

# 爬山虎属三种植物吸盘的解剖学研究

董爱文, 赵虹桥, 卜晓英, 金海啸

(吉首大学城乡资源与规划学院, 湖南 张家界 427000)

**摘要:**运用常规石蜡切片法,对3种爬山虎属(*Parthenocissus*)植物的吸盘结构进行了观察研究。结果表明:吸盘膨大部位、吸附方式、卷须长短及托叶可以作为种的分类依据;3种植物的吸盘均由表皮、皮层、维管柱组成,未吸附表皮细胞外弦壁增厚,具角质层;吸盘膨大主要是由维管柱扩大而非表皮细胞膨大引起;吸盘未吸附部位的皮层细胞含有较多晶体;吸盘膨大时维管柱转变成维管束,维管形成层活动期较短。3种植物的吸附结构由表皮及皮层细胞反分化分裂形成多层指状细胞构成。

**关键词:** 爬山虎; 吸盘; 解剖结构; 茎变态

中图分类号: Q944.54

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2009)01-0038-05

## Anatomical Studies on Adhesive Disc of Three Species of *Parthenocissus*

DONG Ai-wen, ZHAO Hong-qiao, BU Xiao-ying, JIN Hai-xiao

(College of Resources and Programming Sciences, Jishou University, Zhangjiajie 427000, China)

**Abstract:** Anatomical structure of adhesive disc of three species of *Parthenocissus* were observed by using paraffin slice method. The results showed that the characters of adhesive disc, including the parts of adhesive disc enlargement, absorption model, tendril length and stipule, could be used as taxonomy basis for *Parthenocissus*. Adhesive disc of all the three species was composed of epidermis, cortex, and vascular cylinder, the anticlinal wall of epidermal cells without adhesion in adhesive disc was thickened, and the cells of adhesive disc had stratum corneum. Adhesive disc enlargement mainly was caused by vascular cylinder enlargement, not by epidermis cells. There were many crystals in cells of cortical layer without adhesion. Vascular cylinder of adhesive disc turned into vascular bundles while adhesive disc enlarged, and the active stage of vascular cambium was short. The adhesive disc of the three species of *Parthenocissus* was composed of several layers of finger cells developed from the epidermis cells and cortical cells dedifferentiation.

**Key words:** *Parthenocissus*; Adhesive disc; Anatomical structure; Stem metamorphosis

爬山虎为葡萄科(Vitaceae)爬山虎属(*Parthenocissus*)(地锦属)多年生攀援性落叶木质藤本植物,本属植物性喜阴湿,亦不畏强烈阳光,能耐寒冷、干旱,适应性强,一般土壤均能生长,常吸附于岩壁、墙垣和树上,蔓茎纵横,密布气生根,翠叶如盖如屏,入秋转绯红色<sup>[1-2]</sup>。目前爬山虎属植物主要用于防治裸露山岩石风化、防止泥石流与山体滑坡的产生、减少水土流失等。爬山虎的吸盘和卷须是其进行攀援的主要工具。Endress<sup>[3-4]</sup>等用电子显微镜和细胞化学的方法对附着于薄膜材料的吸盘吸附结构和吸附物质进行了研究;江仲春<sup>[5]</sup>对城

市绿化中常用爬山虎和川鄂爬山虎吸盘墙面附着机制的研究;但对爬山虎吸盘解剖学结构的研究还未见报道。

本文研究了3种武陵山区野生爬山虎属植物吸盘的解剖结构,探讨爬山虎植物吸盘的形态建成和适应环境的结构特点,为该属植物资源的开发利用提供参考依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验材料

材料于2005年8月~2006年5月采自张家界

市吉首大学校区后山内,经鉴定为粉叶爬山虎(*Parthenocissus thomsonii*)、异叶爬山虎(*P. heterophylla*)、爬山虎(*P. tricuspidata*)。凭证标本存于吉首大学张家界校区标本室。

## 1.2 石蜡切片法

采用常规制片法<sup>[6-7]</sup>。选择同株龄、当年生枝条上同节位的发育正常、成熟的已吸附和未吸附的吸盘,FAA固定液中固定48 h,然后用常规石蜡切片法制片,切片厚度约6~8 μm,番红-固绿双重染色、中性树胶封片。用OLYMPUS BHS-113生物显微镜观察,OLYMPUS PM10-AK1/35AD-2显微照相系统、OLYMPUS数码相机拍照。

## 2 结果

### 2.1 形态

3种爬山虎的卷须均与叶对生间断地发生于枝节部,即相邻两节上发生而第三节点上不发生;卷须分叉为羽状或放射状。爬山虎、异叶爬山虎卷须顶端细胞在卷须生长到一定长度时开始膨大,形成表面光滑呈白乳色的椭球体,直径1~3 mm(图版I:1),受刺激后吸盘顶端形成圆盘状吸附结构(图版I:2)。爬山虎成熟的卷须较短(0.5~2.0 cm),异叶爬山虎的较长(1.5~2.5 cm),粉叶爬山虎的最长(3.5~5.5 cm)。粉叶爬山虎卷须顶端细胞在卷须生长到一定长度时开始膨大,形成顶端弯曲的椭圆柱形、长约2~5 mm,表面光滑、呈粉红色的吸盘,膨大部分位于卷须顶端稍后1~2 mm处(图版I:3),受到刺激后吸盘在膨大部位腹侧形成吸附结构(图版I:4)。爬山虎在卷须形成处、吸盘柄分叉处均明显存在托叶;异叶爬山虎和粉叶爬山虎在卷须形成处托叶明显、吸盘柄分叉处托叶不明显,成熟时有或无托叶。

### 2.2 横切面观察

3种爬山虎吸盘的横切面可见吸盘均由表皮、皮层、维管组织、髓和髓射线组成。表皮由一层细胞构成,细胞形状不规则,凹凸不平,排列紧密(图版I:5),不吸附部位的表皮细胞呈卵圆形,外壁角质层加厚;吸附部位的表皮细胞成指状,含丰富的、染色深、适于吸盘粘附的内含物。皮层位于表皮与维管柱之间,由数层不等的薄壁细胞构成,当指状细胞形成时与之临近的皮层薄壁细胞也开始变形;维管柱是皮层以内的部分,是由韧皮部、木质部、髓

及髓射线组成的外韧维管柱,木质部较发达,主要由导管构成(图版I:6~8)。韧皮部位于木质部的外方,主要由筛管、伴胞及薄壁细胞构成。吸盘从开始膨大到成熟可见形成层(图版I:5)。维管柱从吸盘柄到吸盘,其髓部的薄壁细胞增多且体积增大,使吸盘迅速膨大(图版I:9~11)。3种爬山虎吸盘内髓、髓射线及皮层分布有较大区别(图版I:6,7,12),爬山虎与异叶爬山虎吸盘的吸附结构中髓射线均匀分布在维管束之间,且髓中间细胞比周围细胞稍大;粉叶爬山虎吸盘的吸附结构仅在吸盘腹侧形成,因此仅腹部形成髓射线,其它部位无髓射线分布,其髓细胞中有明显的大分泌细胞存在。

### 2.3 纵切面观察

3种爬山虎吸盘纵切面有较大的差别。首先是维管组织,爬山虎与异叶爬山虎的维管组织通过茎卷须、吸盘柄、膨大部位直通吸附结构的指状细胞与皮层交界处(图版I:8);而粉叶爬山虎维管组织只通到吸盘膨大处,在吸附结构面形成散生维管束和髓射线,其它部分的维管组织呈连续圆柱状,整个维管组织结构并未延伸到吸盘的顶端(图版I:7)。其次是吸附结构的形成有较大差别,爬山虎吸盘吸附结构形成后其吸附面的表皮及皮层细胞反分化分裂向外伸长变粗,形成指状且含丰富分泌物的细胞,并由几个细胞加速分裂向外突出伸长,形成圆柱状的细胞团,形成点状突起的特殊吸附结构(图版I:13);异叶爬山虎的吸附结构由卷须顶端表皮及皮层细胞反分化后切向分裂,细胞向外伸长变粗,形成指状且含丰富分泌物的细胞,但伸长细胞有4~8层,有的只2~4层,构成U形吸附结构(图版I:14);粉叶爬山虎吸附结构由卷须膨大部位腹侧的表皮及皮层细胞发生反分化后切向分裂形成高低相差1~2个细胞凹凸结构(图版I:15)。其三是含晶细胞的分布,粉叶爬山虎仅吸附结构背侧与维管柱相邻的皮层细胞中含有晶体(图版I:16);而爬山虎与异叶爬山虎所有的皮层细胞均可含晶体(图版I:17)。

## 3 讨论

### 3.1 吸盘的膨大

从图版I:9~11,13~15中可看出爬山虎吸盘的膨大过程,首先是维管组织中形成层细胞进行分裂扩张;其次是髓薄壁细胞增多、体积增大和髓射线的形成,最后是吸附面表皮及皮层细胞分裂和

生长形成指状细胞。可见吸盘膨大过程中起主要作用的是维管组织、髓及髓射线。除吸附面表皮细胞外其它部位表皮细胞仍为 1 层细胞。

### 3.2 吸盘的吸附面结构

从图版 I :13 ~ 15 中可看出吸附结构是由吸盘部分表皮细胞和部分皮层细胞反分化,分裂成几层指状细胞构成,它们发生在维管组织扩张之后。这与爬山虎卷须顶端部分表皮细胞在卷须从枝节发生后(长度不到 10 mm)即开始膨大形成吸盘<sup>[5,8]</sup>等观点不同。而且我们对武陵山区野生爬山虎的观察,3 种爬山虎吸盘吸附面的表皮细胞未受到接触物刺激时均较光滑(图版 I :1,3),受到接触物刺激后表皮细胞才开始反分化并进行细胞分裂产生指状细胞(图版 I :2,4)形成吸附结构。但爬山虎吸盘受刺激未吸附时接触面呈圆球状,球面上可见数层指状细胞组成的圆柱结构(图版 I :2,13),而已发生吸附的接触面可以看到隆起圆柱与圆柱之间凹陷部分已被释放的粘性物质与结构物完全粘合(图版 I :18);异叶爬山虎吸盘受刺激未吸附时多层指状细胞形成 U 形凹陷结构(图版 I :14),而已发生吸附的接触面可以看到 U 形凹陷部分已被释放的粘性物质与结构物完全粘合(图版 I :19);粉叶爬山虎受刺激未吸附时接触面呈高低 1 ~ 2 个指状细胞的凹凸面(图版 I :15),而已发生吸附的接触面可以看到释放的粘性物质将破裂的指状细胞及吸附体物完全粘合在一起(图版 I :20)。

3 种爬山虎的吸盘附着于墙壁时,指状细胞、钩状弯曲及圆柱状小体攀附于壁面微小突起或微小的穴中,释放粘性物质并沿接触面扩展,使吸盘与墙壁密切固着,然后粘液硬化,吸盘干枯,指状细胞等突入小凹穴,吸盘与墙壁间形成封闭空间,并呈真空状,使附着力进一步增大,从而能牢固、持久地附着于墙壁。这与江仲春<sup>[5]</sup>、Endress 和 Thomson<sup>[3-4]</sup>的观点一致。但粉叶爬山虎吸附结构指状细胞形成的密闭空间比爬山虎和异叶爬山虎小得多,因此所产生的吸附力也明显低。粉叶爬山虎卷须最长,而爬山虎卷须最短,短的卷须能使吸盘吸附物体后,使茎紧紧贴住吸附物体,而长卷须使茎与吸附物体间有较大的自由空间,因而爬山虎的攀附能力最强,粉叶爬山虎的攀附能力最弱,这与付彦荣等<sup>[8]</sup>的观点一致。但他们认为粉叶爬山虎攀附能力最弱是由于它只有卷须无吸盘造成的,而我们认为粉叶爬山虎是具有吸盘的(图版 I :3,

4),其吸附力弱是由于吸盘内部结构、吸附面结构和卷须过长等因素造成的。

### 3.3 吸盘的形成及结构具有种间差别

爬山虎和异叶爬山虎均在卷须顶端膨大形成椭圆形吸盘(图版 I :1,2),顶端形成吸附结构;粉叶爬山虎在卷须顶端稍后 1 ~ 2 mm 处膨大形成顶端稍弯的圆柱形吸盘,吸附结构在吸盘腹侧面形成(图版 I :3,4),以扩大吸附面积,弥补吸附力弱的不足。爬山虎和异叶爬山虎膨大吸盘内维管束和髓射线交替分布,维管束直通皮层与指状细胞相接处,这种结构有利于吸附结构的形成和物质的运输。粉叶爬山虎吸盘中维管束和髓射线仅存在于吸附面一侧,相对一侧由于没有形成吸附结构,其维管组织与吸盘柄中结构一致,直通吸盘的弯曲顶端(图版 I :7)。皮层细胞的层数和含晶细胞在 3 种爬山虎中均有差异,而含晶细胞只分布在吸盘未吸附一侧,这是吸盘对生存环境的适应。

### 3.4 爬山虎吸盘的粘性物

吸附面具有粘性物质,Endress 和 Thomson<sup>[3-4]</sup>报道它是酸性粘多糖,但这些物质在吸盘什么部位合成或是在植物体什么部位合成,还有待进一步研究。我们观察到吸盘的髓中具有大型分泌细胞,尤其是粉叶爬山虎中特别明显,爬山虎和异叶爬山虎吸盘髓中分泌细胞相对较小。因此我们认为吸盘髓部可能是粘性物质的主要合成场所,同时刚形成的指状细胞也具有较强的合成能力。有报道摘掉卷须后的五叶地锦(*Parthenocissus quinquefolia*)叶片功能受到削弱,光合作用、叶绿素合成速率下降,叶片水分消耗减少等,认为卷须为生理活性物质合成的一个重要部位<sup>[8]</sup>。但与五叶地锦同属的 3 种爬山虎的卷须及吸盘是否能分泌生理活性物质?如果分泌,又分泌哪些生理活性物质以及指状细胞是否从吸附物上吸取营养物质供给植物体生长利用,还有待进一步研究。

### 3.5 爬山虎的利用

3 种爬山虎卷须及吸盘的结构特点提示我们在进行建筑物墙体与城市垂直绿化、假山造境、长廊覆盖等园林园艺设计时可选择吸附力较弱,但吸盘和叶体幼嫩时为粉红色,颜色随季节变化的粉叶爬山虎较好。在石漠荒山、黄土高原、荒漠地区特别是污染地、工矿区等特殊地段植被的恢复和治理水土流失方面选择爬山虎或异叶爬山虎较好,特别

是生长全茎生根的爬山虎或异叶爬山虎效果就更好。

## 参考文献

- [1] 中国科学院植物研究所. 中国高等植物图鉴 第二册 [M]. 北京: 科学出版社, 1994: 775-777.
- [2] Delectis Florae Reipublicae Popularis Sinicae Agendae Academiae Sinicae. Florae Reipublicae Popularis Sinicae Tomus 48 (2) [M]. Beijing: Science Press, 1998: 12-27. (in Chinese)
- [3] Endress A G, Thomson W W. Ultrastructural and cytochemical studies on the developing adhesive disc of boston ivy tendrils [J]. Protoplasma, 1976, 88: 315-321.
- [4] Endress A G, Thomson W W. Adhesion of the boston ivy (*Parthenocissus tricuspidata*) tendril [J]. Can J Bot, 1977(55): 928-924.
- [5] Jiang Z C(江仲春). A morphological study on the wall adhesion mechanism of the adhesive discs of *Parthenocissus tricuspidata* and *P. henryana* [J]. J Nanjing Agri Univ(南京农业大学学报), 1994, 17 (4): 27-31. (in Chinese)
- [6] 李扬汉. 植物学 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2001: 112-122.
- [7] Chang S H(常生辉), Lu L D(卢龙斗), Gao W J(高武军), et al. Comparative anatomical studies on petioles of *Osmanthus* [J]. J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报), 2008, 16 (1): 10-18. (in Chinese)
- [8] 付彦荣, 孙振元, 赵梁军. 爬山虎属植物资源及其园林应用 [J]. 北京园林, 2006, 22(1): 21-24.

## 图版说明

Ep. 表皮 Epidermis; Co. 皮层 Cortex; Vc. 维管柱 Vascular cylinder; Pi. 髓 Pith; Ca. 形成层 Cambium; Cc. 含晶细胞 Cell with crystal; Pp. 髓薄壁细胞 Pith parenchyma cell; Ai. 吸附面 Adhesion interface; Dc. 变形细胞 Deformed cell; St. 点状突起 Spotted tubercle; Vb. 维管束 Vascular bundle; Ap. 顶端 Apiculus; PR. 髓射线 Pith ray; Fc. 束中形成层 Fascicular cambium; Ad. 吸附物 Adsorbate; Se. 分泌细胞 Secretory cell; Xy. 木质部 Xylem; Ph. 韧皮部 Phloem.

### 图版 I

1~4. 显微镜下吸盘形态。1. 卷须顶端膨大; 2 爬山虎与异叶爬山虎受刺激未吸附的膨大吸盘; 3. 卷须顶端稍后膨大; 4. 粉叶爬山虎受刺激未吸附的膨大吸盘;

5. 异叶爬山虎吸盘横切, 示吸盘组成结构; ×200

6, 17. 异叶爬山虎吸盘横切, 6. 示吸盘内髓、髓射线等结构; 17. 示表皮、皮层、维管柱及含晶细胞; ×100

7. 粉叶爬山虎吸盘纵切, 示吸盘内髓、髓射线及皮层结构; ×

40

8. 爬山虎吸盘纵切, 示吸盘内维管柱结构与吸附结构之间的

关联; ×40

9~11. 吸盘膨大过程, 示吸盘膨大发育过程; ×40

12. 爬山虎吸盘横切, 示吸盘内髓、髓射线、皮层等结构; ×100

13. 爬山虎吸盘纵切, 示吸附结构指状细胞及圆柱突起; ×100

14. 异叶爬山虎吸盘纵切, 示 U 形吸附结构及指状细胞; ×40

15, 16, 20. 粉叶爬山虎吸盘纵切; 15. 示指状细胞及凹凸吸附结构; 16. 示含晶细胞; 20. 示粘性物质等完全粘合的吸附结构; ×100

18. 爬山虎吸盘吸附面纵切, 示粘性物质及结构物完全粘合的吸附结构; ×200

19. 异叶爬山虎吸盘纵切, 示粘性物质及结构物完全粘合的吸附面结构. ×100

## Explanation of plate

### Plate I

1~4. Adhesive disc morphology under LEICA S6D-stereoscope;

1. Apical enlargement of tendril; 2. Adhesive disc of *P. tricuspidata* and *P. heterophylla* enlargement without adhesion after stimulation; 3. Enlargement of attached apex of tendril; 4. Adhesive disc of *P. thomsonii* enlargement without adhesion after stimulation;

5. Transverse section of adhesive disc of *P. heterophy*, showing the structure of adhesive disc; ×200

6, 17. Transverse section of adhesive disc of *P. thomsonii*, 6. Showing the structure of pith and pith ray; 17. Epidermis, cortex, vascular bundle and cell with crystal; ×100

7. Longitudinal section of adhesive disc of *P. thomsonii*, showing the structure of pith, pith ray and cortex of adhesive disc; ×40

8. Longitudinal section of adhesive disc of *P. tricuspidata*, showing the conjunction between vascular cylinder and adhesive structure; ×40

9~11. The process of adhesive disc swelling, showing the development of adhesive disc; ×40

12. Transverse section of adhesive disc of *P. tricuspidat*, showing the structure of pith, pith ray and cortex of adhesive disc; ×100

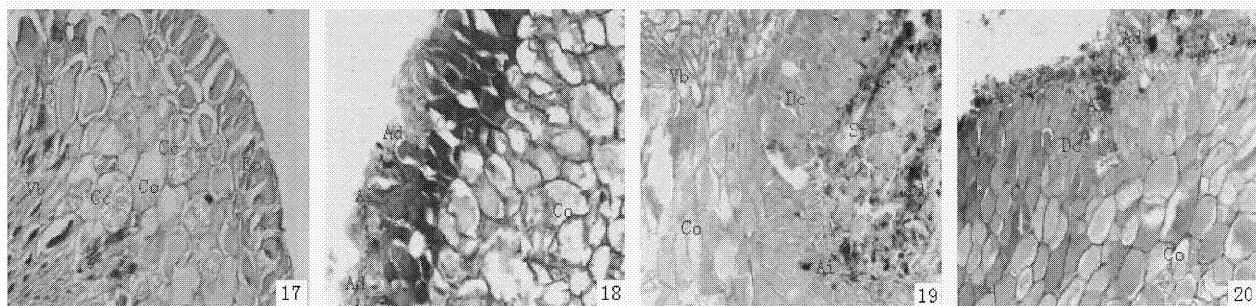
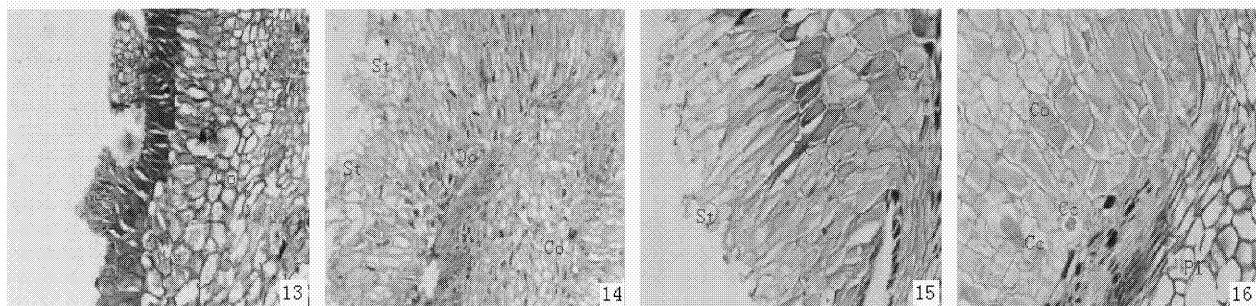
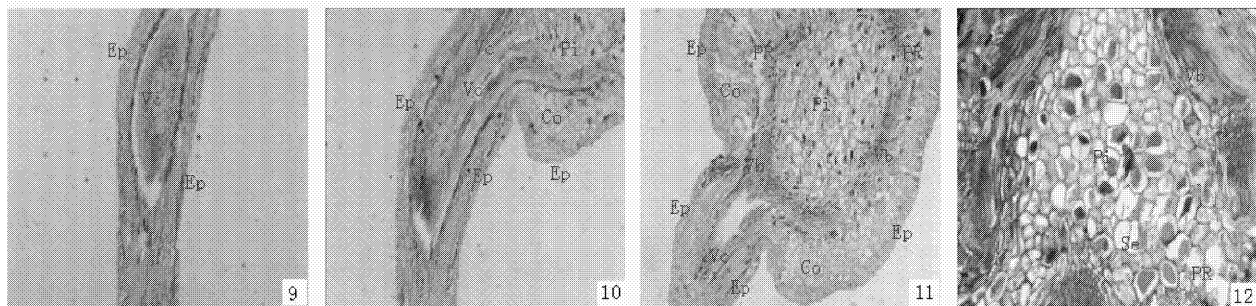
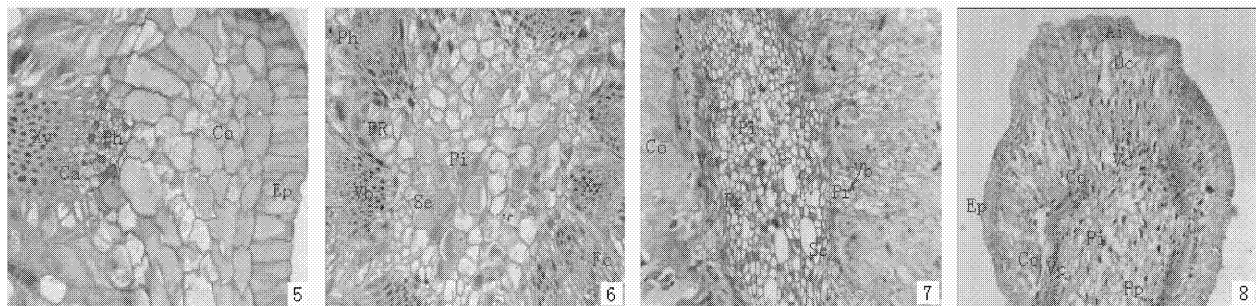
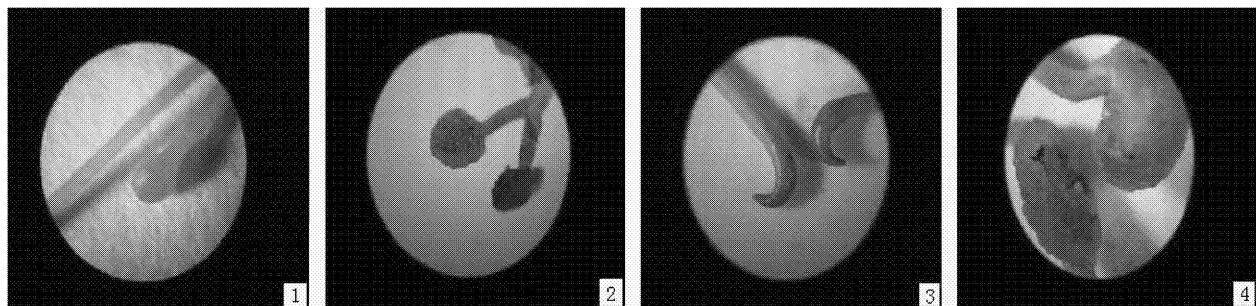
13. Longitudinal section of adhesive disc of *P. thomsonii*, showing finger cells and column tubercle of adhesive structure; ×100

14. Longitudinal section of adhesive disc of *P. heterophy*, showing adhesive structure of "U" shape and finger cells; ×40

15, 16, 20. Longitudinal section of adhesive disc of *P. thomsonii*, 15. Finger cells and adhesive structure of convex and concave; 16. Cells with crystal; 20. Stickum and adhesion interface with fully adhering; ×100

18. Longitudinal section of adhesive disc of *P. thomsonii*, showing stickum and adhesion interface with fully adhering; ×200

19. Longitudinal section of adhesive disc of *P. heterophy*, showing stickum and adhesion interface with fully adhering. ×100



董爱文等: 图版 I

DONG Ai-wen, et al.: Plate I