

## 山茱萸果皮的解剖学研究\*

廖景平 吴七根

(中国科学院华南植物研究所, 广州510650)

余象煜

(杭州大学生物系, 杭州 310012)

## 摘 要

本文报导了山茱萸果皮的解剖学研究结果。外果皮由一层表皮细胞构成。中果皮外方为3-4(5)层厚角组织细胞,这些细胞通常含有单宁;其内方包含薄壁细胞、单宁细胞和8束维管束。单宁细胞成团或零星分布于薄壁细胞中,前者的体积明显大于后者。单宁细胞的单宁与多糖结合在一起。维管束含有环纹、螺旋纹、梯纹、网纹及孔纹管胞,还有少数散生的纤维。内果皮高度木质化,主要由多种形状的石细胞组成,其间分布了肉眼可见、排列成环状的异细胞,偶见少数生活石细胞及薄壁细胞。内果皮有3束维管束。

**关键词:** 山茱萸; 果皮; 解剖学

山茱萸(*Cornus officinalis* Sieb. et Zucc.)是我国传统的中药材,早在16世纪以前就被用来降压、补血、健胃。本世纪对其药理、药用成分和其它化学成分的研究表明,它具有较高的药用价值和营养价值,并具有广阔的开发利用前景<sup>[1,2,5,6,9-12]</sup>。但是到目前为止,对山茱萸入药的果实部分的研究资料,尤其是果皮的解剖学资料却很缺乏<sup>[2,3,4,12,13]</sup>。本文研究了山茱萸果皮的解剖学和组织化学,在生产上和理论上都有一定意义。

## 材料与方 法

本实验的材料于1990年采于杭州市药物所。为了观察果实不同时期的发育和形态变化,分别于发育初期(3月中下旬)、膨大期(4月初至5月中旬)、体积相对稳定期(5月下旬至8月上旬)、第二次膨大期(8月中旬至9月下旬)和成熟期(10月初以后)定株采集果实材料。材料用FAA固定,石蜡切片法和冰冻切片法制片,分别用番红-固绿、爱尔新蓝-番红染色。维管束和内果皮用铬酸-浓硫酸离析液离析,爱尔新蓝-番红染色。用纯酒精浸泡固定材料,诱导结晶的形成,以鉴定菊糖。用PAS反应鉴定多糖,碘-碘化钾鉴定淀粉,苏丹III鉴定脂类,次氯酸盐-锡夫试剂鉴定蛋白质,三氯化铁鉴定单宁。

\* 本文承蒙喻诚鸿先生、陈泽灏先生审阅并提出宝贵意见,特致衷心感谢。

## 观察结果

山茱萸果实为核果,长椭圆形,果皮由外果皮、中果皮、内果皮构成。果皮通常包裹着1颗种子(图版I:8)。

**一.外果皮** 由一层表皮细胞组成。表皮细胞被很厚的角质层(图版I:1,9)。

**表皮层** 表皮细胞表面观呈多角形,细胞壁呈结节状增厚(图版I:10);横切面观呈切向延长,其外表面光滑,内表面呈不均匀的颗粒状增厚,在靠垂周壁外方的角隅处增厚尤甚(图版I:9)。未成熟果实部分表皮细胞向外突出,形成由两个细胞构成的丁字毛(图版I:7),果熟时脱落。表皮层偶见无规则型气孔。

**二.中果皮** 由厚角组织细胞、薄壁细胞、单宁细胞和维管束组成。果实发育初期,中果皮包含有5层排列较紧密的细胞(图版I:1),这些细胞的细胞核大、位于细胞中央,液泡很少。成熟果实的中果皮约有19-22层细胞,它们是由上述5层细胞发育而来的。果实膨大初期,表皮下一层细胞液泡化,核被挤压在一旁,细胞体积逐渐增大(图版I:2),及至果实膨大期,这些细胞开始平周分裂,一层细胞变成内、外两层细胞(图版I:3),外层和内层细胞都能继续平周分裂,最后形成3-4(5)层细胞(图版I:4,5),这些细胞后来发育成厚角组织。上述5层细胞中的4层,后来发育成中果皮其余的组织。

**厚角组织** 成熟果实表皮下有3-4(5)层厚角组织细胞。平皮面观(paradermal view)其细胞壁呈结节状增厚。横切面观厚角组织细胞呈切向延长,外方2-3层细胞的外、内平周壁呈板状增厚,为板状厚角组织(图版I:9)。厚角组织细胞内常有淡棕色块状物,与三氯化铁作用呈蓝黑色,可见含有单宁。

**薄壁细胞** 通常近等径,体积较小,排列较紧密。一些细胞还含有成团的淀粉粒,个别含有蛋白质,类脂或脂肪滴。经纯酒精诱导的材料,少量中果皮薄壁细胞出现大型菊糖结晶。

**单宁细胞** 中果皮的许多薄壁细胞膨大,积累淡棕色物,经三氯化铁染以呈蓝黑色,表明含有单宁。单宁细胞成团或零星分布于薄壁细胞中(图版I:4,5),后成为均质团块(图版I:6)。另有部分为二者的过渡型。单宁细胞的壁薄,体积大,其体积普遍大于四周的薄壁细胞,中果皮内二分之一,尤其最内方的单宁细胞显著地径向延长(图版I:6)。PAS反应表明,单宁细胞的单宁普遍含有多糖。

**维管束** 中果皮有8束维管束。由维管束鞘、木质部和韧皮部组成,呈橄榄形,是典型的外韧管束(图版II:12)。有时维管束鞘中可见排成一列的近等径的小细胞,每一细胞内含一草酸钙簇晶(图版II:12);簇晶直径一般为7-33 $\mu\text{m}$ ,个别达50 $\mu\text{m}$ 左右,木质部内方为原生木质部,外方为后生木质部。木质部主要由螺纹管胞组成,靠近螺纹管胞的是一些短的环纹、梯纹、网纹和孔纹管胞。此外,木质部还含有木薄壁细胞。在原生木质部内侧可见单个散生的纤维(图版II:11)。韧皮部在木质部外方,排成3-5束,有筛管、伴胞、韧皮薄壁细胞等成分。部分韧皮薄壁细胞含有蛋白质。

**三.内果皮** 成熟果实的内果皮主要由高度木质化的石细胞组成,石细胞群内分布许多肉眼可见的排成一圈的异细胞,此外还有3束维管束及少数薄壁细胞散布其中。

**石细胞** 山茶萼内果皮的石细胞形态极多,有线形、披针形、纺锤形、分枝形、棒形、近圆形、卵圆形、类方形、类长方形及不规则形等。线形、披针形、纺锤形等较长的石细胞常围在大小各异的巨型异细胞四周(图 1,2)和分布于内果皮最内几层。长度在 140-320 $\mu\text{m}$  左右,长宽比大 8 以上。而较短的如近圆形、卵圆形、类方形、类长方形及不规则形等石细胞则位于异细胞间和内果皮最外几层(图 1,2),长度在 30-120 $\mu\text{m}$  左右。石细胞壁通常很厚,胞腔很小(图版 II : 18);也有部分壁较薄,胞腔较大(图版 II : 17b)。石细胞壁上有密集的单纹孔,有的还形成分枝纹孔,因此离析的石细胞表面可见很多针点或花纹(图版 II : 17a)。少数石细胞还是生活的,胞腔中含有内含物(图版 II : 19a)。

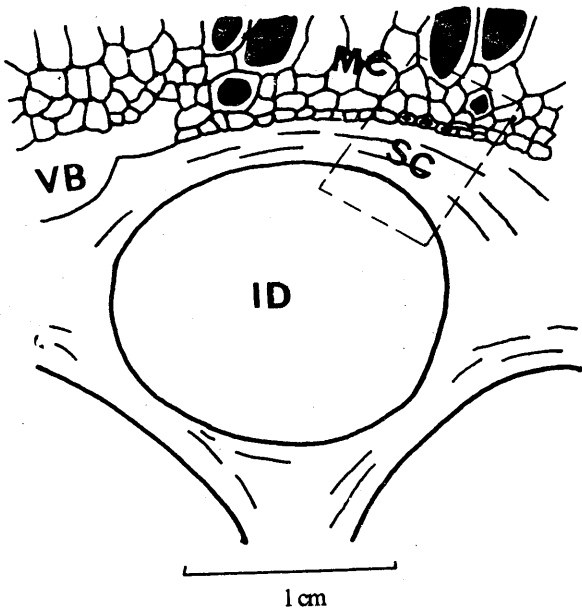
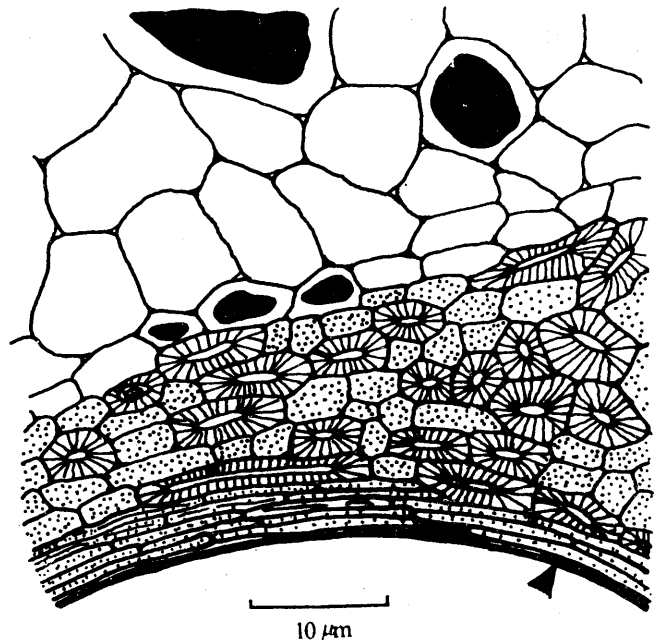


图 1 部分内、中果皮横切,示中果皮细胞(MC),内果皮维管束(VB)、石细胞群(SC)和异细胞(ID)的位置

Fig. 1 Cross section of a part of endocarp and mesocarp, showing mesocarp cells(MC), and location of endocarp vascular bundle(VB), sclereids(SC) and idioblast (ID).

图 2 图 1 虚线部分放大,示石细胞群和异细胞壁(黑箭头)。注意,围在异细胞周围的均为石细胞

Fig. 2 Enlarged view of the dotted line area of Fig.1, showing sclereids and a part of idioblastic cell wall (black arrow). Note some long and narrow sclereids surrounding the idioblast.



**异细胞** 山茱萸内果皮石细胞群中具有很多无论是横切面还是纵切面均呈圆形或椭圆形的异细胞(图版:16)。其中一些极大,直径可达1.3-1.4 mm,肉眼可见。异细胞的壁木质化,胞腔被巨大的液泡所充满,内含液体物质;壁与液泡之间为一层贴壁的细胞质(图版II:16)。异细胞是由内果皮中一些特化的细胞发育而来的,这些细胞初时与普通薄壁细胞区别不大,后来这些细胞体积和细胞核不断增大,细胞明显液泡化(图版I:1,8;II:13-16),结果与普通薄壁细胞差异极大。直至石细胞明显木质化,巨大的生活的异细胞核仍可看到。

**维管束** 山茱萸内果皮有三束维管束,中间一束较细,两侧束较大,位于内果皮最外方与中果皮交界处。其类型和组成与中果皮的维管束相似(图版I:8)。

**薄壁细胞** 石细胞群间偶见通常为短小的薄壁细胞。一些薄壁细胞含有蛋白质晶体,其细胞壁有与细胞类似的单纹孔(图版II:19b)。

## 讨 论

### 一. 关于厚角组织细胞

一些生药学文献对山茱萸果实表皮下3-4(5)层细胞虽有图示,但对这些细胞应归属何种组织并无文字描述<sup>[2,4,13]</sup>。我们的研究表明,这几层生活的细胞胞壁局部增厚,外方2-3层细胞平周壁呈板状加厚,应属板状厚角组织(图版I:9)。我们还观察到,这几层细胞的垂周壁在平皮面观呈结节状增厚。

### 二. 关于单宁细胞

很多文献都提到中果皮许多薄壁细胞含有颜色的块状物,并分别描述为褐色色素块<sup>[3]</sup>、棕色块状内含物<sup>[4]</sup>、棕色团块<sup>[13]</sup>等。这些棕色团块既能与三氯化铁反应呈蓝黑色,表明含有单宁,又能与高碘酸-锡夫试剂反应呈淡紫红色,表明还含有多糖。早在50年代,德日阿帕利捷就提到生活细胞的单宁往往是和糖化合的,这种形态有利于防止单宁对细胞质发生沉淀作用<sup>[4]</sup>。中果皮的这些棕色团块既含有单宁,又含有多糖物质的事实亦支持这种说法。据文献报导,山茱萸果实含有山茱萸甙、番木鳖甙、莫罗甙、獐牙菜甙等糖甙等物质<sup>[1-3,6]</sup>,它们有可能结合在单宁块中。厚角组织细胞中亦常常含有单宁,其特性与单宁细胞中的相同。

### 三. 关于石细胞与纤维及生活的石细胞

有文献认为中果皮有石细胞和纤维(束)分布<sup>[2,13]</sup>。我们观察到,山茱萸中果皮没有石细胞分布。石细胞只存在于内果皮中,而且是成群存在,高度木质化,成为坚硬果核的主要成分。可见山茱萸坚硬的果核是其内果皮部分,但有文献在图示甚至描述中,把内果皮写成是薄壁组织的<sup>[4,13]</sup>,与我们的观察结果不符。

中果皮有少数真正的纤维(另文报导),常单个散生于原生木质部内侧(图版II:11)。

在石细胞群中,我们还看到一些小的石细胞仍是生活的,细胞中有内含物存在(图版II:19a)。可见,石细胞不都是死细胞。Lcdbetter和Porter在*Pyrus communis*中也观察到了类似

的情况<sup>[5]</sup>。此外,在石细胞群中我们观察到含有蛋白质晶体的薄壁细胞(图版Ⅱ:19b)。其细胞壁上具有明显的单纹孔。

#### 四.关于分泌异细胞与分泌囊

胡正海等<sup>[12]</sup>把山茱萸内果皮的异细胞图注为分泌囊。伊稍<sup>[8]</sup>指出:“分泌这一名词,是广义的,包括具有特殊作用的,或最后作储藏的,或排泄的物质的合成、分离和放出”,因此,我们认为他们把上述异细胞归为分泌组织是正确的。伊稍又指出:“分泌细胞可能非常增大,特别是长度的增加,因此可以称之为分泌囊或分泌管”。据此,把异细胞称为分泌囊也是有根据的。但是,其它许多著名的解剖学家如 A. Fahn、E. G. Cutter、李正理等都没有使用分泌囊(secretory sac)一词。结合我们对山茱萸异细胞的发育和结构的观察,我们认为,把它称为异细胞或分泌异细胞更为合适。

#### 五.关于维管束的分布、数量和木质部的管状分子

关于维管束的分布和数量,迟晓明<sup>[7]</sup>仅指出了中果皮的8束维管束。除此而外,我们在内果皮还观察到3束,位于内果皮最外方接近中果皮的界面。我们在实验中还观察到,中果皮的8束维管束中,有4束为雄蕊与花萼维管束进入下位子房合并而成,另4束为花瓣维管束。而内果皮的3束,我们认为是心皮维管束,其中央束较小而两侧束较大。

关于木质部的管状分子,有文献提到主要为螺纹导管<sup>[13]</sup>。还有文献提及有环纹和孔纹导管<sup>[2]</sup>。我们观察到,主要由螺纹管胞组成。此外还看到环纹,梯纹和孔纹管胞。导管分子未见(另文报导)。

#### 六.关于草酸钙簇晶

很多文章都描述了山茱萸果实的草酸钙簇晶<sup>[2-4, 13]</sup>,认为这些细小的簇晶存在于薄壁细胞中,有时成行排列。根据他们的图示和描述,有时一个细胞中存在两个或数个簇晶。我们观察到,草酸钙簇晶多集中在维管束鞘的一些近等径的薄壁细胞中,每细胞只有一个簇晶(图版Ⅱ:12)。而且这些细胞常成行排列。中果皮少数薄壁细胞也含有簇晶,但一个细胞也只含一个簇晶,未见2个或数个簇晶存在于同一细胞的情况。外果皮和内果皮未见草酸钙簇晶。

#### 参考文献

- [1] 中国医学科学院药物所, 中草药有效成分的研究(第1分册), 人民卫生出版社, 1972, 316.
- [2] 中国医学科学院药物所, 中药志(第三册), 人民卫生出版社, 1984, 153-154.
- [3] 中华人民共和国卫生部药典编委会, 中华人民共和国药典(1990年版 一部), 人民卫生出版社, 化学出版社, 1990, 19-20.
- [4] 《四川中药志》协作编写组, 四川中药志(第一卷), 四川人民出版社, 1980, 28-29.
- [5] 《全国中草药汇编》编写组, 全国中草药汇编(上册), 人民卫生出版社, 1975, 111-112.

- [6] 远藤彻等, 山茱萸化学成分的研究. 国外医学参考资料(药), 1974, 1(5):312.
- [7] 迟晓明, 山茱萸的简易鉴别法. 中国中药杂志, 1989, 14(1):12.
- [8] 伊稍(李正理译), 种子植物解剖学. 上海科学技术出版社, 1982, 141-146.
- [9] 余象煜、李平等, 山茱萸果皮及果核化学成分的研究. 西北植物学报, 1988, 8(4):265-269.
- [10] 周兆祥等, 山茱萸果实的化学成分. 浙江林学院学报, 1988, 5(1):63-70.
- [11] 高遂存, 山茱萸果实成分的研究. 中药材, 1989, 12(4):29-32.
- [12] 胡正海、吴美枢、田兰馨, 中国药用植物种子的形态鉴别. 西北大学出版社, 1988, 207.
- [13] 徐国钧等, 中药材粉末显微鉴定. 人民卫生出版社, 1986, 404-405.
- [14] 德日阿帕利捷(余名岑译), 植物显微化学实验指导. 高等教育出版社, 1956, 96.
- [15] Lebdetter, M. C. and K. R. Porter, Introduction to the Fine Structure of Plant Cells. Berlin-Heidelberg-NewYork, Springer-Verlag, 1970, 193.

## ANATOMY OF THE PERICARP OF CORNUS OFFICINALIS

Liao Jingping      Wu Qigen

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

Yu Xiangyu

(Hangzhou University, Hangzhou 310012)

### Abstract

Anatomical features of the pericarp of *Cornus officinalis* Sieb. et Zucc. are reported. The exocarp contains only one layer of epidermal cells. The outer part of mesocarp is composed of 3-4(5) layers collenchyma cells which always contain tannin, and the inner part are parenchyma cells, tannin cells as well as eight collateral vascular bundles. Tannin cells are scattered in group or singly among parenchyma cells. Volume of tannin cells is obviously bigger than that of parenchyma cells. Tannin in cells is always in combination with polysaccharides. The vascular bundles are with tracheids and a few fibers. Five types of tracheids, i.e. annular, helical, scalariform, reticulate and pitted tracheids, are found. The endocarp is strongly lignified, and is mainly constructed by sclereids which vary greatly in shape. Besides, many idioblasts, which are so large as to be seen by naked eyes, are distributed among sclereids and arranged in a circle. In endocarp, three vascular bundles occur and occasionally living sclereids and parenchyma cells can be found.

key words: *Cornus officinalis*; Pericarp; Anatomy.

## 图版说明

## 图版 I

1-4. 果皮纵切, 示厚角组织和单宁细胞的发育, 1, 2 为果实发育初期; 3 为膨大初期; 4 为膨大后期。

1. 外果皮仅有一层表皮细胞, 中果皮为 5 层核大的细胞(黑箭头), 内果皮的异细胞开始膨大(白箭头)。×350
2. 中果皮最外 1 层细胞(黑箭头)液泡化, 核被挤压在一边, 细胞体积增大。×350
3. 中果皮最外 1 层细胞平周分裂, 形成 2 层细胞(黑箭头); 单宁细胞开始膨大(白箭头)。×170
4. 2 层细胞继续平周分裂形成 3-4(5) 层细胞(黑箭头), 它们以后发育成厚角组织; 单宁细胞进一步膨大并开始积累单宁颗粒(白箭头)。×170
5. 果实膨大后期果皮横切。示单宁细胞积累更多的单宁颗粒; 还可看到分布在中果皮(黑箭头)和内果皮(白箭头)的维管束。×85
6. 成熟期果皮横切, 示单宁细胞的单宁呈块状。注意, 较内方的单宁细胞明显径向延长。×60
7. 发育初期果皮纵切, 示两细胞的丁字毛。×350
8. 膨大初期的果实横切, 示内, 中果皮分界较明显, 中果皮 8 束维管束和内果皮具 3 束维管束。注意, 内果皮已有排成一圈的很大的异细胞(黑箭头)。中央有一粒种子(白箭头)。×28
9. 成熟期部分果皮横切, 示表皮细胞的角质层内表面不均匀颗粒状增厚(白箭头)与表皮下的板状厚角组织细胞。注意, 角质层向表皮细胞垂周壁呈脊状突出(黑箭头)。×270
10. 成熟期表皮细胞表面观, 示垂周壁结节状增厚。注意, 角质层内平周面的颗粒状增厚隐约可见。×540

## 图版 II

11. 部分中果皮横切, 示外韧维管束, 部分维管束鞘细胞含单宁块。白箭头指原生木质部的位置, 黑箭头指纤维。×270
12. 中果皮维管束鞘纵切, 示维管束鞘细胞(黑箭头)。部分含单宁或草酸钙簇晶(白箭头)。×135
13. 发育初期部分内果皮横切, 示异细胞开始膨大, 其细胞核亦增大。黑箭头内方为内果皮。×270
14. 发育初期末内果皮纵切, 示异细胞及其核进一步膨大。×270
15. 膨大初期内果皮横切, 示膨大的异细胞及其巨大的核。×270
16. 体积相对稳定期果皮横切, 白箭头示异细胞壁, 黑箭头示细胞质和巨大的液泡。×160
- 17-19 为内果皮离析材料。
17. a. 线形、披针形石细胞。×135 b. 分枝形石细胞。注意胞腔明显。×300
18. 类椭圆形石细胞。注意胞腔很小, 胞壁明显增厚。×300
19. a. 含有内含物的生活石细胞。×300 b. 含有蛋白质晶体的薄壁细胞。×300

## Explanation of plates

## Plate I

1-4 L.S. of pericarp, showing collenchyma and tannin cell development, 1 and 2 are. at ESD, 3 is at early ES and 4 is at late ES.

1. Exc. has only one layer of epidermal cells Mc. contains 5 layers (black arrow) of cells with larger nuclei. The idioblasts (white arrow) of Enc. begin to expand. ×350
2. Cells in outer most layer (black arrow) of Mc. are enlarged and vacuolated, nuclei of which are forced to peripheral

- region by central vacuoles.  $\times 350$
3. 2 layers of cells (black arrow) are arised after periclinal division of cells in outer most layer; Tannin cells begin to enlarge (white arrow).  $\times 350$
  4. 3-4(5) layers of cells(black arrow) are arised after continual periclinal division of cells in 2 layers. They become collenchyma tissue eventually. Tannin cells continue to enlarge and begin to accumulate tannin granulars (white arrow).  $\times 170$
  5. C. S. of pericarp at late ES, showing that tannin cells continue toaccumulate more tannin granulars,and vb's in Mc. (black arrow) and Enc.(white arrow).  $\times 85$
  6. C.S. of pericarp at MS, showing that tannin in tannin cells appear as bodies of various sizes. Note, the internal tannin cells of Mc. distinctly elongate radially.  $\times 60$
  7. L. S. of pericarp at ESD, showing T-shaped hair with 2-cells.  $\times 350$
  8. C. S. of pericarp at early ES, showing that the boundary between Mc. and Enc. is fairly clear, and Mc. with 8 vb's, Enc. with 3 vb's. Note, the large idioblasts (black arrow) of Enc. are arranged in a circle and a seed (white arrow) in central.  $\times 28$
  9. C. S. of a part of pericarp at MS, showing the uneven and granular thickenings of the inner cuticular surface of epidermal cells (white arrow) and the lamellar collenchyma cells under the epidermis. Note, the cuticle greatly thickens and projects into the corner of anticlinal wall of the epidermal cell (black arrow).  $\times 270$
  10. The epidermal cells at MS in surface view, showing granular thickenings of the anticlinal walls. Note, the granular thickening of inner cuticular surface can be obscurely observed.  $\times 540$

## Plate II

11. C. S. of a part of Mc., showing that the structure of collateral vb, some vb sheath cells contain tannin. Protoxylem site is shown with white arrow, fiber is shown with black arrow.  $\times 270$
12. L. S. passing through the vb sheath in Mc., showing vb sheath cells (black arrow), some of the cells with tannin, and the small sub-isodiametric parenchyma cells with druses (white arrow).  $\times 135$
13. C. S. of Enc. at ESD, showing that idioblasts begin to expand, so do their nuclei. Enc. is indicated with black arrow.  $\times 270$
14. L. S of Enc. at Late of ESD, showing that idioblasts and their nuclei expand further.  $\times 270$
15. C. S. of Enc at early ES, showing expanded idioblast and its tremendously expanded nucleus.  $\times 270$
16. C. S. of pericarp at VSS, the idioblast wall is shown with white arrow, the thin layer of cytoplasm and the tremendous vacuole are shown with black arrow.  $\times 160$
- 17-19 The micrographs from the macerated material of Enc.
17. a. Linear and lanceolate shaped sclereids.  $\times 135$  b. Branched sclereid. Note, the cell cavity is clear.  $\times 300$
18. Sub-elliptic shaped sclereid. Note, the cell cavity is small, the cell wall thickens greatly.  $\times 300$
19. a. Living sclereid contains ergastic substance.  $\times 300$  b. Parenchyma cells contain protein crystals.  $\times 300$

Abbreviations: C. S.=cross section, Enc.=the endocarp, ES=the expansion stage, ESD=the early stage of development, Exc.=the exocarp, L. S.=longitudinal section, Mc.=the mesocarp, MS=the mature stage, vb (plural vb's)=vascular bundle, VSS=the volume stable stage.



