

## 九翅豆蔻种子的解剖学和组织化学研究

廖景平 吴七根

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

### 摘要

九翅豆蔻种子包括假种皮、种皮、外胚乳、内胚乳和胚。由外珠被发育而来的种皮可划分为外种皮、中种皮和内种皮。外种皮由一层表皮细胞构成, 其壁增厚并略木质化。中种皮包括下皮层、油细胞层和含2-5层细胞的色素层; 各为一层薄壁细胞的下皮层与油细胞层非常压扁。内种皮由一层石细胞构成, 极厚, 占种皮厚度的1/3-2/3, 是种皮主要的机械层; 内种皮整体外观呈波浪形, 在珠孔端和合点端的内种皮除外。种子在珠孔端分化出珠孔领和孔盖, 在合点端分化出下皮细胞垫、大型薄壁细胞区、维管束和合点端色素细胞区。外胚乳细胞内充满淀粉, 内胚乳细胞含有大量蛋白质和多糖, 胚细胞含有蛋白质、多糖和脂类物质。脂类物质不存在于油细胞中, 而存在于胚细胞、部分假种皮细胞、外种皮细胞和内胚乳最外层细胞中。建议将油细胞(层)改称为半透明细胞(层)。

关键词: 九翅豆蔻; 种子; 解剖学; 组织化学

九翅豆蔻 (*Amomum maximum* Roxb.) 是姜科豆蔻属植物。豆蔻属是姜科最大的属之一<sup>[1]</sup>。对豆蔻属内亲缘关系的了解, 将促进姜科植物系统发育的研究。但是要建立豆蔻属的自然分类系统, 还有许多工作要做, 其中一个薄弱环节就是种子的解剖学和组织化学研究。早在近百年前, Humphrey<sup>[13]</sup> 在上述领域进行了经典的开拓性工作, 揭露了姜目有关科、属代表 (包括 *A. elongatum*) 的种子包含有丰富的解剖学特征, 能为姜目植物的系统进化研究提供有用的基础资料, 后来 Mauritzon<sup>[14]</sup> 从胚胎学角度对姜目各科代表植物进行较全面的研究, 其中亦涉及一些种子的解剖构造, 但没有研究豆蔻属。且自此以后, 仅见对个别属、种的研究而缺乏较系统较深入的资料<sup>[12]</sup>。本世纪50年代以来, 对豆蔻属种子的研究多集中在生药鉴定方面<sup>[2-7, 9-11, 16-21]</sup>。为填补这一领域资料的不足, 我们拟对豆蔻属有关代表种进行较深入的研究, 为豆蔻属植物系统进化提供种子解剖学和组织化学资料。九翅豆蔻就是其中的一个代表。另一方面, 九翅豆蔻本身也是一种经济植物, 其果实、种子民间入药<sup>[1, 6]</sup>, 鲜果可生食, 种子的挥发油的主要化学成份金合欢醇是重要的高级香料原料。因此研究九翅豆蔻种子, 可以为药材的鉴定和九翅豆蔻的开发提供基础资料。再者, 前人虽有对九翅豆蔻的研究<sup>[4-6, 11]</sup>, 但资料十分不足, 有限的资料还存在错误和缺点。因此有必要对其种子作进一步的研究, 以弄清其结构, 并为揭示其结构与生理功能的关系提供依据。

### 材料和方法

实验材料主要采自华南植物园姜园, 部分采自云南勐仑。在华南植物园, 九翅豆蔻5月底开

国家自然科学基金和中国科学院华南植物研究所所长基金资助项目。

承蒙余峰先生绘图, 特此致谢。

1994-04-01 收稿; 1994-09-02 修回

花, 8月底种子开始变为黑褐色, 9月中下旬成熟。开花10d后定期采集果实、种子, FAA固定, 滑走切片机冰冻切片。通过珠孔端、种脊和合点端的中央位置作纵切面, 通过与胚垂直的不同水平面作横切(图2:1)。用爱氏苏木精和爱尔新蓝—番红染色观察种子结构。用氯化汞—溴酚蓝鉴定蛋白质、高碘酸—锡夫试剂鉴定多糖、碘—碘化钾鉴定淀粉, 苏丹黑B鉴定脂类物质(包括挥发油与角质)。

## 观察结果

九翅豆蔻的种子包括假种皮、种皮、外胚乳、内胚乳和胚五部分(图2:1)。种子在珠孔端分化出珠孔领(micropylar collar)和孔盖(operculum), 在合点端分化出下皮细胞垫、大型薄壁细胞区、维管束与合点端色素细胞区等结构(图2:1,6)。

一、假种皮 位于种子最外方的薄壁组织(图1:5)。但没有全部包被种子, 仅从珠孔端向种子顶部包围种子1/2—2/3(图2:1)。假种皮与种皮愈合, 二者不易分开。假种皮细胞是长方形至线形的薄壁细胞, 其长轴与种子纵轴平行。假种皮约有15层细胞厚, 成熟时近种皮的数层细胞内含有大量的脂类物质, 同时还含有蛋白质与多糖。外方的细胞后含物较少。

二、种皮 九翅豆蔻的胚珠有两层珠被。6月上旬(开花后10d)还可见内珠被的两层被压扁的细胞(图1:1), 以后消失(图1:2)。种皮由外珠被发育而来, 包括外种皮(exotesta)、中种皮(mesotesta)与内种皮(endotesta)三部分(图1:1—5, 图2:1—5)。

1、外种皮 由一层表皮细胞构成。纵切面细胞切向延长, 横切面细胞近等径或切向延长呈椭圆形。表皮细胞壁增厚, 略木质化(图1:1—5), 细胞内含有脂类与蛋白质。

2、中种皮 包括下皮层(hypodermis)、油细胞层和含2—5层细胞的色素层三部分。

下皮层 是紧贴外种皮的一层薄壁细胞, 横切面细胞切向延长(图1:1—5), 纵切面近等径。6月初这层细胞因含黄色颗粒物质呈黄色而易与油细胞区别。至种子即将成熟前其细胞核渐渐消失(图1:3), 以后细胞开始被压扁, 径向壁常变弯曲(图1:4)。种子成熟时, 细胞径向长度仅在6 $\mu$ m以下, 形态不易观察(图1:5), 细胞内含有不均匀的红棕色色素而呈红棕色。

油细胞层 是一层薄壁细胞, 紧连下皮层, 其细胞形态与下皮细胞相似(图1:1,2), 初时较下皮细胞稍大, 不含色素, 细胞呈半透明状。油细胞的核较下皮细胞的消失早, 其径向壁于种子即将成熟前已开始变弯曲(图1:3), 细胞被压扁(图1:4,5)。种子成熟时, 油细胞径向长度仅在4 $\mu$ m以下, 细胞形态难于观察清楚。油细胞在整个发育过程中均不含脂类物质。

色素层 由2—5层薄壁细胞构成。6月初, 这些细胞与其它种皮细胞一样, 具有大而近圆球形的细胞核, 原生质浓。随着种子的发育, 细胞液泡化, 核变小, 最后消失; 细胞壁变为不规则的弯曲形。8月底部分色素细胞不均匀地积累少量红棕色颗粒状或小块状色素。

3、内种皮 成熟种子的内种皮是一层细胞壁呈红棕色的石细胞, 极厚, 占种皮厚度的1/3—2/3。这层细胞的内切向壁显著增厚, 径向壁不均匀增厚, 外切向壁保持薄壁状态。石细胞的胞腔为漏斗状, 内含一粒倒梨形硅质体(图1:5)。这层细胞无论在横切面(图1:5, 图2:2—5)还是纵切面(图2:1), 不同位置的细胞径向长度不同, 呈现由长到短, 由短到长的有规律的变化, 整体外

观呈波浪形，只有在合点端、珠孔领和孔盖的这层细胞例外。内种皮细胞在幼嫩时为薄壁细胞(图 1:1)，细胞核大，原生质浓。6月初，内种皮细胞径向长度即已发生变化，整层细胞呈波浪形。以后细胞的内切向壁和径向壁开始增厚，胞腔中出现液泡，核被挤在外切向壁一侧，并在液泡内侧的原生质中出现硅质沉积(图 1:2)。以后壁进一步增厚，核逐渐消失，硅质沉积增多而成为硅质体(图 1:3)。8月底增厚壁积累色素。成熟时内种皮细胞壁不木质化，不为番红染色，其成份为纤维素，经爱氏苏木精染为蓝紫色，高碘酸—锡夫试剂染为樱红色。

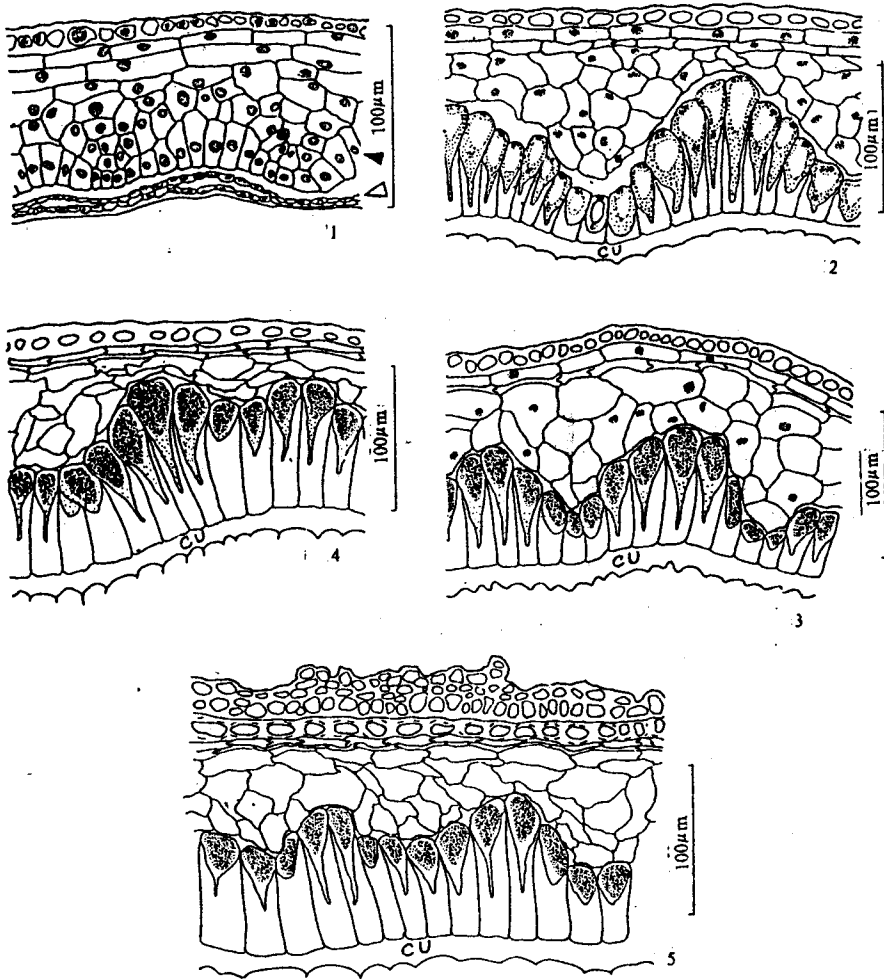


图1 种皮结构

Fig. 1 Structure of the seed coat

1-4. 部分种皮横切； 5. 部分种皮及假种皮横切； 1-5 的种子分别采于开花后 10、46、68、102、123 d，示外珠被分化发育为种皮的过程，种皮各层结构的变化，内珠被被压扁至消失的情况。其中内种皮细胞的变化最具特征性。

1-4. Parts of seed coat in transverse sections; 5. A part of seed coat and aril in transverse section; The seed materials shown in 1-5 were collected on 10, 46, 68, 102, 123 days after anthesis respectively; 1-5. Showing the process of seed coat formation from the outer integument, the changes of structure in different parts of seed coat and the disappearance of the compressed inner integument. Among these variations, the changes of endotesta cells are the most noticeable and of characteristics.

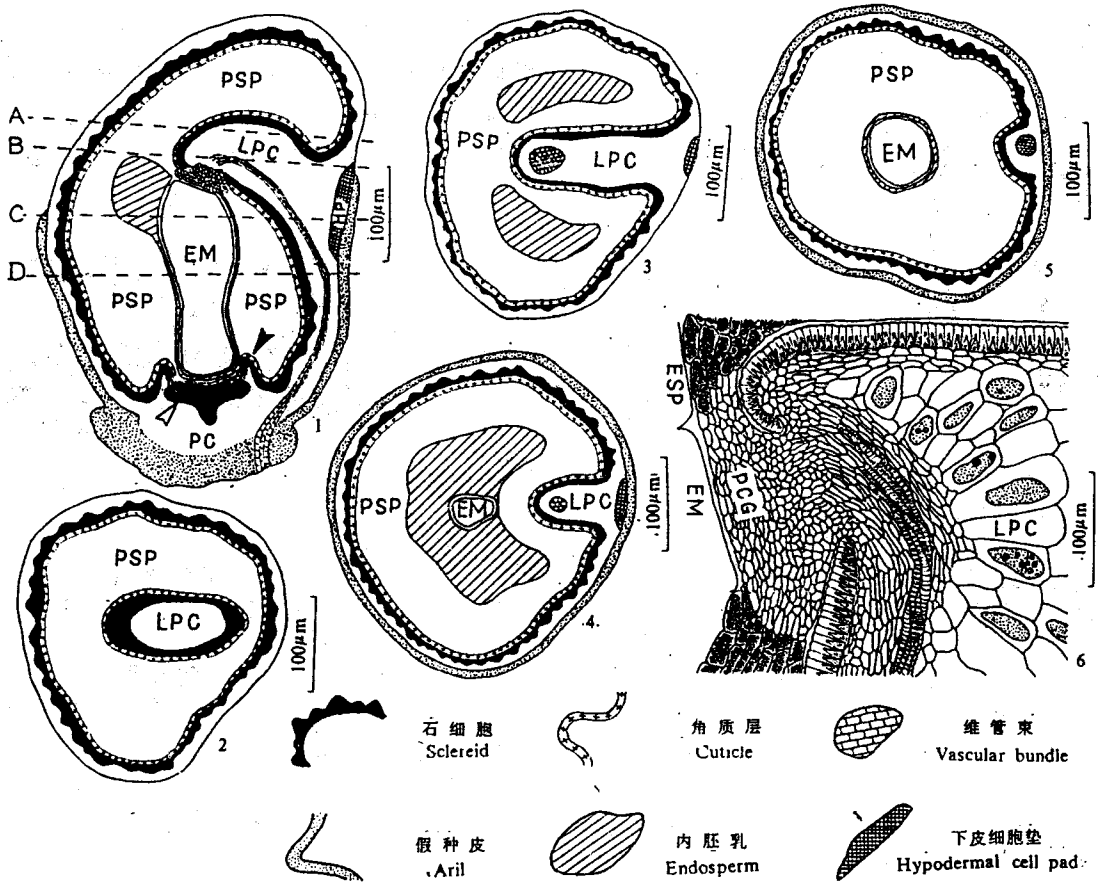


图2 种子结构

Fig. 2 Structure of the seed

1. 成熟种子纵切面简图； 2-5. 不同水平位置的种子横切面简图，其位置见 1A-D 虚线所示，分别在 A、B、C、D 线； 6. 为合点端部分结构示部分大型薄壁细胞、维管束、合点端色素细胞及内种皮缺口。

1. Diagram of a mature seed in longitudinal section; 2-5. Diagrams of a mature seed in a transverse sections at different levels which are indicated by dotted lines of A to D in 1; 2. Transverse section at A level; 3. At B; 4. At C; 5. At D; 6. Detail of a part at chalazal end of seed in longitudinal section to show LPC, PCG, vascular bundle and the gap of endotesta.

Keys and abbreviations: CU—角质层, Cuticle; EM—胚, Embryo; Esp—内胚乳, Endosperm; HP—下皮细胞垫, Hypodermal cell pad; LPC—大型薄壁细胞, Large parenchyma cells; PC—珠孔端薄壁细胞, Parenchyma cells; PCG—合点端色素细胞区, Pigment cell group; PSP—外胚乳, Perisperm; △—内珠被, Inner integument; ▲—外珠被, Outer integument; ▲—孔盖, Operculum; ▲—珠孔领, Micropylar collar.

三、合点端的构造 九翅豆蔻种子的合点位于种子近上方的一侧(图 2:1)。合点端种皮高度分化，形成比较复杂的结构。

1、表皮细胞 与外种皮其它表皮细胞的形态和排列近似。

2、下皮细胞垫 为表皮内方的 9-10 层下皮细胞形成的垫状结构。其细胞形态与其它下

皮细胞形态相似,但细胞壁略增厚,黄色或淡黄色,沿壁有红棕色色素分布(图 2:1, HP)。

3、大型薄壁细胞区 为下皮内方与内种皮所包围的空间充满的一群体积特别增大的薄壁细胞(图 2:6, LPC),其中部分细胞内含有大型金黄色块状物或小的金黄色圆球物,折光性较强,它们与汞—溴酚蓝、苏丹黑 B、碘—碘化钾、高碘酸—锡夫试剂均呈负反应。部分大型薄壁细胞含有蛋白质。

4、维管束及其周围的薄壁细胞 种脊维管束一直延伸至此(图 2:1),其周围和末端为一些与维管束平行排列、不含色素的薄壁细胞,近末端的薄壁细胞继而与合点端色素细胞相接(图 2:6),维管束的管状分子以螺纹管胞居多,同时还有环纹管胞。

5、内种皮 合点端内种皮凹陷,伸入到种子近中央(图 2:1),到达最靠近胚的位置。合点端内种皮不连续,在合点端色素细胞区出现一个缺口(图 2:1,6);细胞的长度较一致,不出现波浪形变化(图 2:1-3,6)。

6、合点端色素细胞区 为内种皮缺口间的一群含有红棕色色素的小细胞(图 2:1,6),其内方直接与胚、内胚乳相接,两侧为外胚乳细胞。这群小细胞近胚的一侧有 9-11 层细胞,其长轴与胚的长轴垂直,远离胚一侧的细胞近等径。7 月中下旬,这群细胞就积累色素(比石细胞壁积累色素的时间早),成熟时为一群排列紧密、细胞内充满红棕色色素的细胞群,整体轮廓为喇叭型。

四、珠孔端的构造 在种脐内方,种子分化出一些形态特殊的结构,包括珠孔领、孔盖和珠孔端薄壁细胞。此处没有明显的表皮,珠孔端薄壁细胞直接与假种皮相连。

1、珠孔领 是内种皮和部分中种皮向内弯曲、反折形成的领状特殊结构(图 2:1),包围着胚的基足部,其内侧为一层角质层。此处细胞长度基本一致,不出现波浪形的变化。

2、孔盖 为珠孔领外方具尖顶的圆盖状结构(图 2:1),由 3-5 层石细胞组成,其边缘约为 3 层石细胞,尖顶处细胞甚至收超过 5 层。孔盖的石细胞较内种皮的石细胞短小,但亦含硅质体。孔盖内表面为一层角质层。珠孔领和孔盖通过连续的角质层相连。

3、珠孔端薄壁细胞 为珠孔领、孔盖与假种皮间的一群薄壁细胞(图 2:1, PC)。这些细胞体积小,排列紧密,细胞近圆形,大小相近,没有特殊的分化。

五、外胚乳 由珠心发育而来,为种皮与内胚乳间富含淀粉的薄壁细胞群,其最外方为一层极厚的角质层(图 2:1)。

1、角质层 极厚,达  $15\mu\text{m}$  以上,由外胚乳的外层细胞向外分泌形成(图 2:1-5)。合点端内种皮的缺口处角质层亦出现缺口(图 2:1,6),珠孔领和孔盖内侧的角质层为上述角质层的延续。角质层的形成时间很早,在种子发育初期内珠被的两层细胞压扁时即已分泌产生,但极薄,紧贴在珠心组织(后来成为外胚乳)外表面(图 1:1)。内珠被细胞消失时,角质层增厚,并迅速充满珠心组织与内种皮间的空间(图 1:1-5, 图 2:1-5)。

2、外胚乳细胞 细胞壁通常弯曲为波浪形,细胞常具草酸钙方晶、菱晶,并充满淀粉粒。6 月上旬,外胚乳细胞开始出现草酸钙晶体,7 月中旬具造粉体并积累淀粉,此时明显可见其淀粉为复粒淀粉。以后淀粉迅速增多,并充满整个细胞。

六、内胚乳 除合点端内胚乳出现缺口外,内胚乳整个包围着胚(图 2:1,4)。内胚乳的主要部分由多层细胞构成,两侧伸展为翼状,包围着胚的中上部(图 2:1,3,4),其最外方一层薄壁细胞

较短小, 表面观为近等径的多角形至近圆形, 横切面观为半圆形、多角形、长方形等, 大部分细胞内主要含有脂类物质; 被这层细胞包围的其余细胞通常径向延长, 体积大, 壁薄, 细胞形状不规则, 轮廓不清晰, 细胞内主要含蛋白质, 还含有多糖。内胚乳其它部分由一层细胞构成, 介于外胚乳与胚之间, 在珠孔端直接与珠孔领、孔盖内侧的角质层相连(图2:1,5)。这部分内胚乳细胞含有脂类与蛋白质。

七、胚 棒状, 基部截形, 中上部略膨大(图2:1)。胚细胞形态通常一致, 不易观察到特定组织的分化。胚细胞后含物丰富, 有蛋白质、多糖与脂类等。

## 讨论

### 一、种皮结构的划分及命名

对种皮结构, 不同作者有不同划分方法。徐国钧和赵守训<sup>[9]</sup>把白豆蔻(*Amomum cardamomum* L.)种皮中最外方四层合称为外种皮, 最内层称为内种皮。Takhtajan 主编的专著《种子的比较解剖》(第一卷)在描述姜科种子时把种皮的最外层称为外种皮(exotesta)、最内层称为内种皮(meso-testa)其间的三层称为中种皮(endotesta)<sup>[15]</sup>。我们同意这一意见, 因为中种皮位于种皮的中间, 有别于外种皮(位于种皮外方)和内种皮(位于种皮内方); 而且中种皮的分化最复杂、多样, 包括下皮层、油细胞层和色素层, 这些层次的分化与否及其变化规律对属内不同种具有鉴别意义。此外, 下皮层有上色素层或色素层<sup>[3,4,8,16-19]</sup>、薄壁组织或不含色素的薄壁组织<sup>[16,20]</sup>、下皮层<sup>[3,7,10]</sup>、横细胞<sup>[11]</sup>、色素层有下色素层或色素层<sup>[3,4,7-10,16-19]</sup>、含色素的薄壁组织<sup>[3,16-19]</sup>、内种皮有石细胞<sup>[3,4,8-10,15-19]</sup>、厚壁细胞<sup>[4,7,11]</sup>、杯状细胞<sup>[10]</sup>或内种皮<sup>[3,4,9,10,15]</sup>等不同称谓。我们注意到, 表皮下的一层细胞即下皮层在有的种含有色素<sup>[3,8,16-19]</sup>, 在另一些种则不含色素<sup>[16,20]</sup>, 因此根据其位置特点称之下皮层(hypodermis)好些; 色素层的细胞或多或少含有色素, 其细胞形态也易于与其它层次的细胞区别, 谓之色素层是合理的; 油细胞是一传统看法, 多认为其细胞内含有油滴<sup>[2-4,9,10,16-19]</sup>, 但我们发现九翅豆蔻的油细胞常呈半透明状, 在种子发育各时期都不含有脂类物质, 称之油细胞是不合理的。内种皮细胞属于厚壁组织, 但厚壁组织又包括石细胞与纤维, 从内种皮细胞的形态看, 谓之石细胞合理些, 只是其壁并不木质化, 亦无明显的单纹孔, 是较特殊的石细胞。

### 二、珠孔领和孔盖

早在1896年, Humphrey<sup>[13]</sup>就观察了姜科(广义)三属(*Amomum*, *Alpinia*及*Costus*)代表植物的珠孔领和孔盖(他把孔盖称为萌发盖germinal lip)并指出珠孔领和孔盖使胚得到很好的保护, 而在种子萌发时胚又能容易地推开孔盖出土。其后Mauritzon<sup>[14]</sup>对姜科象牙参属、*Brachychilus*及*Burbidgea*属, Berger<sup>[11]</sup>对*Elettaria*属的珠孔领和孔盖进行了研究。Grotjen和Bouman<sup>[12]</sup>观察了*Costus*另一植物*C. cuspidatus*的珠孔领和孔盖, 还列表比较了姜目8科种子珠孔领和孔盖的有无和变化, 并指出珠孔领和孔盖是姜目多数科种子特征性的结构。但是迄今国内的文献<sup>[1-4,6-10]</sup>和日本学者木村等的众多研究<sup>[16-21]</sup>对姜科及豆蔻属种子珠孔端结构却未曾报导。我们观察到, 九翅豆蔻种子的珠孔端具有珠孔领和孔盖(图2:1); 其珠孔领内种皮细胞形态一致, 外观不呈波浪形变化, 其孔盖由3-5层石细胞构成。

### 三、合点端的结构特征及其生理功能

迄今未见有描述豆蔻属合点端结构的文献资料,姜科的有关资料亦甚缺乏。闭鞘姜科的资料则较多,其中以Humphrey<sup>[13]</sup>对*Costus* sp.合点端结构的描述最详尽。此外,他对*Alpinia mutica*合点端结构亦作了简述。我们的研究表明,九翅豆蔻合点端组织分化程度较高,包括下皮细胞垫、大型薄壁细胞区、维管束、合点端色素细胞区和整体轮廓呈龟头状、又有一缺口的内种皮等构造。而且在合点端,表皮、下皮细胞垫的细胞壁均有不同程度的增厚,具有保护内方组织的作用;合点端维管束,为种脊维管束随合点组织向种子近中央的延伸,具有向胚和内、外胚乳运送营养物质和水分的功能;合点端色素细胞是营养物质和水分经维管束运送后进入胚和内、外胚乳的通道;大型薄壁细胞有养分贮存和缓冲机械压力的作用。

### 四、油细胞与脂类物质在种子中的分布

Berger<sup>[11]</sup>认为九翅豆蔻在下皮层内方有油细胞层,但也有人认为九翅豆蔻种皮在结构上没有油细胞层<sup>[4,6]</sup>,或认为其油细胞只分布于合点端维管束周围<sup>[6]</sup>。我们观察到,九翅豆蔻种皮的油细胞层在种子发育的相当长时期内极易观察(图1:1-3),以后被压扁,成熟时其径向壁长度不足4 $\mu\text{m}$ 。因此,九翅豆蔻种皮中作为结构层次的油细胞层是存在的。在合点端维管束周围,分布着大型薄壁细胞,其内多含有折光性较强的金黄色块状物或圆球状物,经鉴定细胞内不含脂类物质。另一方面,九翅豆蔻的油细胞与下皮细胞在种子成熟后不易观察,但经次氯酸钠处理,再用爱尔新蓝一番红染色后,油细胞壁被染为淡红色,下皮层细胞壁被染为蓝色,从而可鉴别油细胞层的存在。值得注意的是,许多文章认为豆蔻属种子的挥发油存在于油细胞中<sup>[1-3,9,10,16-19]</sup>。我们对九翅豆蔻和砂仁(另文报导)的观察表明,它们的油细胞在种子发育中没有脂类物质存在,而假种皮内方数层细胞、外种皮细胞、内胚乳最外一层大部分细胞和胚细胞中却不同程度地含有脂类物质,其中以胚细胞中含量最多,而且多以油滴状态存在。对于作为中种皮结构层次的不含脂类物质的油细胞(层),根据其细胞呈半透明的特点,我们建议改称为半透明细胞(层)(translucent cell (layer))。

### 五、内种皮的特征与功能

九翅豆蔻的内种皮由非常延长的石细胞构成,其径向长度占种皮的1/3-2/3,而且其内切向壁显著增厚,径向壁亦非常增厚,从而成为种皮主要的机械层。另一方面,不同位置的细胞,其径向长度不同,呈现由长到短,由短到长的有规律的变化,整体外观呈波浪形。这种呈波浪形的内种皮在豆蔻属种子中尚无人报导。这种类似多个拱桥形状的机械层,与平板状的机械层相比更加有利于抵抗外界机械压力,对其内部的胚与胚乳有更有效的保护作用,是种皮的次生适应性状。

### 六、外胚乳与种皮间角质层的产生和功能

和其它豆蔻属种子一样<sup>[15-19]</sup>,九翅豆蔻外胚乳与种皮间有一层很厚的角质层,关于它的产生,前人尚无报导。我们观察到,在内珠被的两层细胞被压扁但尚未完全消失时,珠心(外胚乳)的表面即已存在角质层,只是此时尚薄。随着种子的发育和内珠被的萎缩,角质层迅速增厚。

我们还观察到,角质层在每个外胚乳外层细胞垂周壁与外平周壁交汇的角隅处向内突入,可以认为角质层是由外胚乳外层细胞向外分泌而形成的。胚、内外胚乳的发育与内种皮的增厚在时间上几乎同步,此层角质层的存在可以阻止内部水分及养分向外流向种皮,保证胚、内外胚乳发育有足够的水分和营养物质供应。另一方面,角质层的存在,使得仍处于生长发育之中的内种皮所需的物质供应不可能由胚乳和胚获得,而只能由种皮本身取得。下皮层和油细胞层的萎缩与内种皮增厚同时出现,这可能是前者的物质转移到后者的结果。

### 七、种子的解剖方法

根据我们的工作经验,豆蔻属种子由于在果实中位置不同其形态是多变的。为了获得能够比较的资料,必须在相对一致的切面进行观察。在纵切面上必须沿种脊,通过合点端内种皮的缺口和珠孔端(种脐)中央纵切,才能观察到珠孔领、孔盖和合点端的组织结构。数十年来珠孔端和合点端结构资料的缺乏,可能和纵切时位置不够适当有关。另一方面,九翅豆蔻种子不同水平的横切面其结构不同(图2:1-5),因此作不同横切面种子结构的比较时,必须先研究纵切的构造,选择相对一致的水平位置;这样实验的重复性和结果的可比性才强。

### 参考文献

- 1 中国医学科学院药物研究所等. 中药志(第二册). 人民卫生出版社, 1959: 329-335
- 2 中国医学科学院药物研究所等. 中药志(第三册). 人民卫生出版社, 1984: 1-26
- 3 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典(1990年版一部). 人民卫生出版社, 化学工业出版社, 1990: 215-219
- 4 左辞秋等. 云南七种真伪砂仁种皮解剖. 《全国植物形态学学术讨论会研究论文摘要汇编》, 1984: 12-13
- 5 陈世文等. 砂仁及其同属伪品的形态研究. 中药通报, 1988; 13(6):324-327
- 6 陈世文等. 砂仁及其同属伪品的组织和挥发油研究. 中国中药杂志, 1989; 14(1):9-11
- 7 陈毓亨, 董玉懿. 我国姜科药用植物研究 I. 砂仁的原植物和生药鉴别. 中药材科技, 1983; (6):28-33
- 8 吴德邻等. 中国植物志(第16卷第2分册). 科学出版社, 1981: 110-134
- 9 徐国钧, 赵守训. 生药学. 人民卫生出版社, 1958: 203-205
- 10 徐国钧等. 中药材粉末显微鉴定. 人民卫生出版社, 1986: 516-517
- 11 Berger F. Zur Samen-anatomie der Zingiberaceen-Gattungen Elettaria, *Amonum* und *Aframomum*. *Scientia Pharmaceutica*, 1958; 26(4):224-258
- 12 Grootjen C J, Bouman F. Development of the ovule and seed in *Costus cuspidatus*, with special reference to the formation of the operculum. *Bot Journ of Linnean Society*, 1981; 83:27-39
- 13 Humphrey J E. The development of the seed in the Scitamineae. *Annals of Botany*, 1896; 10:1-40
- 14 Mauritzon J. Samenbau und Embryologie einiger Scitamineen. *Lunds Universitets Arsskrift*, 1936; 31:1-31
- 15 Takhtajan A. Comparative anatomy of seeds, Vol I. *Izdat Nauka, Leningrad*, 1985: 217-222
- 16 木村雄四郎, 小林芳雄. カルダモム類生薬の研究(2-3) 苹果、红豆蔻. 植物研究雑誌, 1957; 32(2):18-24
- 17 木村雄四郎等. カルダモム類生薬の研究(4) 縮砂. 植物研究雑誌, 1958; 33(10):9-13



- 18 木村雄四郎, 吉村衛. カルダモム類生薬の研究(5) 白豆蔻. 植物研究雑誌, 1961; 36(1):1-6
- 19 木村雄四郎, 吉村衛. カルダモム類生薬の研究(7) 陽春砂. 植物研究雑誌, 1968; 43(7):1-7
- 20 木村雄四郎, 吉村衛. 東亞市場に於けるカルダモム類生薬の鑒別. 植物研究雑誌, 1968; 43(10-11):159-166
- 21 木村雄四郎, 吉村衛. 東亞市場に於けるカルダモム類生薬の鑒別(續). 植物研究雑誌, 1969; 44(3):1-6

## ANATOMY AND HISTOCHEMISTRY OF THE SEEDS OF *AMOMUM MAXIMUM*

Liao Jingping      Wu Qigen

(South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650)

### Abstract

The seed of *Amomum maximum* Roxb. comprises aril, seed coat, perisperm, endosperm and embryo. The seed coat formed from outer integument can be divided into exotesta, mesotesta and endotesta. Exotesta contains only one layer of epidermal cells with thickening and lightly lignified cell wall. The mesotesta includes hypodermis, oil cell layer and pigment layer which consists of 2-5 layers of cells. Hypodermis and oil cell layer are respectively composed of only one layer of greatly compressed cells. The endotesta consisted of one layer of sclerotic cells, the principal mechanical layer, is extremely thick, and nearly occupies one to two third of the total thickness of the seed coat. The appearance of outline of the endotesta looks like wave-shaped, except that of parts' outline of endotesta at micropylar and chalazal ends. A micropylar collar, an operculum and a parenchymatic part are differentiated at micropylar end. A hypodermal cell pad, large parenchyma cell group, vascular bundle and pigment cell group are differentiated at chalazal end. The cells of perisperm are full of starch grains, and the cells of endosperm, except cells of its outer most layer, are abundant in proteins and polysaccharides. Cells of embryo contain proteins, polysaccharides and lipids. Lipid is absent in oil cells, but present in embryo cells, in cells of aril adjacent to epidermis, in exotesta cells and in cells of the outer most layer of the endosperm. Because the oil cells are without lipid, they can not be called 'oil cell' anymore. The term 'translucent cell' is suggested to use here instead of 'oil cell'.

**Key words:** *Amomum maximum*; Seed; Anatomy; Histochemistry