 43—53.
22. PURVIS, C. (1956) The root system of the oil palm. Its distribution, morphology and anatomy. J. W. Afr. Inst. Oil Palm Res., 1 (4), 61.
 23. RAO, A. N. & LOW LEE ENG (1967) Pollen germination in oil palm (*Elaeis guineensis*, Jacq.). Curr. Sci., 36, 641—641.
 24. REES, A. R. (1959) The germination of oil palm seed. Large scale germination. J. W. Afr. Inst. Oil palm Res., 3, 83—95.
 25. REES, A. R. (1960) Early development of the oil palm seedlings. J. Palm Soc., 4, 148—50.
 26. REES, A. R. (1962) High temperature pre-treatment and the germination of seed of oil palm, *Elaeis guineensis*, Jacq. Ann. Bot. N. S., 26, 569—581.
 27. REES, A. R. (1964) The apical organisation and phyllotaxis of the oil palm. Ann. Bot. N. S., 28, 57—69.
 28. SYED, R. A. (1982) Insect pollination of oil palm, feasibility of introducing *Elaeidobius* spp. into Malaysia. The oil palm in agriculture in the eighties. Vol. I. (Pushparajah, E. & Chew, P. S., ed.). Kuala Lumpur. Incorporated Society of Planters.
 29. TAN, G. Y. (1976) Cytology and Cytogenetics. In Developments² in Crop Science. I^o Oil palm research (Corley, R. H. V., Hardon, J. J. & Wood, B. J., ed.). Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Co.
 30. TAN, K. S. (1976) Studies on growth and nutrition of oil palm. Thesis, University of Singapore.
 31. TAN, K. S. (1978) Dunlop Internal Report A 280 on the International Conference at IITA and visits to Research Institutes in Ghana and Ivory Coast in December, 1977.
 32. TAN, K. S. (1979) Root development of oil palms on miand soils of West Malaysia. In Soil Physical Properties and Crop Production in the Tropics (Loi, R. & Greenland, D. J., ed.) New York: Wiley.
 33. THOMAS, R. L., PHANG SEW, MOK, C. K., CHAN, K. W., RASAU, P. T. & NG, S. C. (1971) Fruit ripening in the oil palm *Elaeis guineensis*. Ann. Bot., 35, 1219—1225.
 34. THOMAS, R. L., CHAN, K. W. & EASAU, P. T. (1969) Phyllotaxis in the oil