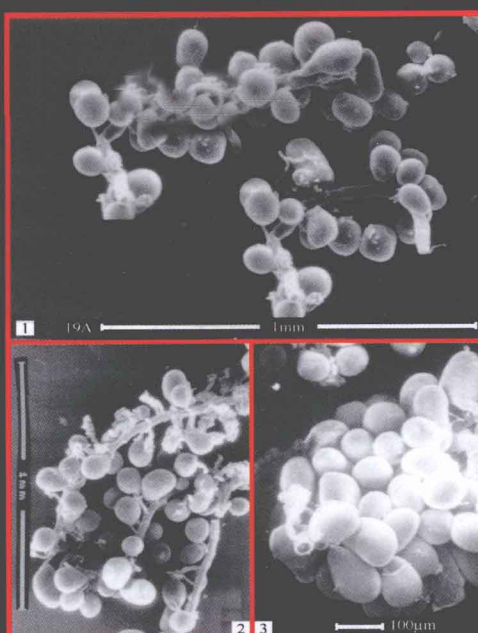


Ultrastructure of Honey Bee

蜜蜂 超微结构



杜芝兰 编著



化学工业出版社

Ultrastructure of
Honey Bee

蜜蜂 超微结构

杜芝兰 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书对中华蜜蜂工蜂咽下腺（王浆腺）、下唇腺、臭腺、蜡腺和上颚腺等的超微结构进行观察，并分析其腺体的分泌机制；对咽下腺不同龄期和不同季节的蜜蜂工蜂的分泌活性进行观察和研究；对三种不同品系的意大利蜂运用闭锁集团繁育工程的育种方法培育出王浆和蜂蜜高产的品种，对其进行超微结构观察，并分析其细胞生理机制，对蜜蜂的咽下腺和中肠感染囊状幼虫病病毒后的细胞的病理变化进行了观察；并对慢性麻痹病毒进行了研究，对部分外部形态结构进行了研究，包括中华蜜蜂工蜂和雄蜂的触角感受器的结构，以及工蜂头部、足部的扫描电镜观察等。为提高蜂产品的产量和质量提供了必要的研究基础。

本书可作为养蜂工作者、植保工作者、综合大学生物系以及农林院校师生的生产、教学、科研用参考书。

图书在版编目（CIP）数据

蜜蜂超微结构/杜芝兰编著. —北京：化学工业出版社，
2011. 6

ISBN 978-7-122-11041-1

I. 蜜… II. 杜… III. 蜜蜂-研究 IV. Q969.557.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 067107 号

责任编辑：邵桂林 张林爽
责任校对：郑捷

装帧设计：史利平

出版发行：化学工业出版社

（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 刷：北京云浩印刷有限责任公司

装 订：三河市万龙印装有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张 5¼ 字数 133 千字

2011 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686）

售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：45.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

中华蜜蜂学名 *Apis cerana cerana* Fabricius (1793), 简称中蜂, 属昆虫纲, 膜翅目, 蜜蜂总科, 蜜蜂科 (Apis), 东方蜜蜂种 (Apidae), 它是我国原有的蜂种资源。中华蜜蜂的传粉作用对我国农林业的保收增产、对形成我国独特的植被体系起着重大的作用, 其生产的蜂蜜、蜂蜡、蜂毒、蜂子等对中医药有很大的贡献, 同时对丰富民族食谱也具有不可磨灭的功绩, 因此, 养蜂业在我国国民经济中占有重要地位。对于中蜂的开发和利用引起养蜂业者的普遍重视, 人们在饲养和管理措施方面进行了大量的工作, 以促进养蜂业的发展, 但是对于中蜂的生物学、生态学和经济性状等, 迄今仍未见比较系统而全面的研究, 也缺乏完整的资料, 而这又是对养蜂业极其重要的。在 1979 年, 在我国长江流域九省市, 蜜蜂幼虫大量死亡, 广泛蔓延, 但当时由于并不清楚病因, 难以防治, 致使患病死亡率高达 30%~90%, 给养蜂业及国民经济造成很大损失, 有鉴于此, 中国养蜂所杨冠煌等与作者合作开始病原的鉴定工作, 通过幼虫悬浮液经负染后的电镜观察, 发现它是一种病毒病, 从而为防治提供了科学依据。而后又结合生产及教学工作, 进行了大量而系统的研究工作。我们对中华蜜蜂工蜂咽下腺 (王浆腺)、下唇腺、蜡腺、上颚腺和臭腺等的超微结构进行观察, 并分析其腺体的分泌机制; 对咽下腺不同龄期和不同季节的蜜蜂工蜂的分泌活性进行观察和研究; 对三种不同品系的意大利蜂运用闭锁集团繁育工程的育种方法, 强化定向选育, 不断选优去劣, 培育出王浆和蜂蜜高产的品种, 对其进行超微结构的观察, 并分析其细胞生理机制; 对蜜蜂的咽下腺

和中肠感染囊状幼虫病病毒后的细胞的病理变化进行了观察；并对慢性麻痹病毒进行了研究；对部分外部形态结构进行了研究，包括中华蜜蜂工蜂和雄蜂的触角感受器的结构，以及工蜂头部、足部的扫描电镜观察等。这些工作不仅对提高蜂产品的产量和质量提供了必要的研究基础，而且对提高我国养蜂学的理论水平也起着重要作用。尽管国外有些研究和报道，但限于对西方蜜蜂 (*Apis mellifera* Linnaeus) 方面的研究，未见有关中蜂的资料，因此，本书对养蜂工作者、植保工作者、综合大学生物系以及农林院校师生的教学、科研、生产工作将有巨大助益。

在多年的科研工作中，科研组成员韩立军、洪德军、缪建强、李宁、武剑西等同志积极工作，出色地完成任务；北大电镜室的张晓萍、傅红兰、马淑芳等同志做了大量的超薄切片和扫描电镜的工作；科研合作单位的杨冠煌、袁跃东、陈祀栩、陈盛禄等同志也都积极参与，在此向以上合作者表示衷心的感谢。同时还向北大生命科学学院院长饶毅及诸多同志给予的热情支持表示感谢。

由于作者水平有限，本书定会有疏漏和不足之处，恳请读者给予指正。

编著者

目 录

CONTENTS

- | | | |
|---|--|----|
| 1 | 中华蜜蜂 (<i>Apis cerana cerana</i> Fabr.)
工蜂咽下腺细胞的超微结构 | 1 |
| 2 | 中华蜜蜂 (<i>Apis cerana cerana</i> Fabr.)
工蜂下唇腺细胞的电镜观察 | 11 |
| 3 | 中华蜜蜂 (<i>Apis cerana cerana</i> Fabr.)
工蜂臭腺 (又称 Koschewnikow 腺) 细胞的超微结构 | 21 |
| 4 | 中华蜜蜂 (<i>Apis cerana cerana</i> Fabr.)
工蜂蜡腺细胞的超微结构 | 30 |
| 5 | 中华蜜蜂 (<i>Apis cerana cerana</i> Fabr.)
工蜂上颚腺细胞的超微结构 | 36 |
| 6 | 中华蜜蜂 (<i>Apis cerana cerana</i> Fabr.)
工蜂下唇腺细胞分泌活性的研究 | 44 |
| 7 | 冬季蜜蜂工蜂 (中华蜜蜂 <i>Apis cerana cerana</i> Fabr. 和意大利蜂
<i>Apis mellifera</i> Linn.) 无分泌活性咽下腺细胞超微结构的观察 | 70 |
| 8 | 中华蜜蜂 (<i>Apis cerana cerana</i> Fabr.)
感染囊幼病病毒 (Sacbrood virus) 的工蜂咽下腺细胞的超微结构的病理变化 | 77 |
| 9 | 中华蜜蜂 (<i>Apis cerana cerana</i> Fabr.)
感染囊状幼虫病病毒 (Sacbrood virus) 的工蜂中肠上皮细胞的病理变化 | 88 |

- 10 中华蜜蜂 (*Apis cerana cerana* Fabr.) 99
工蜂触角感受器的扫描电镜观察
- 11 中华蜜蜂 (*Apis cerana cerana* Fabr.) 108
雄蜂触角感受器的扫描电镜观察
- 12 中华蜜蜂 (*Apis cerana cerana* Fabr.) 122
工蜂外部形态结构的扫描电镜观察
- 13 不同品系和不同龄期意大利蜂 (*Apis mellifera* L.) 130
工蜂咽下腺细胞超微结构与分泌活性的观察
- 14 意大利蜜蜂 (*Apis mellifera* Linn.) 155
工蜂慢性麻痹病毒的研究

1

中华蜜蜂

(*Apis cerana cerana* Fabr.)

工蜂咽下腺细胞的超微结构

中华蜜蜂工蜂咽下腺是一种重要的腺体，它具有分泌王浆的功能，咽下腺位于工蜂头腔内两侧，每侧腺体都有一条长而粗的分泌管，在分泌管的两侧平行排列有许多椭圆形小囊，小囊外面被一层薄的膜包围，每个小囊内有许多单个细胞，每个细胞有一根胞外管与分泌管直接相通，细胞内有一条胞内管又与胞外管相连，许多单个细胞的胞外管平行排列连接到分泌管上，王浆就是通过细胞内分泌块分泌而成。由胞内管把王浆输送到胞外管，最后由分泌管到咽喉部，在此处饲喂王浆给蜂王、幼蜂和雄蜂。通过咽下腺王浆的化学分析（林志彬，1982），证明王浆含有许多蛋白质和丰富的维生素、脂类等物质。通过电镜对工蜂咽下腺细胞的超微结构的观察，不仅了解到细胞器的形态特征，同时，也了解到输送王浆的途径。

咽下腺细胞的胞内管是在核周围弯曲盘绕，因而增加吸收王浆的表面面积，对于胞内管的横切面的电镜观察，显示出胞内管的管壁结构是成层排列，分为三层，内层在管腔里不是完整的连续层，而是致密物质形成的内带，内带与不太致密的颗粒交替排列。内带与昆虫气管里面的螺旋丝一样具有机械支持的作用，防止管腔压塌和堵塞。中层是一些较大的颗粒层，比周围的分泌块的颗粒大而且致密得多。外层是薄膜层，在胞内管周围观察到有

微绒毛结构（图版 1-Ⅲ-1）（D. I. Wang 等，1970）。管腔的内带可能是不渗透层，而附近大量的分泌物是通过中层的颗粒层扩散到管腔内（图版 1-I-1）（Bemas 等，1959）。咽下腺细胞在生理方面是有极性的，因此它的所有分泌物都是扩散到管内，而不是像其他许多腺细胞扩散到细胞膜上。胞内管的末端向外延伸成为胞外管，胞外管的管壁比较光滑，同样分为三层，即外层、中层和内层。外层膜较厚，中层为透明部分，内层膜较细而均匀，在管内为一些致密的物质（图版 1-I-2）。

咽下腺细胞内的细胞质含有丰富的粗面内质网，呈扁平囊状和分散的泡状结构，内质网常常为整齐的平行的层状排列，尤其在分泌块周围的内质网的层状排列更为明显。内质网上所附着的核糖体是单体，它们排列较紧密，内质网囊较狭窄，有的囊内为中空，有的囊内含少量均匀的内含物，具有较低的中等的电子致密度（图版 1-Ⅲ-2）。在电镜观察下发现内质网的管常常延伸进入到分泌块里面。这部分的内质网可能不再受细胞的影响，并与分泌物一起由颗粒层扩散进入管腔内排除出去。此外还有少量脂质粒分布（图版 1-Ⅳ-2）。

细胞核比较大，细胞核呈不规则的分枝形状（图版 1-I-3），在核液内常染色质颗粒较浅，为较低电子致密度，异染色质较深，呈不规则的小块状物质分散在核质内，具有较高的电子致密度。核内有多个核仁，呈椭圆形，核仁内颗粒区布满许多较粗大的颗粒。纤丝区有许多呈致密而粗大的索条样结构，索条分枝互相吻合构成网状。核仁的周围有多个核仁相伴随染色质使核仁与核膜有明显的界限（Painter 等，1966）（图版 1-Ⅲ-4）。

高尔基复合体具有平行排列的扁平囊泡，囊泡稍弯曲呈弓形，有的囊泡弯曲度较大，囊泡内具有中等电子致密度的内含物，各囊间的距离并不一致，在扁平囊泡末端扩大，两层膜之间的距离变宽，常常形成多个体积较大的泡状结构的分泌泡。此外，还有多个小泡散布于扁平囊泡的周围（图版 1-II-1）。

线粒体多呈圆柱形，大小不一，外膜比内膜稍厚，嵴呈板层状，内腔充满基质以及电子致密度较高的基质颗粒（图版 1-II-1）。咽下腺细胞的线粒体数目不多，体积较小。

分泌块和分泌颗粒。在细胞质内有许多大小不一致的分泌块和分泌颗粒，分泌块较浅，一般体积都比较大，中间有泡内管。整个分泌块充满有均匀的物质，而分泌颗粒多为圆形，很深，常常许多个积聚在一起（图版 1-I-3）。

溶酶体为成层的膜，呈现髓样结构，膜层被此弯曲盘绕。内部组成基质的颗粒大小很不一致，有的颗粒细小，有的颗粒粗大，它们常常聚集在一起（图版 1-II-2）。

微管（图版 1-III-3）和微丝（图版 1-I-4），在咽下腺细胞内这两种结构都能观察到。微管散布在细胞质内，每个微管都是中央空而呈细长的圆管，长短不一，较淡。微丝常常成束分布在核内，微丝束比较明显易观察。另外，胞内气管的螺旋丝和相应的膜层也清晰可见（图版 1-II-1）。

在电镜下观察到相邻两个细胞的中间联结。在中间联结的间隙内有一层层的隔壁呈梯子状，里面充满中等致密度的内含物。桥粒为多数成对的纽扣样结构，在相邻的两个细胞之间，有较宽的间隙，其中也有许多类似隔壁的结构和致密物质（图版 1-IV-1）。

比木斯（Beams, 1959）等对西方蜜蜂咽下腺的超微结构进行了电镜观察（图 1-1），他们认为蜜蜂的咽下腺细胞内的胞内管盲端在细胞质内，而整个一条管子是在细胞核周围盘绕，增加吸收王浆的表面面积，然后离开细胞向外延伸就成为胞外管。在胞外管和胞内管之间的部位也就是在细胞膜表面的下面的这一点上，它们的内层是连续的。而外层和中层在此处是中断的。胞内管看来好像有些变化，因此形态上不一致。他们提出胞内管的内层可能是由上表皮产生，内带是一种不渗透的结构，那么只有比较厚的颗粒层起着渗透膜的作用。

粗面内质网丰富，平行排列，但在咽下腺的细胞进入分泌期时，粗面内质网就成为比较不定向的排列，并且散开分布。线粒

体较小，数目也较少，一般呈圆柱形，细胞核比较大，并有许多分支，核内具有多个核仁等等，这些结构的描述，基本上与中华蜜蜂相似。根据我们的电镜观察，中华蜜蜂的咽下腺细胞内的高尔基复合体好像与他们报道的西方蜜蜂的形态结构有所不同。中华蜜蜂是半环状，四个扁囊呈弓形平行排列在一侧，而西方蜜蜂是环状的，每一侧有两个扁囊呈平行排列，这四个扁囊围成一个环状。中间有许多分泌泡。对这种差异，有待进一步观察。

关于西方蜜蜂咽下腺细胞联结的形态结构，尚未看到报道，因此，这两种蜂在细胞联结的形态特征是否有区别，还需要今后进行实验观察和比较。

图版 1-1

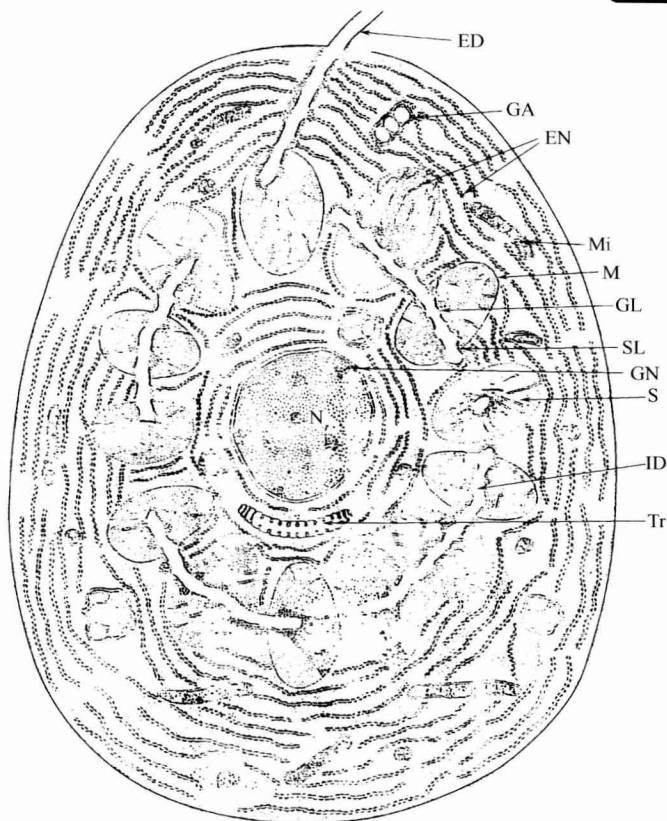
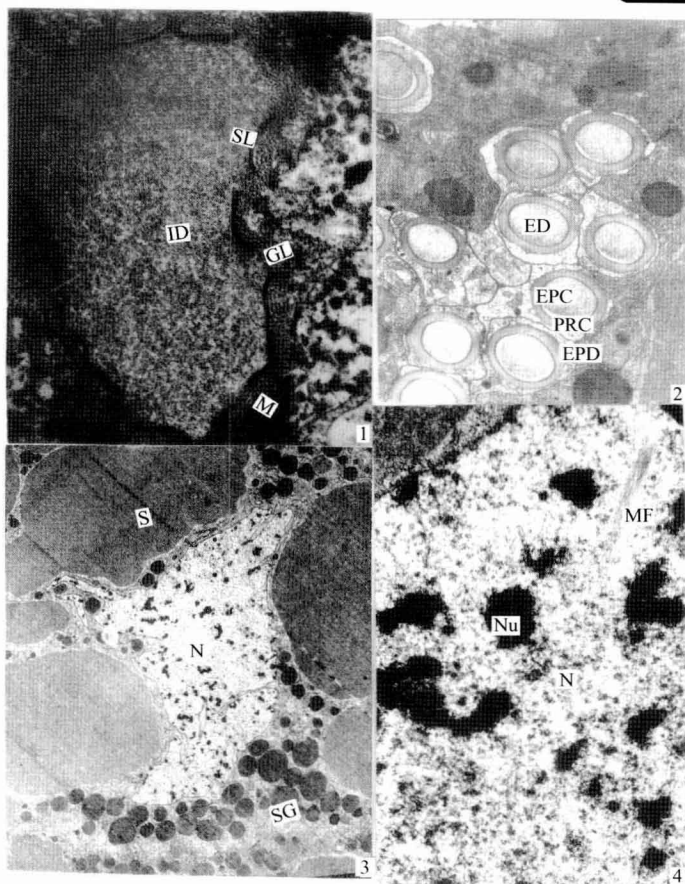


图 1-1 意大利蜂 (*Apis mellifera* Linn.) 的咽下腺细胞图解 (引自 H. W. Beams 等, 1959)

N—细胞核; ED—胞外管; ID—胞内管; SL—螺旋层; GL—颗粒层; M—膜层; S—分泌块; EN—内质网; Mi—线粒体; GA—高尔基复合体; GN—颗粒状的核仁; Tr—气管

Fig. 1-1 Schematic drawing designed to show the various components of the nucleus and cytoplasm that can be demonstrated by various techniques.

N—nucleus; ED—extracellular duct; ID—intracellular ductule; SL—inner spiral layer; GL—granular layer; M—outer membrane; S—secretion masses; EN—endoplasmic reticulum; Mi—mitochondria; GA—Golgi material; GN—granular nucleoli; TR—tracheole



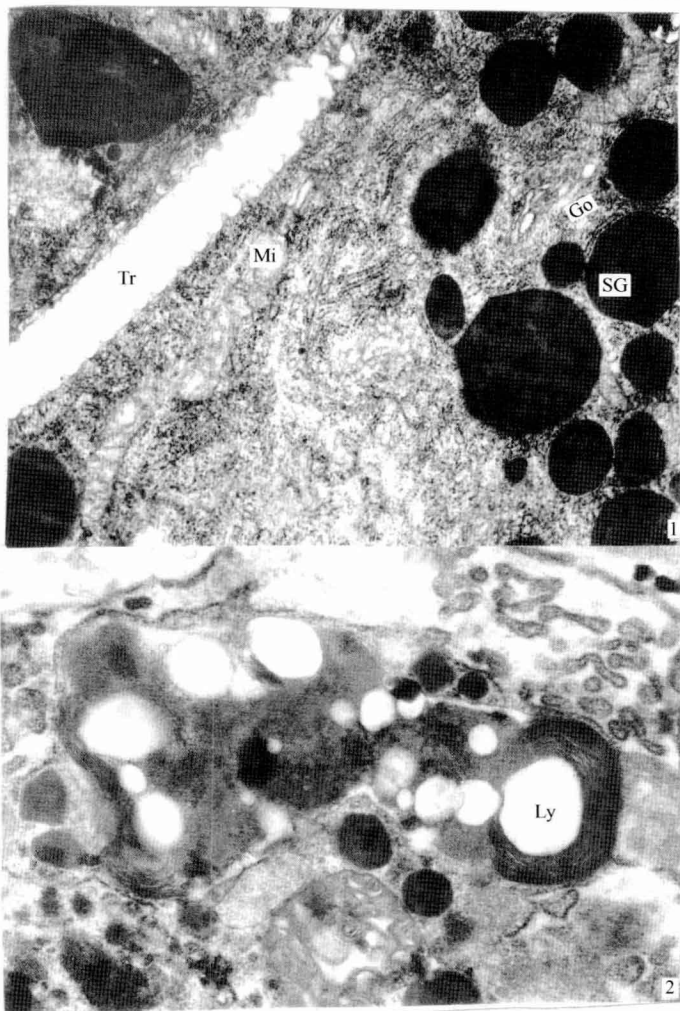
图版 1-1-1 胞内管 (ID)、内层 (SL)、中层 (GL)、外层 (薄膜层, M), 17000×
Plate 1-1-Fig. 1 intracellular duct (ID), inner layer (SL), middle layer (GL), outer layer (thin membrane layer, M), 17000×

图版 1-1-2 胞外管 (ED)、内层 (EPC)、中层 (PRC)、外层 (EPD), 10000×
Plate 1-1-Fig. 2 extracellular duct (ED), inner layer (EPC), middle layer (PRC), outer layer (EPD), 10000×

图版 1-1-3 细胞核 (N)、分泌块 (S)、分泌颗粒 (SG), 3600×
Plate 1-1-Fig. 3 nucleus (N), secretion masses (S), secretion granule (SG), 3600×

图版 1-1-4 细胞核质内的微丝 (MF)、核仁 (Nu)、细胞核 (N), 9900×
Plate 1-1-Fig. 4 microfilament in the nucleoplasm (MF), 9900×

图版 1-Ⅱ

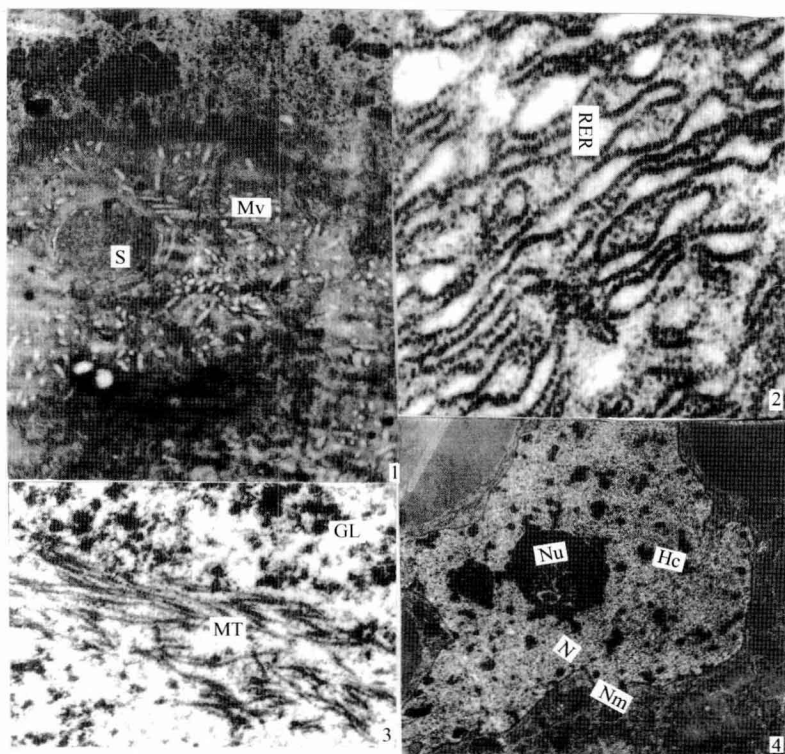


图版 1-Ⅱ-1 线粒体 (Mi), 高尔基复合体 (Go), 分泌颗粒 (SG), 气管 (Tr), 26020 \times

Plate 1-Ⅱ-Fig.1 mitochondria (Mi), Golgi complex (Go), secretion granule (SG), tracheole (Tr), 26020 \times

图版 1-Ⅱ-2 咽下腺细胞内的溶酶体 (Ly), 17000 \times

Plate 1-Ⅱ-Fig.2 lysosome (Ly) in the hypopharyngeal gland cell, 17000 \times



图版 1-Ⅲ-1 分泌块 (S)、分泌块周围的微绒毛 (Mv), 12400 \times

Plate 1-Ⅲ-Fig. 1 microvillus (Mv) surrounding secretion masses (S), 12400 \times

图版 1-Ⅲ-2 粗面内质网 (RER), 67000 \times

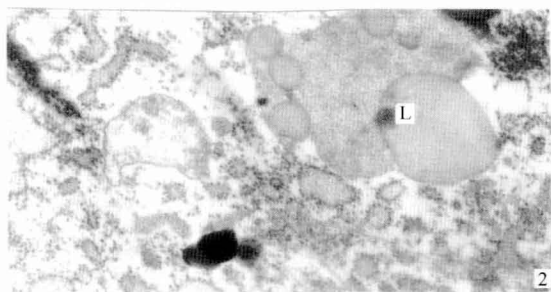
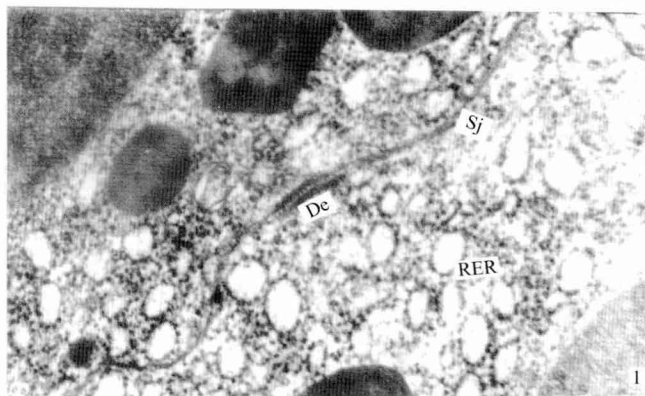
Plate 1-Ⅲ-Fig. 2 rough endoplasmic reticulum (RER), 67000 \times

图版 1-Ⅲ-3 细胞质中的微管 (MT)、糖原颗粒 (GL), 30000 \times

Plate 1-Ⅲ-Fig. 3 mitrotubule (MT) in the cytoplasm, glycogen granule (GL), 30000 \times

图版 1-Ⅲ-4 细胞核 (N)、核仁 (Nu)、异染色质 (Hc)、核膜 (Nm), 5820 \times

Plate 1-Ⅲ-Fig. 4 nucleus (N), nucleolus (Nu), heterochromatin (HC), nuclear membrane (Nm), 5820 \times



图版 1-IV-1 咽下腺细胞隔壁联结 (Sj)、桥粒 (De)、内质网 (RER), 42750 \times
Plate 1-IV-Fig. 1 septate junction of hypopharyngeal gland cells (Sj)、desmo-
some (De)、rough endoplasmic reticulum (RER), 42750 \times

图版 1-IV-2 细胞质内的脂质粒 (L), 20000 \times
Plate 1-IV-Fig. 2 lipid granule (L) within cytoplasm, 20000 \times

参考文献

- [1] 林志彬. 七十年代以来蜂王浆研究的进展. 蜜蜂, 1982, (3): 33.
- [2] Beams H W, et al. An electron microscope study on the pharyngeal gland of the honey bee. J. Ultrastruct. Res., 1959, (3): 155-70.
- [3] Der-I Wang, et al. Ultrastructural changes in the hypopharyngeal glands of worker honey bee infected by *Nosema apis*. J of Invertebr. Pathol, 1970, (17):

308-20.

- [4] Painter T S, et al. The fine structure of the hypopharyngeal gland cell of the honey bee during development and secretion. *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S.*, 1966, (55): 1414-19.
- [5] Snodgrass R E. *Anatomy of the honey bee*. New York, 1956: 51.
- [6] 洪涛. 生物医学超微结构与电子显微镜技术. 北京: 科学出版社, 1980.
- [7] 钟慈生. 细胞和组织超微结构. 北京: 人民出版社, 1984.
- [8] Dode H A. *Anatomy and disscution of honeybee*. London: Bee Res. Association, 1962.
- [9] Lin T P. Ultrastructure analysis on the gland secretion in the extracellular ducts of the hypopharyngeal gland of the honeybee infected by *Noşoma apis*. *Tissue And Cell*, 1990, 22 (4): 511.
- [10] Amarel J B, Caetano F H. The hypopharyngeal gland of leaf cut ants (*Atta sexdens rubropilosa*) (hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 2005, 46: 515-524.
- [11] Bitto F B, Caetano F H. Ultrastructure features of the hypopharyngeal gland in the social wasp *polistes versicolor* (hymenoptera: vespidae). *Insect Science*, 2008, 15: 277-284.
- [12] Moraes R L, Bowen I D. Modes of cell death in hypopharyngeal gland of honeybee (*Apis mellifera* L.). *Cell Biology International*, 2000, 24: 73.
- [13] Britto F B, Caetano F H, Moraes R L M. Comparative analysis of morphological, structural and morphometric patterns of *polistes versicolor* (Olivier) (Hymenoptera; Vespidae) hypopharyngeal glands. *Neotropical Entomology*, 2004, 33: 321-326.