

砂仁种子的解剖学和组织化学研究

吴七根 廖景平

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

摘要 砂仁种子包括假种皮、种皮、外胚乳、内胚乳与胚。假种皮由内表皮、外表皮及其间的6-9层薄壁细胞组成。种皮分为外种皮、中种皮与内种皮。外种皮由1层表皮细胞构成, 其壁增厚并略木质化。中种皮包括各含1层细胞的下皮层和半透明细胞层与含3-5层细胞的色素层; 下皮层与色素层细胞均含有红棕色色素, 后者的壁呈网状增厚。内种皮由1层内切向壁与径向壁非常增厚的石细胞构成。种皮表面具有许多疣状突起, 它们是体积较小的表皮细胞和其内方1-3个局部膨大的下皮细胞向外突起形成的。合点区内种皮出现缺口, 缺口附近石细胞增至2-3层; 缺口间的合点区色素细胞整体轮廓呈喇叭状。珠孔区分化出珠孔领、孔盖与珠孔区薄壁细胞; 孔盖由3-5层石细胞与2-4层色素细胞构成。内胚乳上半部具多层细胞, 下半部为单层细胞。脂类物质(含挥发油)主要存在于胚和假种皮细胞中。其次为内胚乳最外层细胞与外种皮。

关键词 砂仁; 种子; 解剖学; 组织化学

ANATOMY AND HISTOCHEMISTRY OF THE SEEDS OF *AMOMUM VILLOSUM*

Wu Qigen Liao Jingping

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

Abstract The seed of *Amomum villosum* Lour. comprises aril, seed coat, perisperm, endosperm and embryo. The aril contains outer epidermis, inner epidermis and 6-9 layers of cells between them. The seed coat can be divided into exotesta, mesotesta and endotesta. The exotesta consists of one layer of epidermal cells with thickened and slightly lignified cell walls. The mesotesta includes one layer of hypodermal cells, one layer of translucent cells and 3-5 layers of pigment cells. The hypodermal cells and pigment cells with reticulate wall thickening are rich in pigment. The endotesta is composed of one layer of sclereids and their anticlinal and inner periclinal walls are strongly thickened. The verruciform protuberances are scattered on seed coat surface. Each protuberance is constructed by 1-3 hypodermal cells with projections outward at one end or median part of cells and their outer epidermal cells with smaller volume. A gap appears in the endotesta of the chalazal region. The number of layer of sclerids near the gap often increases to 2-3 layers. Chalazal pigment cells stuff the gap and as a mass with

trumpet-shaped project inward. Micropylar collar, operculum and parenchyma cells are differentiated at micropylar region. The operculum consists of 3—5 layers of sclereids and 2—4 layers of pigment cells. The endosperm has two parts, the upper part is of multilayered structure, but the lower part is with monolayer of cells. Lipids (including volatile oil) mainly present in embryo cells and several layers of cells of aril adjacent to seed coat, then in cells of the outer most layer of the endosperm and exotesta cells.

Key words *Anomum villosum*; Seeds; Anatomy; Histochemistry

砂仁 (*Anomum villosum* Lour.) 是我国重要的常用中药材, 每年均有出口, 近年又作为保健品和饮料的原料被开发利用。对砂仁种子的生药学研究, 五、六十年代已有报道^[1, 15, 16], 至七、八十年代, 随着砂仁需求量的增加, 混伪品不断出现, 我国对砂仁及其混伪品的比较研究亦不断出现^[5-9, 11-14]。但是迄今为止, 大部分研究都仅谈及砂仁的种皮结构, 还未见有文章介绍砂仁种子的全部结构特征, 砂仁种子的组织化学资料亦很欠缺, 而且现有的认识尚不统一甚至存在不妥。本文全面研究了砂仁种子的解剖学和组织化学, 特别注意了种脐端 (相当于珠孔端) 结构的复杂性和合点区组织结构的分化, 并对脂类物质的分布进行了较系统的研究, 期望为药材的鉴定和开发利用提供资料; 同时, 砂仁还是豆蔻属中果实具肉刺的一大类群的代表, 对其种子进行全面的解剖学和组织化学研究, 还将为从种子的解剖特征探讨本属的分类位置和属下分类群的系统关系积累资料。

1 材料与方法

实验所用材料主要为1992年、1993年采自华南植物园的两批新鲜材料 (包括幼嫩至完全成熟的种子), 直接切片或经FAA固定保存; 亦有购自省内及广州市药材市场的干品药材五批。干品经水煮复原, FAA固定的材料用水冲洗。用滑走切片机冰冻切片, 通过种脐、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1)。分别用爱氏苏木精和次氯酸钠透明后再经爱尔新蓝-番红染色观察种子结构, 高碘酸-锡夫试剂鉴定多糖、碘-碘化钾鉴定淀粉、次氯酸钠-锡夫试剂和氯化汞-溴酚蓝鉴定蛋白质、苏丹Ⅲ和苏丹黑B鉴定脂类物质 (包括挥发油与角质), 三氯化铁鉴定单宁物质。扫描电镜样品制备时, 将干种子去掉假种皮, 直接镀金观察。

2 结果

成熟的砂仁种子为黑褐色, 外形上具有明显的合点、种脊和种脐 (珠孔端) (种脐参见图版 I: 1)。种子的最外方为白色的膜状假种皮, 其内依次包围着种皮、外胚乳、内胚乳和胚 (图1)。合点区内种皮出现缺口, 其间为合点区色素细胞 (图版 I: 4, 5, 图1, 2); 珠孔区分化出孔盖和珠孔领 (图版 I: 6, 图1, 6)。

2.1 假种皮 由8—11层细胞组成 (图8); 包括外表皮、内表皮及其间的6—9层薄壁细胞。表面观细胞长方形至线形 (图版 I: 2, 图7), 长轴与种子长轴平行。横切面外表皮细胞

近长方形，排列紧密，其外方有一层极薄的角质层；内表皮细胞栅栏状排列，略呈径向延长，近种皮之切向壁略增厚；内、外表皮间近内表皮的2—3层细胞略小，排列较紧密，而其它细胞体积较大，胞间隙亦大，排列较疏松。近种皮的数层假种皮细胞富含脂类物质（图版 I：2），同时还含有蛋白质与多糖物质。

2.2 种皮 砂仁的膜状假种皮完全包被种子（图1），与种皮极易分离。去掉假种皮后，可见种皮表面分布着许多细小突起，电镜下呈疣状（图版 I：1）。砂仁的种皮包括外种皮、中种皮和内种皮（图版 I：3，图4，5）。

2.2.1 外种皮 由一层表皮细胞构成，其外表面有一层极薄的角质层。表皮细胞排列紧密，横切面近圆形或椭圆形（图4），纵切面近长方形（图5）；壁厚，并轻度木质化，经爱尔新蓝-番红染色呈樱红色，高碘酸-锡夫试剂染色呈红色。表皮细胞层常见有突起，突起处细胞体积变小（图版 I：3，图4，5，8），扫描电镜下这些突起呈疣状（图版 I：1），表皮细胞含少量的多糖、蛋白质和脂类物质。

2.2.2 中种皮 包括下皮层、半透明细胞层（油细胞层）和由3—5层细胞组成的色素层。

2.2.2.1 下皮层 为表皮下方的一层薄壁细胞。横切面通常为长方形，纵切面近等径形或不规则形。在表皮细胞层突起的内方，可见1—3个下皮层细胞以端部或中间向外膨大，共同构成突起（图版 I：3—5，7，图4，5）。下皮细胞内充满红棕色色素，由于色素的干扰，无法进行组织化学观察。

2.2.2.2 半透明细胞层 为下皮层内方、色素层外方的一层不含色素的薄壁细胞（图版 I：3—5，7），横切面为长方形（图4），纵切面近等径形（图5）。整层细胞呈半透明，其壁经次氯酸钠处理后，在爱尔新蓝-番红染色中呈红色。细胞内通常含有小而无色的不定形块状物，在苏丹黑B和汞-溴酚蓝染色中均呈弱的正反应；半透明细胞中偶尔有细小、透明的圆球形物，折光性较强，很像油滴，但它们在苏丹黑B、汞-溴酚蓝和高碘酸-锡夫试剂中绝大部分呈负反应，故不是脂类物质，其成份未详。

2.2.2.3 色素层 由3—5层薄壁细胞构成，细胞内充满红棕色色素。经次氯酸钠处理除去色素，再用爱尔新蓝-番红染色的材料，容易看到其壁呈网状增厚。横切面细胞近长方形，部分近等径形或不规则形，纵切面为近长方形。

2.2.3 内种皮 由一层石细胞构成。石细胞长方形，径向延长，其内切向壁和径向壁非常增厚，外切向壁保持薄壁状态；石细胞的胞腔极小，近椭圆形，内含一粒近圆形的硅质体。内种皮石细胞的壁含红棕色色素，但不木质化，也没有看到单纹孔。

2.3 珠孔区的结构 种子珠孔区分化出珠孔领、孔盖和珠孔区薄壁细胞（图版 I：6，图1，6）。

2.3.1 珠孔领 为珠孔区内种皮和部分中种皮向种子内部凹陷形成的领状结构。珠孔领外侧的石细胞与其它内种皮石细胞一致，即内切向壁与径向壁非常增厚，而外切向壁保持薄壁状态（图6）；但珠孔领内侧的石细胞，从珠孔领折叠处至孔盖，其增厚壁的增厚程度递减，逐渐变为壁不增厚的一列细胞，并以此与孔盖相连（图6）。珠孔领石细胞内侧为一层较厚的角质层（图6）。

2.3.2 孔盖 是覆盖于胚的基足的外侧，由珠孔区内种皮石细胞和中种皮的色素细胞构成的具尖顶的盖状结构（图6）。构成孔盖的石细胞有3—5层，尖顶处甚至超过5层；色素细胞

有2—4层，细胞内含有红棕色色素。孔盖内侧为一层角质层，并与珠孔领内侧的角质层连续。

2.3.3 珠孔区薄壁细胞 位于珠孔领和孔盖与假种皮之间。细胞近等径，呈近圆形，通常具有细胞核。珠孔区薄壁细胞不含脂类物质，而其外方的假种皮细胞则富含脂类物质，故利用苏丹黑B染色，很容易将二者区分开来。

2.4 合点区的结构 种子在合点区亦分化出外种皮、中种皮和内种皮。所不同的是，中种皮色素层中存在维管束，内种皮出现缺口，缺口间为合点区色素细胞(图版I:4,5,图1,2)。

2.4.1 外种皮 由一层表皮细胞构成，其特征与其它外种皮细胞相似。

2.4.2 中种皮 包括下皮层、半透明细胞层和色素层，均为种皮相应层次的延续。下皮层亦由一层细胞构成，并与表皮层细胞共同形成突起；半透明细胞层在此除形成一连续层次外，尚有少许半透明细胞分散于附近的色素层内(图版I:4,5,图1)；此处色素层细胞层数增多，外方与半透明细胞相接，内方包含有维管束，并逐步过渡到与内种皮缺口间的合点区色素细胞相连(图版I:4,5)；色素层中的维管束为种脊维管束的延续，可见环纹管胞和螺纹管胞。

2.4.3 内种皮与合点区色素细胞 合点区内种皮不连续，出现一个缺口，缺口周边处石细胞常增至2—3层(图版I:4,5,图1,2)。缺口充满合点区色素细胞，不论横切面(图版I:4,图2)还是纵切面(图版I:5,图1)，其整体轮廓均呈喇叭状，从近胚一侧算起，有6—8层细胞厚，其细胞呈长方形，细胞长轴与内种皮缺口平面平行，约有10—12列细胞宽；往外方，细胞所含色素显著减少，这些细胞逐渐过渡到近等径形，进而与中种皮色素层和维管束相连。

2.5 外胚乳 位于种皮与内胚乳之间，其外表面为一层 $7.5\mu\text{m}$ 厚的角质层(图4,5)。

2.5.1 角质层 覆盖于外胚乳最外侧，在外胚乳与种皮间形成很厚一层，并伸入到外胚乳最外层细胞间的垂周壁外方的角隅处。

2.5.2 外胚乳细胞 最外层细胞细小，近等径或略呈切向延长(图4,5)；往内方，细胞增大，并变为径向延长(图版I:6,7)；而最内方的5—7层细胞略变小，近圆形(图版I:7,8)。外胚乳细胞的壁常弯曲呈波浪形，细胞内充满细小的淀粉粒。一些外胚乳细胞中还含有草酸钙方晶。在珠孔领和孔盖内侧处未见外胚乳细胞，陷约可见残留物与明显的角质层(图版I:6,图1,6)。

2.6 内胚乳 除合点区外，内胚乳完全包围着胚(图1)。内胚乳可分为两部分，主要部分位于胚的中上部，由多层细胞组成，胚从中穿过。这部分内胚乳最外方为一层主要含有脂类物质、能为苏丹黑B染色、体积小的细胞(图版I:7)，表面观细胞近圆形或多角形，横切面观呈半圆形或多角形。这层细胞并不是连续排列的，其间散布了一些普通的、不含脂类物质的内胚乳细胞。这层细胞以内为体积大、径向延长的多层细胞，其形态不规则，壁极薄，显微镜下很难看清其细胞壁轮廓(图版I:8)；细胞内主要含有蛋白质，还含有多糖，部分细胞含少量淀粉。内胚乳的另一部分包围着胚的中下部，由一层细胞构成(图版I:6,图1,6)。细胞排列紧密、整齐，横切面观近等径，纵切面观近长方形或近方形；细胞内含有脂类物质和蛋白质。在珠孔区，这部分内胚乳通过外胚乳的残留物与角质层相连。

2.7 胚 棒状，基部截形(图版I:6)，顶端常稍弯曲(图1)。胚分化出原表皮、原皮层和原形成层，偶尔可见胚芽，其它组织分化不明显。横切面胚细胞近等径，纵切面为长方形。

胚细胞内含有大量的脂类物质 (图版 I: 9), 还含有蛋白质、多糖和少量淀粉。

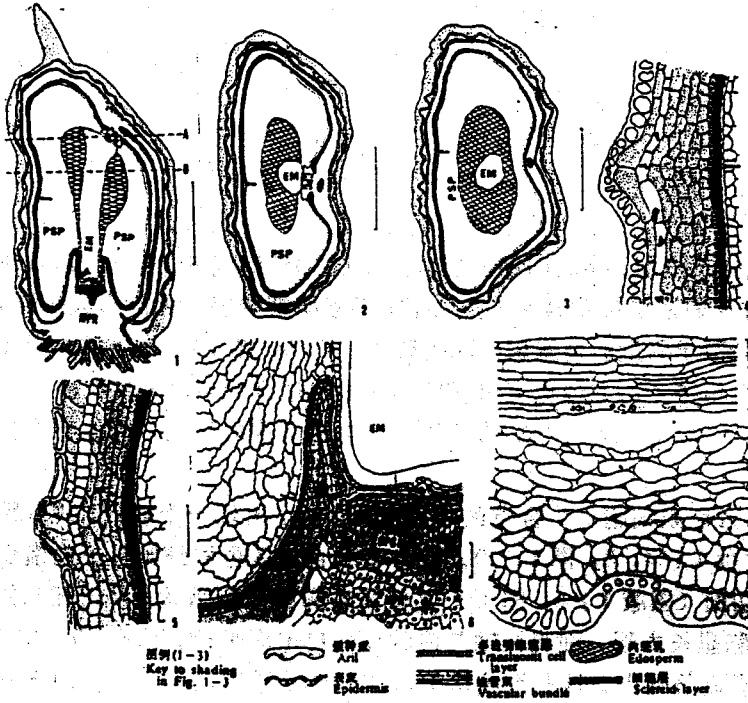


图1 砂仁种子纵切面简图; 图2、3 分别为通过图1的A、B线的种子横切面简图; 图4 部分种皮横切面详图; 图5 部分种皮纵切面详图; 图6 部分珠孔区纵切面详图; 图7 假种皮内表皮表面观; 图8 部分外种皮与假种皮横切面详图。比例尺均为100μm。

Fig. 1 Diagram of a seed of *Annonum villosum* in L. S.; Fig. 2, 3 Diagrams of the seed in T. S. through dotted lines of A and B in Fig. 1, 2. through A, 3. through B; Fig. 4 Detail of a part of seed coat in T. S.; Fig. 5 Detail of a part of seed coat in L. S.; Fig. 6 Detail of a part of seed through micropylar region in L. S.; Fig. 7 Inner epidermal cells of aril in surface view; Fig. 8 Detail of a part of exotesta and aril in T. S.. The scale is each length of lines to 100μm.

3 讨论

3.1 假种皮的结构及其细胞后含物

到目前为止, 砂仁假种皮的研究还很零星, 一般只局限于种皮附近的部分细胞的观察^[2, 10, 11, 13]。我们的研究表明, 砂仁的假种皮有8—11层细胞, 由内表皮向外表皮, 细胞体积增大, 胞间隙增大, 胞间联系更脆弱。另一方面, 砂仁假种皮邻近外种皮的数层细胞含有丰富的脂类物质, 且多为油滴状 (图版 I: 2), 可能含有挥发油, 因此在砂仁药材的采收和加工中, 应尽量保存假种皮, 更有效地利用药效成分。

3.2 种皮结构与种子表面特征的关系

近年来, 扫描电镜术应用于种子表面特征的研究, 为种子的研究提供了更直接更丰富的资料。但是我们认为, 扫描电镜术的应用, 应该和解剖学相结合, 进一步从结构上更准确地揭示亚微观形态的实质。我们对砂仁种子的研究表明, 种皮表面的疣状突起, 实际上是1—3个端部或中部向外膨大的下皮细胞及其外方的体积较小的表皮层细胞共同形成的突起。

在我国,1985年杨兆起等,1989年赖小平和刘心纯已使用扫描电镜术研究了商品砂仁及砂仁不同品种种子表面形态。但是,由于在形态学上还没有统一、规范的描述术语,使得这一新技术在种子表面特征的研究成果使用起来颇感不便。因此,制定统一的描述术语,是种子形态学急待解决的课题。

3.3 珠孔区的结构特征

姜科种子珠孔区结构的研究资料很缺乏,而且有限的研究还很少有文字描述或详图^[16-18];砂仁种子虽有不少研究,但尚无人论及其珠孔区的结构特征^[1-3,5,6,8,10-14,15,19]。我们的研究表明,砂仁种子的珠孔区具有明显的珠孔领(micropylar collar)和孔盖(operculum),这一结论与Humphrey(1896)对*Amomum elongatum*、*Alpinia mutica* Roxb. 与*Costus* sp., Grootjen和Bouman(1981)对*C. cuspidatus* Maas以及我们对九翅豆蔻(*Amomum maximum* Roxb.) (另文报导)的研究结果一致。但是砂仁孔盖有3-5层石细胞,与九翅豆蔻一致,但与*A. elongatum*的孔盖不同,后者仅由一层石细胞构成^[17]。可见,同一属内,孔盖的石细胞层数可能是不同的。另一方面,九翅豆蔻与*A. elongatum*的珠孔领一样,由与内种皮一致的石细胞构成^[17],而砂仁的珠孔领中,折叠处以外的部分,其石细胞与其它内种皮石细胞一致;而从折叠处至孔盖,细胞的内切向壁与径向壁的加厚渐减,最后过渡为薄壁细胞,从而与孔盖相连,先端还成为孔盖之边缘(图1,6)。

3.4 合点区的结构特征

与珠孔区研究资料比,姜科种子合点区的研究更少,只有Humphrey(1896)对*Costus* sp.、*Alpinia mutica* Roxb. 和我们九翅豆蔻的研究;砂仁合点区的结构尚无人报道^[1-3,5,6,8,10-14,15,19]。我们的研究表明,砂仁的合点区除了中种皮的半透明细胞具连续的一层,并有少许半透明细胞分散于附近色素层中,色素层细胞层数增多和包含有维管束外,其特征与其它外、中种皮无异;而*Costus* sp. 外种皮呈栅栏状而与其它外种皮的切向排列不同,且其下皮细胞分裂为2层细胞;九翅豆蔻的下皮细胞增至9-10层,成为下皮细胞垫,且在内种皮与下皮细胞垫间有范围极广的大型薄壁细胞区。上述三者的内种皮都有缺口,且九翅豆蔻与砂仁之缺口处都有喇叭状的合点区色素细胞群(图版I:4,5,图1,2),但砂仁近缺口处的内种皮石细胞常会增至2-3层。

3.5 半透明细胞(油细胞)与脂类物质在种子的分布

砂仁种子下皮层与色素层间的一层不含色素的细胞一直被称为油细胞^[2,3,5,6,8,10-14,15],有的学者在描述或图注中认为油细胞含有许多油滴^[3,5,10,11,15]。我们通过不同产地的干品材料和不同生长期的新鲜材料的大批量比较研究,发现砂仁的“油细胞”,通常含有一些无色、小的不定形块状物(图4)。这些块状物在苏丹类染料和汞-溴酚蓝染色中都呈弱的正反应,表明含有脂类物质和蛋白质(有可能两者结合为脂蛋白),偶尔能在“油细胞”中发现小的圆球状物,但这种类似油滴的圆球状物在苏丹类染料、蛋白质染料和PAS反应中大都呈负反应,因此不是脂类物质(包括挥发油)。根据“油细胞”内含物少,不含色素,不含或偶尔含油滴,通常为半透明状,结合上述组化特性,我们认为应将“油细胞”改称为半透明细胞(translucent

cell)。

我们的研究表明,砂仁种子的脂类物质(含挥发油)主要存在于胚细胞、假种皮最内几层细胞,其次为内胚乳最外层的大部分细胞与外种皮细胞中(图版 I: 2, 7, 9)。

3.6 内胚乳的特征

我们的研究表明,砂仁内胚乳包括两部分,其一是包围于胚中上部的多层细胞部分,另一是包围于胚中下部的单层细胞部分(图 1)。但是一般学者只对多层细胞的内胚乳作了零星的报道^[2,3,7,10,11,15],而没有注意到单层细胞的内胚乳的存在。对多层细胞的内胚乳,只有贾敏如等^[12]注意到了其最外层的部分细胞含有脂类物质。值得注意的是,木村等人^[13]把多层细胞的内胚乳最外层的含脂类物质的细胞图注为有色体(chromoplast),并把它描述为位于内、外胚乳之间,这与我们的观察结果不同。

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, 20-26
- 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, 218-219
- 4 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)(中药彩色图集). 广东科技出版社, 1991, 265-266
- 5 孙宝惠. 阳春砂仁及其混淆品的鉴别. 河北医药, 1983, (1): 11-16
- 6 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
- 7 陈世文等. 砂仁及其同属伪品的形态研究. 中药通报, 1988, 13 (6): 4-7
- 8 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): 9-12
- 9 杨兆起等. 商品砂仁的质量研究. 药物分析杂志, 1985, 5 (6): 351-358
- 10 赵达文等. 常用中药材组织粉末图解. 人民卫生出版社, 1991, 184-185
- 11 徐国钧等. 中药材粉末显微鉴定. 人民卫生出版社, 1986, 548
- 12 贾敏如等. 四川乐山地区药用“土砂仁”的研究 I. 品种调查及形态组织学研究. 中药通报, 1985, 10 (9): 14-17
- 13 黄桂玲. 药用砂仁的解剖学. 中山大学学报(自然), 1988, (1): 98-106
- 14 赖小平, 刘心纯. 中药砂仁五个品种的生药鉴定. 广州中医学院学报, 1989, 6 (4): 242-246
- 15 Berger F. Zur Samen-anatomie der Zingiberaceen-Gattungen *Eletharia*, *Anomum* und *Aframomum*. Scientia Pharmaceutica, 1958, 26 (4): 224-258
- 16 Grootjen C J et 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
- 17 Humphrey J E. The Development of the seed in the Scitamineae. Annals of Botany, 1896, 10: 1-40
- 18 Takhtajan A. Comparative anatomy of seeds. Vol. 1. Izdat Nauka, Leningrad, 1985, 217-222
- 19 木村雄四郎, 吉村衛, カルゲモム类生薬の研究(7) 阳春砂. 植物研究雑誌, 1968, 43 (7): 193-199

图版说明

- 2、7、9的切片经苏丹黑B染色, 3-6的切片未经染色, 用以表示下皮层、色素层细胞及石细胞的壁含有色素。
1. 种子的种皮表面, 示疣状突起与种脐(H); 扫描电镜图
2. 假种皮表面观, 示油滴; ×280
3. 部分种皮横切面, 示种皮结构, 注意表皮与下皮细胞形成突起(Δ); ×150
4. 种子合点区横切面, 示合点区结构, 白色三角形指示维管束; ×59

5. 种子合点区纵切面。注意表皮与下皮的突起 (Δ)； $\times 54$
6. 种子珠孔区纵切面，示珠孔领和孔盖； $\times 59$
7. 种子部分横切面，示种皮及其表面的突起 (Δ)、外胚乳及内胚乳最外层细胞 (\blacktriangle) $\times 55$
8. 外胚乳、内胚乳部分横切面，示内胚乳细胞壁极薄，不易观察； $\times 55$
9. 胚部分纵切面，示胚细胞含油滴。 $\times 280$

Explanation of plate

The sections of 2, 7 and 9 were stained in Sudan black B, but those of 3-6 were not stained to show the pigment in hypodermal cells, pigment cells and the walls of sclereids.

1. The seed coat surface, showing verruciform protuberances and hilum (H); SEM
2. Aril cells in surface view, showing oil drops; $\times 280$
3. A part of seed coat in T. S., showing the seed coat structure. Notice, the protuberance (Δ) formed from epidermal and hypodermal cells; $\times 150$
4. T. S. of a part of seed through chalazal region, showing the chalazal structure. A white triangle points out the vascular bundle region; $\times 59$
5. L. S. of a part of seed through chalazal region. Notice, the protuberance (Δ); $\times 54$
6. L. S. of a part of seed through micropylar region, showing micropylar collar and operculum. Notice, a part of cells near operculum lost during sectioning; $\times 59$
7. T. S. of a part of seed, showing seed coat perisperm and the outer most layer (\blacktriangle) of cells of endosperm; $\times 55$
8. T. S. of a part of perisperm and endosperm, showing the walls of endosperm cells are very thin and obscured; $\times 55$
9. L. S. of a part of embryo, showing its cells contain oil drops. $\times 280$

Abbreviations and keys to the plate and figures,

CPG——合点区色素细胞 Chalazal pigment cells; EM——胚 Embryo; ESP——内胚乳 Endosperm; H——种脐 Hilum; L. S. ——纵切面 Longitudinal section; MPR——珠孔区薄壁细胞 Parenchyma cells at micropylar region; OPG——孔盖色素细胞 Pigment cells of operculum; PSP——外胚乳 perisperm; SEM——扫描电镜 Scanning electron microscope; T. S. ——横切面 Transverse section; \uparrow ——角质层 Cuticle; \blacktriangle ——珠孔领薄壁细胞 Parenchyma cells of micropylar collar; Δ ——突起 Protuberance; \blacktriangle ——内胚乳最外层 The outer most layer of cells of endosperm.