

中国昆虫病毒 电子显微镜图谱

张立人 主编

科学出版社

Q965.8-64
ZLR

12886

内 容 简 介

本图谱主要介绍我国发现的农、林害虫和经济昆虫的各类病毒的形态、超微结构、侵染和增殖、形态发生和细胞病理等特征。书中图片均为我国科技工作者根据自己的材料制作的样品、应用现代电子显微镜拍摄而成。对于如何采集病毒标本,利用病毒防治害虫和病毒电镜样品的制作方法等,书中都有说明。本书对从事有关科研、教学、植保、生防和电镜技术的工作人员均有一定的参考价值。

中国昆虫病毒电子显微镜图谱

张立人 主编

责任编辑 彭志幸

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1988 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1988 年 7 月第一次印刷 印张: 4 1/2 插页: 101

印数: 0001—1,450 字数: 83,000

ISBN 7-03-000164-8/Q·31

定 价: 26.00 元

科技新书目: 167-093

序

电子显微镜是人们探索微观世界奥秘的重要工具之一。

张立人同志三十年来通过电子显微镜研究病毒,同时,也注意电子显微学的发展及其技术的应用。近二十年来主要从事昆虫病毒的形态、超微结构、形态发生、细胞病理以及其他有关方面的研究工作,并取得了很好的成绩。书中的图片具有清晰美观,制作精细,科学性强等优点,有些图片已达到国际水平。

现在他将多年来积累的图片经选择和整理并加上文字说明,出版专集:《中国昆虫病毒电子显微镜图谱》,介绍有关昆虫病毒的基础知识。这本图谱的内容全部是根据我国国内已发现的昆虫病毒材料和我国的工作编著而成的,据我了解这种富有我国特色的《图谱》在国内还是第一次出版。因此,这本图谱的出版非常及时,并为昆虫病毒等方面的科研和教学提供了必要的参考资料。

张立人同志多年来和我接触较多,他请我为这本书写序言,我简单地写这几句作为对本书的介绍。

高尚荫

1985年9月

前 言

我国早在五十年代就开始引用电子显微镜技术。二十多年来病毒学的发展,与现代电子显微技术的应用紧密相连,电镜技术已成为当代病毒学的基础和应用研究中不可缺少的重要手段之一。

1958年我们在病毒学家高尚荫教授的指导下,开始应用 JEM-T4 型电子显微镜对家蚕脓病病毒进行形态学的研究。1963年在世界上第一次发现了某些昆虫病毒的帽状结构。特别是在七十年代后期,昆虫病毒学的研究工作在我国得到较大的发展,同时,人们利用昆虫杆状病毒在防治棉花、蔬菜、茶叶等农林害虫方面已取得显著的效益。由于广大的有关科学、技术和教学工作者均要求了解电镜技术和昆虫病毒学的知识,希望能有一本我国电镜工作者根据我国自己的昆虫病毒资源写成的有关昆虫病毒超微结构与形态发生等方面的专著供大家学习和参考,因此,在多方面的鼓励下我们写出了这本书。我们除了从工作中所积累的数千张电镜图片中挑选出有代表性的以外,还从有关兄弟单位征集了一些照片,总共近 350 余幅,作为本书的附图。根据文献记载,到 1983 年为止,我国已发现昆虫病毒总共有 97 种,我们仅收集到 78 种,约占已发现的昆虫病毒总数的 80%。由于有些病毒材料稀少,加上有些电镜照片质量不符合要求,故未能采用收入本书,特此说明。

本书以图谱为主、文字介绍为辅。全书包括昆虫病毒的形态结构,核酸蛋白,形态发生,细胞病理等部分。我们业务水平有限,电镜技术经验不够,书中错误和不足之处可能不少,敬请读者指正并提出宝贵意见。

参加本书编著的还有复旦大学生物系苏德明教授、华南农业大学植保系戴冠群教授、中国科学院动物研究所丁翠、蔡秀玉副研究员,中国科学院上海昆虫研究所朱国凯研究员。

我们在编写本书过程中,得到院和所的领导,以及有关方面的关怀和支持,特别要感谢的是高尚荫教授在住院治病期间不辞辛劳审阅书稿,并提出许多宝贵的意见。我所邓海凡、张世敏、王学兰、王国基、邓红、贺洪、袁丽等同志为本书做了大量的技术工作,陈棣华同志绘制了许多模式图,此外,为本书的照片提供病毒材料的同事们也给了我们许多必要的支持,我在此向他们深表谢意。

张立人

中国科学院武汉病毒研究所 1984 年 12 月 21 日

目 录

序.....	i
前言.....	ii
第一章 绪论.....	1
一、昆虫病毒形态与结构研究的内容、目的和意义.....	1
二、昆虫病毒形态结构的一些名词解释.....	1
三、电子显微镜技术与生物样品的制备方法.....	2
(一) 透射电子显微镜 (transmission electron microscope, TEM).....	3
(二) 扫描电子显微镜 (scanning electron microscope, SEM)	4
(三) 电镜生物样品的制备	4
四、昆虫病毒和宿主细胞超微结构研究的展望.....	7
第二章 核型多角体病毒.....	8
一、引言.....	8
二、核型多角体病毒 (NPV) 的形态与结构.....	8
(一) 多角体的形态	9
(二) 多角体的大小	9
(三) 多角体的超微结构	9
(四) 多角体膜	10
(五) 病毒束的形态大小与超微结构	10
(六) 病毒粒子的形态大小与超微结构	11
(七) 病毒核衣壳的形态结构	12
三、核型多角体病毒的核酸与蛋白质.....	12
(一) 核酸	12
(二) 蛋白质	13
四、核型多角体病毒的形态发生.....	15
(一) NPV 形态发生样品制备	15
(二) 病毒粒子的侵入	15
(三) 病毒发生基质与核衣壳的形成	16
(四) 病毒束与病毒粒子的形态发生	16
(五) 病毒多角体的形态发生	16
五、核型多角体病毒对害虫的防治.....	18
(一) NPV 对害虫防治的效果和意义.....	18
(二) NPV 杀虫剂的生产.....	18
(三) NPV 杀虫剂的应用.....	19
(四) NPV 杀虫剂的安全性.....	21
(五) NPV 杀虫剂应用的前景.....	21
第三章 颗粒体病毒.....	22

• v •

一、引言	22
二、病症特征	22
三、形态结构	22
四、理化性质	23
(一) 温度对 GV 的影响	24
(二) 紫外线和阳光对 GV 的影响	24
(三) 有机溶剂对 GV 的影响	24
(四) 蛋白质结构分析	24
(五) 核酸分析	24
五、血清学	25
六、病毒制剂的研制与应用	25
第四章 质型多角体病毒	26
一、引言	26
二、分类地位	26
三、病理学	27
四、多角体和病毒粒子	27
(一) 多角体	27
(二) 病毒粒子	28
五、感染和增殖	29
六、血清学	30
七、结束语	30
第五章 昆虫痘病毒	32
一、引言	32
二、病理学	32
(一) 病症表现	32
(二) 感染部位	32
(三) 宿主范围	33
三、形态结构与理化特性	33
(一) 包涵体	33
(二) 病毒粒子	34
四、形态发生	34
(一) 痘病毒粒子的形成	34
(二) 痘病毒球状体的形成	35
(三) 纺锤体的形成	36
(四) 细胞结构的变化	36
五、展望	36
第六章 非包涵体病毒	38
一、引言	38
二、浓核症病毒	38
(一) 菜青虫浓核病毒	38
(二) 家蚕浓核病毒	39

(三) 铁刀木粉蝶浓核病毒.....	40
三、其他非包涵体病毒.....	40
(一) 家蚕软化病病毒.....	40
(二) 小菜蛾球形病毒.....	41
(三) 中蜂大幼虫病病毒.....	42
(四) 中蜂囊状幼虫病病毒.....	42
四、结束语.....	42
附录: 我国已发现的昆虫病毒及其宿主名录.....	44
参考文献.....	48
索引.....	53

图版:

第一部分 导图

几种国产的电子显微镜(图版 I-1、I-2)

1. DXB₂-12 型 80 万倍电子显微镜(图版 I-1, 1)
2. DXC₁-10 普及型 10 万倍透射式电子显微镜(图版 I-1, 2)
3. DXS-X2 分析扫描电子显微镜(图版 I-1, 3)
4. TSM-2 扫描电子显微镜(图版 I-1, 4)
5. DX-4 型 60 万倍透射式电子显微镜(图版 I-2, 5)
6. DX-3A 型扫描电子显微镜(图版 I-2, 6)
7. DX-3 型扫描电子显微镜(图版 I-2, 7)

昆虫病毒多角体结构蛋白质晶格经计算机图像处理后的假彩色图像(图版 I-3)

1. 斜纹夜蛾核病毒多角体结构蛋白质晶格, 方格型花样(图版 I-3, 1)
2. 为上图的处理像(图版 I-3, 2)
3. 棉铃虫核病毒多角体结构蛋白质晶格, 四边型花样, 为处理后的图像(图版 I-3, 3)
4. 茶尺蠖核病毒多角体结构蛋白质晶格, 经图像处理, 显示出层次结构(图版 I-3, 4)

茶树害虫危害茶园(图版 I-4)

1. 生长繁茂的茶园(图版 I-4, 1)
2. 茶园遭受茶树害虫的侵袭(图版 I-4, 2)
3. 茶树害虫早期危害的一角(图版 I-4, 3)
4. 幼嫩的新茶叶片被害虫残食一空(图版 I-4, 4)

茶树害虫的幼虫、蛹、成虫和卵(图版 I-5、I-6)

1. 木橿尺蠖幼虫(图版 I-5, 1)
2. 油桐尺蠖的蛹(图版 I-5, 2)
3. 茶尺蠖的蛹(图版 I-5, 3)
4. 大量茶尺蠖的蛹(图版 I-5, 4)
5. 木橿尺蠖的成虫(图版 I-6, 5)

6. 油桐尺蠖的成虫 (图版 I-6, 6)

7. 丽绿刺蛾 (图版 I-6, 7)

8. 茶叶斑蛾 (图版 I-6, 8)

9. 茶尺蠖的卵 (图版 I-6, 9)

几种昆虫虫卵表面的亚微结构 (图版 I-7)

1. 山楂粉蝶的卵块 (图版 I-7, 1)

2. 茶尺蠖虫卵的卵孔结构 (图版 I-7, 2)

3. 大螟虫卵的卵孔结构 (图版 I-7, 3)

三种害虫的幼虫经其病毒感染后的一些病症表现 (图版 I-8)

1. 油桐尺蠖的幼虫晚期部分症状表现为: 停食、行动迟缓、虫体易破等 (图版 I-8, 1)

2. 斜纹夜蛾的幼虫被病毒感染后出现虫体肿胀、食欲减退等症状 (图版 I-8, 2)

3. 苹毒蛾的幼虫无力地在果树枝上爬行 (图版 I-8, 3)

果树害虫 (图版 I-8)

1. 山楂粉蝶的: (1) 卵, (2) 幼虫, (3) 蛹, (4) 成虫 (图版 I-8, 1)

2. 山楂粉蝶蛹的外形比较 (图版 I-8, 2)

3. 山楂粉蝶幼虫被病毒感染后, 虫体肿胀、停食、有的倒挂在树枝上即将死亡 (图版 I-8, 3)

4. 山楂粉蝶的蛹可以被寄生蝇侵入致死 (图版 I-8, 4)

第二部分 核型多角体病毒

几种昆虫核型病毒多角体形态的透射电镜像 (图版 II-1、II-2)

1. 家蚕核型病毒多角体 (图版 II-1, 1)

2. 蓖麻蚕核型病毒多角体 (图版 II-1, 2)

3. 棉铃虫核型病毒多角体 (图版 II-2, 3)

4. 粉白灯蛾核型病毒多角体 (图版 II-2, 4)

几种昆虫核型病毒多角体形态的扫描电镜像 (图版 II-3、II-4、II-5、II-6)

1. 棉铃虫核型病毒多角体 (图版 II-3, 1)

2. 大尺蠖核型病毒多角体 (图版 II-3, 2)

3. 茶毛虫核型病毒多角体 (图版 II-4, 3)

4. 山楂粉蝶核型病毒多角体 (图版 II-5, 4)

5. 桑毛虫核型病毒多角体 (图版 II-6, 5)

6. 斜纹夜蛾核型病毒多角体 (图版 II-6, 6)

柞蚕核型病毒多角体经柞蚕胃液处理后, 多角体形态发生的某些变化: 1—6 图 (图版 II-7、II-8)

昆虫核型病毒多角体开始降解及其空膜 (图版 II-9、II-10)

1. 松毛虫核型病毒多角体, 显示出其中包含的许多病毒束 (图版 II-9, 1)

2. 避债蛾核型病毒多角体 (图版 II-9, 2)

3—4. 斜纹夜蛾核型病毒多角体的空膜 (图版 II-10, 3, 4)

5. 粘虫核型病毒多角体的空膜 (图版 II-10, 5)
6. 乌臼毒蛾核型病毒多角体释放出病毒颗粒 (图版 II-10, 6)
- 核型病毒多角体与其病毒束 (I) (图版 II-11, II-12)
 - 1—2. 榕透翅毒蛾多角体病毒 (图版 II-11, 1—2)
 - 3—4. 棉古毒蛾多角体病毒 (图版 II-11, 3—4)
 - 5—6. 马尾松茸毒蛾多角体病毒 (图版 II-11, 5—6)
 7. 棉铃虫多角体病毒束 (图版 II-12, 7)
- 核型病毒多角体与其病毒束 (II) (图版 II-13, II-14)
 - 1—2. 天幕毛虫多角体病毒 (图版 II-13, 1—2)
 - 3—4. 双线盗毒蛾多角体病毒 (图版 II-14, 3—4)
 - 5—6. 灰白蚕蛾多角体病毒 (图版 II-14, 5—6)
 - 7—8. 红缘灯蛾多角体病毒 (图版 II-14, 7—8)
- 核型病毒多角体与其病毒束和病毒粒子 (图版 II-15, II-16)
 - 1—2. 油桐叶刺蛾多角体病毒 (图版 II-15, 1—2)
 - 3—4. 异形枯叶蛾多角体病毒 (图版 II-15, 3—4)
 - 5—6. 六万山松叶蜂中肠型多角体病毒 (图版 II-15, 5—6)
 - 7—8. 樟叶蜂中肠型多角体病毒 (图版 II-16, 7—8)
 - 9—10. 苹毒蛾多角体病毒 (图版 II-16, 7—8)
- 核型病毒多角体与病毒束和病毒粒子的精细结构 (I) (图版 II-17, II-18)
 1. 松毛虫病毒多角体 (图版 II-17, 1)
 2. 粘虫核型病毒多角体的立体像 (图版 II-17, 2)
 3. 十二面体的模型图 (图版 II-17, 3)
 4. 柳枯叶蛾多角体病毒粒子表面亚单位呈螺旋排列 (图版 II-17, 4)
 5. 木燎尺蠖多角体病毒束的套膜 (图版 II-17, 5)
 6. 多包埋型的棉铃虫多角体病毒 (图版 II-18, 6)
- 核型病毒多角体与病毒束和病毒粒子的精细结构 (II) (图版 II-19, II-20, II-21, II-22)
 1. 舞毒蛾多角体病毒 (图版 II-19, 1)
 - 2—3. 高倍放大的病毒束与其“突出物” (图版 II-19, 2—3)
 4. 美国白蛾病毒多角体似梨形 (图版 II-19, 4)
 5. 家蚕病毒多角体的扫描电镜像 (图版 II-20, 5)
 6. 山楂粉蝶多角体病毒粒子 (图版 II-20, 6)
 7. 茶毛虫多角体病毒颗粒 (图版 II-21, 7)
 - 8—9. 银纹夜蛾多角体病毒颗粒 (图版 II-21, 8; 图版 II-22, 9)
 10. 云尺蠖病毒多角体 (图版 II-22, 10)
- 斜纹夜蛾病毒束与病毒粒子的超微结构 (图版 II-23, II-24, II-25, II-26)
- 核型病毒粒子与核衣壳 (图版 II-27, II-28)
 1. 大尺蠖多角体病毒粒子与少量的核衣壳 (图版 II-27, 1)
 2. 薄荷伪造桥虫多角体病毒的核衣壳 (图版 II-28, 2)

3. 柳枯叶蛾病毒多角体 (图版 II-28, 3)

蓖麻蚕核型多角体病毒粒子的超微结构 (图版 II-29、II-30)

几种昆虫病毒粒子的高倍放大像 (图版 II-31、II-32)

形态较为特殊的核型多角体和病毒颗粒 (图版 II-33、II-34)

1. 茶尺蠖多角体病毒粒子 (图版 II-33, 1)

2. 枣尺蠖多角体病毒颗粒 (图版 II-34, 2)

3. 十斑大瓢虫病毒多角体 (图版 II-34, 3)

昆虫核型多角体病毒的帽状结构 (图版 II-35、II-36)

1. 柞蚕多角体病毒束 (图版 II-35, 1)

2. 粉白灯蛾多角体病毒束 (图版 II-36, 2)

3. 斜纹夜蛾多角体病毒束 (图版 II-36, 3)

4—5. 粘虫多角体病毒束 (图版 II-36, 4—5)

6. 棉铃虫多角体病毒束 (图版 II-36, 6)

昆虫核型病毒多角体内部结构 (图版 II-37、II-38)

1—3. 单粒包埋型的棉铃虫多角体切片 (图版 II-37, 1、2、3)

4—5. 多粒包埋型的斜纹夜蛾多角体切片 (图版 II-38, 4、5)

斜纹夜蛾核型病毒多角体蛋白质晶格的构型 (图版 II-39、II-40)

1. 多角体蛋白晶格的六边型花样 (图版 II-39, 1)

2. 多角体蛋白晶格的线型花样 (图版 II-39, 2)

3. 多角体蛋白晶格的方格型花样 (图版 II-39, 3)

4. 多角体蛋白晶格的平行四边形花样 (图版 II-39, 4)

5. 多角体蛋白晶格的六边型花样 (图版 II-40, 5)

6. 多角体块状蛋白晶格 (图版 II-40, 6)

7. 多角体蛋白晶格模式图 (图版 II-40, 7)

第三部分 颗粒体病毒

几种昆虫的颗粒体病毒 (图版 III-1、III-2)

1. 菜青虫病毒颗粒体 (图版 III-1, 1)

2. 茶小卷叶蛾病毒颗粒体 (图版 III-1, 2)

3. 青刺蛾病毒颗粒体 (图版 III-2, 3)

4. 菜青虫病毒颗粒体的正染色像 (图版 III-2, 4)

昆虫病毒颗粒体及其病毒粒子的精细结构 (图版 III-3、III-4、III-5、III-6、III-7、III-8、III-9、III-10)

1. 惊纹地老虎病毒颗粒体 (图版 III-3, 1)

2—3. 细皮夜蛾病毒颗粒体 (图版 III-4, 2、3)

4—5. 母生天社蛾病毒颗粒体 (图版 III-4, 4、5)

6—7. 丽绿刺蛾病毒颗粒体 (图版 III-4, 6、7)

8—9. 斜纹夜蛾病毒颗粒体及其切片 (图版 III-5, 8、9)

10—11. 竹斑蛾病毒颗粒体 (图版 III-5, 10、11)

12—13. 红绿灯蛾病毒颗粒体 (图版 III-5, 12、13)

14. 菜粉蝶病毒颗粒体的超薄切片 (图版 III-6, 14)
15. 银波舟蛾病毒颗粒体 (图版 III-6, 15)
- 16—17. 小菜蛾病毒颗粒体及其空壳 (图版 III-7, 16, 17)
18. 小菜蛾病毒颗粒体的双层膜 (图版 III-8, 18)
19. 小菜蛾颗粒体病毒粒子结构 (图版 III-8, 19)
20. 大菜粉蝶颗粒体病毒粒子 (图版 III-9, 20)
- 21—22. 大菜粉蝶颗粒体病毒粒子获得套膜与在胞浆内排列 (图版 III-10, 21, 22)

第四部分 质型多角体病毒

感染病毒的幼虫与其病变组织 (图版 IV-1、IV-2)

1. 家蚕质型病毒多角体透射电镜像 (图版 IV-1, 1)
2. 感染病毒后的家蚕幼虫 (图版 IV-1, 2)
3. 感染病毒后的棉铃虫与正常幼虫 (图版 IV-1, 3)
4. 家蚕中肠病变 (图版 IV-1, 4)
5. 感染病毒的棉铃虫中肠上皮组织病变 (图版 IV-2, 5)

几种昆虫质型病毒多角体及其超薄切片 (图版 IV-3、IV-4、IV-5、IV-6、IV-7、IV-8)

1. 家蚕质型病毒多角体扫描电镜像 (图版 IV-3, 1)
2. 家蚕质型病毒多角体透射电镜像 (图版 IV-3, 2)
3. 棉铃虫质型病毒多角体扫描电镜像 (图版 IV-4, 3)
4. 油松毛虫质型病毒多角体扫描电镜像 (图版 IV-5, 4)
5. 舞毒蛾质型病毒多角体 (图版 IV-5, 5)
6. 美国白蛾质型病毒多角体 (图版 IV-6, 6)
7. 马尾松毛虫质型病毒多角体 (图版 IV-6, 7)
8. 松毛虫质型多角体病毒颗粒 (图版 IV-6, 8)
9. 松茸毒蛾质型病毒多角体 (图版 IV-7, 9)
10. 黄地老虎质型病毒多角体切片的晶格 (图版 IV-8, 10)
11. 棉铃虫质型病毒多角体的切片 (图版 IV-8, 11)

几种质型多角体病毒粒子的形态与超微结构 (图版 IV-9、IV-10、IV-11、IV-12、IV-13)

- 1—2. 家蚕质型多角体病毒粒子 (图版 IV-9, 1, 2)
- 3—4. 松茸毒蛾质型多角体病毒粒子 (图版 IV-10, 3, 4)
- 5—6. 家蚕质型多角体病毒粒子结构模型图 (图版 IV-10, 5, 6)
7. 大量提纯的家蚕质型多角体病毒颗粒 (图版 IV-11, 7)
8. 大量纯化的油松毛虫质型多角体病毒颗粒 (图版 IV-12, 8)
9. 棉铃虫质型多角体病毒粒子 (图版 IV-13, 9)
10. 棉铃虫质型多角体病毒 RNA 的聚丙烯酰胺凝胶电泳谱 (图版 IV-13, 10)

质型多角体病毒在体内的形态发生 (图版 IV-14、IV-15、IV-16、IV-17、IV-18)

1. 黄地老虎幼虫的细胞质内形成病毒粒子和多角体 (图版 IV-14, 1)

2—4. 棉铃虫幼虫经其病毒感染后病毒的形态发生 (图版 IV-15、IV-16)

5—8. 舞毒蛾质型多角体病毒在细胞内的发生 (图版 IV-17、IV-18)

第五部分 昆虫痘病毒

昆虫痘病毒包涵体的三种类型: 球状体, 椭球体, 纺锤体: 1—6 图 (图版 V-1、V-2、V-3、V-4、V-5)

细胞内包涵体的切片及其病毒粒子的形态结构: 1—16 图 (图版 V-6、V-7、V-8、V-9、V-10、V-11、V-12、V-13、V-14、V-15、V-16、V-17、V-18、V-19)

痘病毒侵染幼虫后, 某些细胞器发生的变化: 1—3 图 (图版 V-20、V-21、V-22)

第六部分 非包涵体病毒

1. 菜粉蝶细小病毒 (图版 VI-1, 1)

2—3. 中华蜜蜂大幼虫病毒 (图版 VI-2, 2、3)

4. 家蚕软化病病毒 (图版 VI-3, 4)

5. 家蚕软化病病毒的“封人体” (图版 VI-4, 5)

6. 病毒提纯过程中出现的球形颗粒 (图版 VI-4, 6)

第七部分 昆虫病毒核酸与蛋白质

昆虫病毒核酸大分子

1. 斜纹夜蛾核型多角体病毒的单个 DNA 分子 (图版 VII-1, 1)

2. 从病毒颗粒中释放出核酸 (图版 VII-2, 2)

3. 从三个银纹夜蛾核型多角体病毒颗粒中释放出的 DNA (图版 VII-3, 3)

4. 银纹夜蛾核型多角体病毒的 DNA 分子 (图版 VII-4, 4)

5. 大菜粉蝶颗粒体病毒粒子中释放出 DNA (图版 VII-5、VII-6)

6. 大菜粉蝶颗粒体病毒粒子 DNA 分子的展层 (图版 VII-6, 6)

7. 榔二疣独角仙核型多角体病毒的环状 DNA (图版 VII-7, 7)

昆虫病毒多角体蛋白质 (图版 VII-8、VII-9、VII-10)

1. 纯化的斜纹夜蛾核型病毒多角体结构蛋白质 (图版 VII-8, 1)

2. 多角体结构蛋白质块状晶格高倍放大像 (图版 VII-8, 2)

3. 多角体结构蛋白质晶格切片的正方形花样 (图版 VII-8, 3)

4—5. 多角体结构蛋白质晶格高倍放大像与其经计算机图像处理后的图像 (图版 VII-9, 4, 5)

6. 大尺蠖核型多角体结构蛋白质图谱 (图版 VII-9, 6)

7. 四株昆虫核型多角体病毒 DNA 的限制性内切酶 *Pst*I 的酶谱 (图版 VII-9, 7)

8. 四株昆虫核型多角体病毒 DNA 的限制性内切酶 *Eco*RI 的酶谱 (图版 VII-10, 8)

第八部分 昆虫病毒的形态发生

昆虫核型多角体病毒的形态发生: 1—25 图 (图版 VIII-1、VIII-2、VIII-3、VIII-4、VIII-5、VIII-6、VIII-7、VIII-8、VIII-9、VIII-10、VIII-11、VIII-12、VIII-13、VIII-14、VIII-15、VIII-16、VIII-17、VIII-18、VIII-19、VIII-20、VIII-21、VIII-22、VIII-23、VIII-24、VIII-25)

其他几种核型多角体病毒装配的部分过程

- (一) 油桐尺蠖核型多角体病毒 (图版 VIII-22, 1)
- (二) 棉铃虫核型多角体病毒: 1—7 图 (图版 VIII-23、VIII-24、VIII-25、VIII-26、VIII-27、VIII-28)
- (三) 柞蚕核型多角体病毒: 1—4 图 (图版 VIII-29)
- (四) 美国白蛾核型多角体病毒: 1—2 图 (图版 VIII-30)

第九部分 昆虫的细胞病理

正常细胞与感染病毒初期细胞的超微结构变化: 1—6 图 (图版 IX-1、IX-2、IX-3、IX-4、IX-5、IX-6)

线粒体的形态与结构: 1—4 图 (图版 IX-7、IX-8、IX-9、IX-10)

微绒毛: 1—3 图 (图版 IX-11、IX-12)

溶酶体与吞噬泡 1—2 图 (图版 IX-13、IX-14)

板层小体与示髓样小体 1—2 图 (图版 IX-15、IX-16)

皮肤纤维与弹力纤维 1—2 图 (图版 IX-17、IX-18)

肌纤维与胶原纤维 1—2 图 (图版 IX-19、IX-20)

第十部分 其他

几种植物病毒 (图版 X-1、X-2、X-3、X-4、X-5、X-6、X-7、X-8、X-9、X-10)

- 1. 烟草花叶病毒 (图版 X-1, 1)
- 2. 麦冬病毒 (图版 X-2, 2)
- 3—11. 太子参花叶病毒的形态与结构 (图版 X-3、X-4、X-5、X-6、X-7、X-8、X-9、X-10)

几种动物病毒

- 1—3. 草鱼出血病呼肠孤病毒 (图版 X-11、X-12)
- 4. 腺病毒颗粒在肺细胞内呈晶格状排列 (图版 X-13, 4)
- 5—6. 羊痘病毒 (图版 X-14, 5、6)

几种噬菌体 (图版 X-15、X-16、X-17、X-18)

- 1. 放线菌噬菌体 (图版 X-15, 1)
- 2. 根瘤菌噬菌体 (图版 X-15, 2)
- 3. 放线菌噬菌体的渗透休克 (图版 X-15, 3)
- 4. 痢疾杆菌噬菌体 (图版 X-15, 4)
- 5—6. 卡那霉素链霉菌噬菌体 (图版 X-16, 5、6)
- 7. 枯草杆菌噬菌体 (图版 X-16, 7)
- 8. 水稻白叶枯病菌噬菌体 (图版 X-16, 8)
- 9—10. 产生四环素与创新霉素的放线菌噬菌体 (图版 X-17, 9、10)
- 11—14. 苏云金杆菌噬菌体 (图版 X-17, 11、12; 图版 X-18, 13、14)

几种微生物的形态 (图版 X-19、X-20、X-21)

- 1. 根瘤菌 (图版 X-19, 1)
- 2. 酚菌 (图版 X-19, 2)
- 3. 短杆菌 (图版 X-19, 3)

4. 固氮含脂刚螺菌 (图版 X-20, 4)
5. 华农 5102 放线菌孢子 (图版 X-20, 5)
6. 枯草杆菌 (图版 X-21, 6)

细菌鞭毛类型 (图版 X-22、X-23、X-24、X-25、X-26)

1. 单极生鞭毛 (图版 X-22, 1)
2. 多极生鞭毛 (图版 X-22, 2)
3. 单极生长鞭毛 (图版 X-23, 3)
4. 双极生鞭毛 (图版 X-24, 4)
5. 周生鞭毛 (图版 X-25, 5)
6. 枯草杆菌的周生鞭毛 (图版 X-26, 6)

细菌芽孢与晶体: 1—8 图 (图版 X-27、X-28、X-29、X-30)
孢子 (图版 X-31、X-32)

1. 庆丰链霉菌孢子 (图版 X-31, 1)
- 2—3. 青霉菌孢子穗与分生孢子 (图版 X-31, 2; 图版 X-32, 3)
4. 曲霉分生孢子 (图版 X-32, 4)

菌丝体: 1—2 图 (图版 X-33, 1、2)

几种苔藓的扫描电镜像 (图版 X-34)

1. 短角苔 (图版 X-34, 1)
2. 小叶苔 (图版 X-34, 2)
3. 地钱 (图版 X-34, 3)

几种十字花科植物花粉粒的形态: 1—6 图 (图版 X-35、X-36)

第一章 绪 论

一、昆虫病毒形态与结构研究的内容、目的和意义

昆虫病毒是病毒学中的一个重要的组成部分。昆虫病毒大体上可分为有益与有害的两大方面,如对经济昆虫中的蚕、蜜蜂危害较大的病毒有家蚕脓病病毒,家蚕软化病病毒,蜜蜂囊状幼虫病病毒,蜜蜂麻痹病病毒等;但也有许多昆虫病毒可以引起农、林害虫感染发病而死亡,如棉铃虫核型多角体病毒,松毛虫质型多角体病毒,菜青虫颗粒体病毒等等。人们为了保护益虫,防治害虫,开展对昆虫病毒的研究很有必要。同时,由于昆虫病毒的形态结构比较特殊,所以它也是深入研究病毒与宿主之间的关系、探讨生命现象的好材料。

人们对宏观世界事物的认识,往往都从其形貌入门,对微观世界的认识也不例外。我们对昆虫病毒的认识,也必然先从其形态观察入手。只有认识它,才能更好地利用或控制它。特别是电子显微镜的发明、应用和电镜技术的不断提高,不仅给病毒形态学带来了新的发展,而且,还促使病毒及其与宿主细胞之间关系的研究进入分子水平的新阶段。

现代的昆虫病毒学以及病毒与其宿主细胞相互关系的研究,阐明了病毒颗粒的形貌、精细结构,病毒的吸附、侵入和病毒在细胞内的装配和复制,还将采用其他有关新技术,进一步研究病毒核酸和蛋白质的结构与功能。此外,还可研究由于病毒的侵染而引起的细胞内各种细胞器的病理变化的超微结构,这些结构在不同的病毒和细胞间所表现的形式也存在差异。还有同一种昆虫病毒,分布在不同的地区,有时候也反映出它们之间所特有的形貌,和某些生理生化特性的不同。因此可见昆虫病毒及其宿主细胞超微结构的研究,对病毒学、细胞学、分子生物学、昆虫学、环境生态学和生物防治等方面的基础研究和病毒的实际应用都具有重要的科学意义。

二、昆虫病毒形态结构的一些名词解释

多角体 (polyhedron) 在扫描电镜下显示出具有多角、多面的蛋白质包涵体。大部分昆虫病毒均有这种特殊的形态结构。

多角体蛋白质晶格 (polyhedron protein lattice) 多角体主要由若干个蛋白质的亚单位紧密、对称地排列堆积而成。由于多角体切面的角度关系,可形成不同对称型的蛋白质晶体结构的花样。病毒颗粒体蛋白质晶格也具有相似的结构。

病毒束 (virus bundle) 由两个或两个以上的杆状病毒粒子,被双层膜包封在一起的形态学结构单位。一般在正常情况下,它们在多角体的蛋白质晶格内,呈不规则的、随机的分布。

病毒颗粒 (virion) 或称病毒粒子,即以核酸为核心、蛋白质为外壳的完整的成熟

病毒。昆虫病毒大多数为杆状和球形两种颗粒。

核衣壳 (nucleo capsid) 为核酸与蛋白质外壳的统称。

衣壳 (capsid) 或称壳体,为核衣壳的蛋白质外壳,由较小的蛋白质形态亚单位所组成。

子粒 (capsomere) 又称壳粒,即组成衣壳的形态亚单位。

结构单位 (structure unit) 为组成子粒的化学亚单位。

外壳 (envelope) 又称封套,它主要来源于宿主细胞,也为病毒组成的一部分,包被在核衣壳之外,不是每种病毒都具有的。

帽状结构 (cap-like structure) 在病毒束的一端或两端,具有圆形盘状的形态学的单位结构。在杆状的病毒粒子末端,亦有相似的结构,但他们的功能至今还不够清楚。

三、电子显微镜技术与生物样品的制备方法

电子显微镜是 1932 年德国的物理学家 Ruska, E. 和 Knoll, M. 首次发明的,至今已有五十多年的历史。电子显微镜的问世,对人类探索微观世界的奥妙起着决定性的作用。早在 1939 年 Kauasche 和 Melchers 等人第一次应用电镜研究了烟草花叶病毒等的形态结构,我国在五十年代初期开始引用电镜技术。

现代电子显微镜(以下简称电镜)可以分为:(1)透射电镜,(2)扫描电镜,(3)分析电镜,(4)超高压电镜四种类型。前两种类型的电镜在生物学、医学方面应用较多。对一台电镜性能的估价和判断,当然应有很多方面的要求和条件,但其中最基本的要点是电镜的分辨率和放大倍数。分辨率又称分辨本领,所谓分辨率就是能够分清二点之间的最小间距的能力,这种间距愈小,能分清物体的细节愈细,分辨率就愈高,也就是说能够清楚地识辨物体细节的本领愈高。实际上二点是否能分开得很清楚,这还与观察者的视力有关。人的肉眼一般可以分清在明视距离 25 厘米处的间距为 0.1—0.2 毫米的两点,即人眼睛的分辨率为 0.1—0.2 毫米,更小的细节部分就必须把放大镜或显微镜放大到肉眼能察觉的程度才行。因此显微镜的有效放大倍数 M 应为:

$$M = \text{人眼的分辨率} / \text{电镜的分辨率}$$

假如电镜的分辨率为 2.5 埃,人眼的分辨率为 0.2 毫米,则 $M = 0.2 \times 10^7 / 2.5 = 8 \times 10^5$,即电镜的放大倍数应为 80 万倍。

欲求物体实际大小,如已知电镜底片的放大倍数为 2 万倍,光学放大 2.5 倍,总放大为 5 万倍,而物体像的大小为 5 毫米,代入公式计算,则放大倍数 $M = \text{物体放大后像的长度 } L / \text{物体原来的实际大小 } l$ 所以物体原来的大小是 100 纳米 (nm)。

值得指出的是:一台电镜的分辨率如果是 2 埃,并不是说所有大于 2 埃的微细结构都能够看得清楚。为什么呢?因为,除了与电镜本身的分辨率有关外,而且还决定于电镜的调整,电子束的亮度,观察样品的性质,样品制备后反差的程度等。所以说在许多情况下,大于 2 埃的微细结构也可能是模糊的或不甚清楚的。因此,要获得一张比较清晰的照片,一般必须要具备下列几个方面的条件:

1. 一台电镜仪器本身的最佳工作状态,即从产品出厂的检测到仪器的安装、调试等均要符合商品的设计要求。

2. 电镜工作者操作的熟练程度,即能否认真细致地维护保养、调整合轴,合理地使用电镜的各种有效的条件。

3. 根据样品的不同特性和要求,采用不同的制样方法。

4. 要重视培养暗房技术人材,并不断提高其技术水平,从电镜底片的曝光、显影,到照片的印相放大,乃至制成幻灯片等过程都要认真对待,因为往往要通过一些电镜观察记录的照片来反映科研工作的全过程。如果一切条件比较顺利,则往往使人心满意足;反之,则往往是前功尽弃,令人垂头丧气。对初学者来说,不要怕失败,一定要牢记“失败为成功之母”的名言,坚信劳动的果实总是属于勤奋的人。

当然,最后还要能够对电镜照片上的形貌和各种信息等内容,实事求是地进行科学地测试、分析与说明,才能达到工作的最终目的。

综上所述,要完成一张比较理想的、质量较好的电镜照片,必须几个方面的科技人员共同协作、相互配合、努力工作才行。

(一) 透射电子显微镜 (transmission electron microscope, TEM)

一般讲主要由三大系统组成: 电子光学系统;真空系统;电气系统。

1. 电子光学系统 (图 1-1): **电子枪**,包括: 电子发射源,即灯丝,由细钨丝制成,又称阴极。栅极又称栅帽,位于灯丝和阳极之间,它带有负电压,使灯丝发射出的电子会聚成一束,即为电子束。阳极带有正电压,能吸引阴极的电子束飞向阳极。电子束通过阳极中央的小孔,再经过**聚焦透镜**的聚焦作用,电子束会聚得很细,直接射到**样品室**的样品上。电子束穿过样品后经过**放大透镜**时,首先经物镜放大,然后再经过中间镜和投影镜的连续放大,最后样品成像在荧光屏上。人们可以通过**观察室的防护玻璃**,可直接看到样品像的形貌。也可借助附着的**放大镜**,将荧光屏上的样品像放大,便于观察细微结构。**照相机**,如欲记录样品的结果,可选择理想的样品部位和适当的电子束的照明度进行照相。但首先输送底片,将底片匣打开,然后把荧光屏拉起,使电子束直接射到底片上,控制一定的曝光时间后,样品的像已被拍摄下来。底片可送到暗房显影、冲洗等,晾干后即成。电镜底片要保存好,必要时供放大照片或制作幻灯之用。本系统结构如图 1-1 所示。

2. 真空系统: 因为电子必须在真空中才能呈直线运动,所以镜筒部分一定要保持真空。

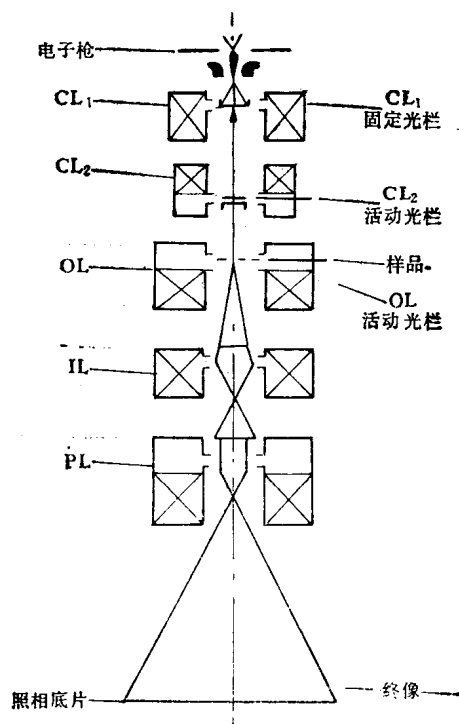


图 1-1 透射电镜电子光学系统结构图
(仿 DX-2 型国产电镜, 1981)