

# 昆虫病毒与昆虫病毒病

吕鸿声 著

科学出版社

# 昆虫病毒与昆虫病毒病

吕鸿声 著

科学出版社

1982

## 内 容 简 介

本书为昆虫病毒学专著。全书共分二十章,前面两章是昆虫病毒的特性、分类及有关基本知识的介绍;第三至十三章,详细论述各种昆虫病毒与病毒病,并从生理生态角度阐述了病毒-宿主相互关系;十四、十五章阐述昆虫病毒感染的物质基础与遗传变异;十六章讨论昆虫与其他动植物病毒的关系;十七、十八章介绍昆虫病毒研究的方法;最后两章,分别探讨应用病毒防治害虫的方法与蚕病防治的途径。

可供比较病毒学与昆虫病理学的研究工作者、农林与卫生害虫防治工作者、环境保护工作者、养蚕养蜂科技工作者以及有关高等院校师生参考。

## 昆虫病毒与昆虫病毒病

吕 鸿 声 著

责任编辑 谢仲屏

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

\*

1982年12月第一版 开本:787×1092 1/16

1982年12月第一次印刷 印张:30 插页:22

印数:0001—4,800 字数:689,000

统一书号:13031·2034

本社书号:2781·13—7

定价: 6.50 元

# 前 言

我国是世界养蚕业的发祥地，也是蚕茧产量最多的国家；但每年因蚕病而损失的产量，高达数十万担，其中 70—80% 都是由各种病毒引起的蚕病所造成。防治病毒性蚕病已成为提高我国蚕茧产量与质量的技术关键。千百年来，特别是解放以后，我国养蚕农民与蚕病作斗争的经验非常丰富，需要总结提高；对现代昆虫病毒学的最新研究成果，也需吸收利用，以便更有效地控制蚕病为害。另一方面，昆虫病毒作为控制农林害虫和卫生昆虫的手段，已为国内外有关方面所重视，并且积累了相当数量的实验资料。本书编写目的，是想在理论与实践结合的基础上，总结一下国内外昆虫病毒研究的现代成就，为发展我国蚕业生产和农林害虫的生物防治服务，并希望能对我国昆虫病毒学的发展，有所裨益。

全书共分二十章。前面两章，是昆虫病毒的特点、分类以及实验病毒学必须涉及的若干基本知识的扼要介绍；第三章至第八章，为若干有代表性的昆虫病毒与病毒病的一般描述，包括外部病征、组织病变、病毒的形态结构、化学组成、致病机理、发病条件、稳定性及宿主域等；第九章至第十三章，应用唯物辩证法关于事物发展的外因是条件，内因是根据，外因通过内因而起作用的原理，阐述了病毒与宿主的相互关系，从生理生态角度，探讨了昆虫病毒病的病因学和发病学诸问题，是全书的核心部分；第十四、十五章，在现代分子生物学的水平上论述了昆虫病毒感染的物质基础和遗传变异的问题；第十六章，单独探讨了昆虫与其他动、植物病毒的关系，因为这个问题，无论对病毒生物学、农林生产或公共卫生，都有重要意义的；第十七、十八章，介绍了昆虫病毒的分离、鉴定、性状记述、组织培养等现代研究方法和实验技术；最后两章，分别讨论了昆虫病毒用作农林害虫防治手段的优越性、实践经验和存在问题；并在总结群众养蚕实践经验和昆虫病毒学现代成就的基础上，提出了防治病毒性蚕病的途径、措施和建议。

本书取材方面，较大比重是家蚕病毒的实验资料，同时也尽可能概括了其他昆虫病毒的最新进展，相互比较印证，以便系统地总结出规律性的东西。为了反映昆虫病毒学发展的历史、现状及今后趋势，书中除对每个问题的叙述注意阐明其来龙去脉外，特于书末附有较详细的文献目录，以便研究查阅。

与脊椎动物(包括人类)病毒或植物病毒相比，昆虫病毒学是显得很年青的，不过近年已积累了不少资料，有关这方面的综合性专著，也分别用英文(K. Smith, 1967; 1976)、德文(A. Krieg, 1973)、俄文(Л. М. Тарасевич, 1975; Н. Н. Воробьева, 1976)、日文(川濑, 1976)出版过数种，这是编写本书的有利条件；然而，另一方面，由于新的现代化实验手段的应用和各国对昆虫病毒研究的广泛开展，昆虫病毒学的面貌日新月异，进展很快，本书虽然力求反映出这一研究领域内七十年代的水平，恐怕遗漏、不足和陈旧过时之处仍是难免的。为此，恳切希望读者批评指正，俾使昆虫病毒学第一本中文专著能更好地为实现祖国社会主义四个现代化作出应有的贡献。

本书材料收集工作自六十年代末开始，而正式着手写成初稿是 1975 年冬、1976 年

春;最近两年又作了较大的修改与补充。在整个编写与定稿过程中,得到中国农业科学院科研管理部主任方粹农同志的支持与鼓励;蚕业研究所庄大桓同志及该所生理病理研究室的同志们审阅初稿,并提出了很好的修改意见;浙江省农业科学院蒋猷龙同志建议增设第十六章内容,并为之收集了许多国内外文献;此外,中山大学蒲螫龙教授,华中师范学院李琮池、陈曲候教授,复旦大学苏德明同志,浙江农业大学金伟同志,广东省农业科学院刘仕贤同志,中国科学院动物研究所蔡秀玉、丁翠同志,生化研究所沈思祥同志,微生物研究所病毒复制研究组,中国林业科学院林业研究所陈昌洁、王志贤同志以及中国农业科学院蚕研所钱元骏、蔡幼民、何家禄、黄可威等同志,提供了珍贵的资料与照片,尤其在本书定稿工作结束前,日本东京大学吉武成美教授、渡部仁博士,九州大学生物防治研究所赜沢啓夫教授,东京农工大学福原敏彦博士与宇都宫大学岩下嘉光博士还特地寄来了他们有关昆虫病毒的新著多种,对充实本书内容,很有帮助;还有,我院钱纪放同志实际参与本书编写工作并付出了大量心血与劳动;在此一并致以谢意。

吕 鸿 声

一九八一年七月于北京中国农业科学院

# 目 录

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| 前言                         | i         |
| <b>第一章 导论</b>              | <b>1</b>  |
| 一、病毒的发现                    | 1         |
| 二、病毒的特性                    | 2         |
| 三、昆虫病毒与其分类学地位              | 5         |
| (一) 杆状病毒科                  | 6         |
| (二) 虹彩病毒科虹彩病毒属             | 8         |
| (三) 痘病毒科昆虫痘病毒亚科            | 8         |
| (四) 细小病毒科浓核症病毒属            | 8         |
| (五) 呼肠孤病毒科质型多角体病毒属         | 9         |
| (六) 弹状病毒科西格马病毒属            | 10        |
| (七) 微核糖核酸病毒科肠道病毒属          | 10        |
| 四、研究昆虫病毒的理论与实践意义           | 12        |
| (一) 昆虫病毒与蚕、蜂病害的防治          | 12        |
| (二) 昆虫病毒作为控制害虫的手段          | 12        |
| (三) 昆虫病毒作为基础研究的模型          | 13        |
| 五、昆虫病毒学发展的主要方向             | 13        |
| (一) 研究昆虫病毒的物理性质和化学性质       | 13        |
| (二) 研究昆虫病毒在细胞内增殖的过程与细节     | 13        |
| (三) 研究昆虫病毒引起虫体感染发病的生理生化学条件 | 13        |
| (四) 研究昆虫病毒的生态学与病毒病的流行规律    | 14        |
| <b>第二章 术语与概念</b>           | <b>15</b> |
| 一、病毒结构                     | 15        |
| (一) 病毒粒子                   | 15        |
| (二) 衣壳对称性                  | 16        |
| (三) 病毒包涵体                  | 17        |
| 二、常用单位                     | 17        |
| (一) 长度单位                   | 17        |
| (二) 质量单位                   | 18        |
| (三) 测定方法                   | 18        |
| 三、病毒核酸                     | 19        |
| (一) 化学组成                   | 19        |
| (二) 结构类型                   | 23        |
| (三) 物化性状                   | 25        |
| 四、病毒增殖                     | 26        |
| (一) 基因复制                   | 26        |

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| (二) 转录 .....                   | 29        |
| (三) 翻译 .....                   | 30        |
| (四) 装配 .....                   | 31        |
| 五、病毒定量 .....                   | 33        |
| (一) LD <sub>50</sub> 测定法 ..... | 33        |
| (二) 空斑测定法 .....                | 35        |
| 六、细胞器 .....                    | 35        |
| (一) 细胞膜 .....                  | 35        |
| (二) 线粒体 .....                  | 35        |
| (三) 溶酶体 .....                  | 37        |
| (四) 高尔基体 .....                 | 38        |
| (五) 核蛋白体 .....                 | 38        |
| (六) 内质网膜 .....                 | 38        |
| (七) 细胞核 .....                  | 39        |
| 七、细胞循环 .....                   | 40        |
| (一) 有丝分裂 .....                 | 40        |
| (二) 有丝分裂器 .....                | 40        |
| (三) DNA 动态 .....               | 42        |
| (四) 细胞分裂同步化 .....              | 42        |
| <b>第三章 核型多角体病毒</b> .....       | <b>44</b> |
| 一、核型多角体病毒概述 .....              | 44        |
| (一) 发现简史 .....                 | 44        |
| (二) 宿主范围 .....                 | 45        |
| 二、核型多角体病的病理学 .....             | 45        |
| (一) 外部病征 .....                 | 45        |
| (二) 潜育期 .....                  | 52        |
| (三) 细胞病变 .....                 | 55        |
| (四) 靶的组织 .....                 | 56        |
| 三、核型多角体的物理性状 .....             | 60        |
| (一) NPB 的形状大小 .....            | 60        |
| (二) NPB 的超微结构 .....            | 64        |
| (三) NPB 的物化特性 .....            | 65        |
| 四、核型多角体的化学组成 .....             | 66        |
| (一) NPB 的多角体蛋白 .....           | 66        |
| (二) NPB 的氨基酸组成 .....           | 70        |
| (三) NPB 的多角体核酸 .....           | 71        |
| (四) NPB 的其他化学组份 .....          | 72        |
| 五、核型多角体病毒的形态特征 .....           | 73        |
| (一) NPV 的形状大小 .....            | 73        |
| (二) NPV 的超微结构 .....            | 75        |
| (三) NPV 的囊膜与病毒束 .....          | 77        |
| 六、核型多角体病毒的化学组成 .....           | 80        |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| (一) NPV 的病毒核酸 .....           | 81  |
| (二) NPV 的病毒蛋白 .....           | 83  |
| 七、核型多角体病毒的稳定性 .....           | 85  |
| (一) 温度与 NPV 的稳定性 .....        | 86  |
| (二) 日光与 NPV 的稳定性 .....        | 87  |
| (三) 紫外线与 NPV 的稳定性 .....       | 88  |
| (四) pH 值与 NPV 的稳定性 .....      | 89  |
| (五) 化学药品与 NPV 的稳定性 .....      | 90  |
| (六) 高等动物的消化作用与 NPV 的稳定性 ..... | 91  |
| 八、中肠核型多角体病毒 .....             | 92  |
| 九、异常核型多角体病毒 .....             | 92  |
| (一) 沼泽大蚊核型多角体病毒 .....         | 92  |
| (二) 蝙蝠蛾核型多角体病毒 .....          | 93  |
| <b>第四章 颗粒体病毒</b> .....        | 94  |
| 一、颗粒体病毒概述 .....               | 94  |
| (一) 发现简史 .....                | 94  |
| (二) 宿主范围 .....                | 94  |
| 二、颗粒体病的病理学 .....              | 96  |
| (一) 外部病征 .....                | 96  |
| (二) 潜育期 .....                 | 97  |
| (三) 本病诊断 .....                | 98  |
| (四) 侵袭组织 .....                | 99  |
| (五) 细胞病变 .....                | 99  |
| 三、颗粒体病毒的形态发生 .....            | 100 |
| 四、颗粒体的性状 .....                | 101 |
| (一) 颗粒体的形状大小 .....            | 102 |
| (二) 颗粒体的物理性质 .....            | 102 |
| (三) 颗粒体的化学组成 .....            | 102 |
| 五、颗粒体病毒的形态特征 .....            | 104 |
| (一) GV 的形状大小 .....            | 104 |
| (二) GV 的超微结构 .....            | 104 |
| 六、颗粒体病毒的化学组成 .....            | 105 |
| (一) GV 的病毒核酸 .....            | 105 |
| (二) GV 的病毒蛋白 .....            | 107 |
| 七、颗粒体病毒的稳定性 .....             | 107 |
| <b>第五章 其他 DNA 昆虫病毒</b> .....  | 109 |
| 一、昆虫虹彩病毒 .....                | 109 |
| (一) 沼泽大蚊虹彩病毒 .....            | 109 |
| (二) 金龟甲虹彩病毒 .....             | 112 |
| (三) 二化螟虹彩病毒 .....             | 114 |
| (四) 伊蚊虹彩病毒 .....              | 117 |



|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 二、昆虫痘病毒 .....               | 118        |
| (一) 金龟甲痘病毒 .....            | 118        |
| (二) 盐沼灯蛾痘病毒 .....           | 119        |
| (三) 地老虎痘病毒 .....            | 122        |
| (四) 其他鳞翅目昆虫痘病毒 .....        | 123        |
| (五) 摇蚊痘病毒 .....             | 124        |
| 三、浓核症病毒 .....               | 125        |
| (一) 大蜡螟浓核症病毒 .....          | 125        |
| (二) 家蚕小型软化病病毒 .....         | 126        |
| 四、印度棕榈独角仙病毒 .....           | 127        |
| 五、其他非包涵体 DNA 病毒 .....       | 128        |
| <b>第六章 质型多角体病毒 .....</b>    | <b>129</b> |
| 一、质型多角体病毒概述 .....           | 129        |
| (一) 发现简史 .....              | 129        |
| (二) 宿主范围 .....              | 129        |
| 二、质型多角体病的病理学 .....          | 133        |
| (一) 外部病征 .....              | 133        |
| (二) 潜育期 .....               | 134        |
| (三) 侵袭组织 .....              | 135        |
| (四) 细胞病变 .....              | 136        |
| 三、质型多角体的性状 .....            | 137        |
| (一) CPB 的形状大小 .....         | 137        |
| (二) CPB 的超微结构 .....         | 139        |
| (三) CPB 的溶解特性 .....         | 139        |
| (四) CPB 的化学组成 .....         | 140        |
| (五) CPB 的染色行为 .....         | 141        |
| 四、质型多角体病毒的形态 .....          | 141        |
| (一) CPV 的形状大小 .....         | 141        |
| (二) CPV 的超微结构 .....         | 142        |
| 五、质型多角体病毒的化学 .....          | 143        |
| (一) CPV 的病毒核酸 .....         | 143        |
| (二) CPV 的病毒蛋白 .....         | 144        |
| (三) CPV 的转录酶 .....          | 145        |
| 六、质型多角体病毒的稳定性 .....         | 148        |
| 七、异常质型多角体病毒 .....           | 149        |
| (一) 库蚊质型多角体病毒 .....         | 149        |
| (二) 摇蚊质型多角体病毒 .....         | 149        |
| <b>第七章 家蚕空头性软化病病毒 .....</b> | <b>150</b> |
| 一、空头性软化病病毒的发现简史 .....       | 150        |
| 二、空头性软化病的外部病征 .....         | 151        |
| 三、空头性软化病的病理变化 .....         | 152        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| (一) 病毒侵袭部位 .....             | 152        |
| (二) 细胞病变 .....               | 153        |
| (三) 中肠病变 .....               | 153        |
| 四、空头性软化病病毒的性状 .....          | 154        |
| (一) FV 的形状大小 .....           | 154        |
| (二) FV 的化学组成 .....           | 154        |
| (三) FV 的血缘关系 .....           | 154        |
| 五、空头性软化病病毒的稳定性 .....         | 155        |
| (一) 高温与 FV 的稳定性 .....        | 155        |
| (二) 日光与 FV 的稳定性 .....        | 155        |
| (三) 化学药品与 FV 的稳定性 .....      | 155        |
| (四) 其他条件与 FV 的稳定性 .....      | 156        |
| 六、空头性软化病病毒的感染发病规律 .....      | 156        |
| (一) 群体饲养与 FV 的混有感染 .....     | 156        |
| (二) 饲养温度与 FV 的感染发病 .....     | 157        |
| (三) 影响 FV 潜育期的诸因素 .....      | 157        |
| (四) 双重感染与 FV 的并发症 .....      | 159        |
| (五) 蚕体生理状态与对 FV 的感受性 .....   | 161        |
| (六) 空头性软化病的化学治疗 .....        | 162        |
| 七、空头性软化病的诊断方法 .....          | 163        |
| (一) 生物学检查法 .....             | 163        |
| (二) 组织化学诊断法 .....            | 163        |
| (三) 鼠鼠红血球凝集反应法 .....         | 164        |
| (四) 血清学检查法(沉淀反应法) .....      | 164        |
| (五) 荧光抗体法 .....              | 166        |
| <b>第八章 其他 RNA 昆虫病毒 .....</b> | <b>168</b> |
| <b>一、蜜蜂急性麻痹病病毒 .....</b>     | <b>168</b> |
| (一) 蜜蜂急性麻痹病的病征病变 .....       | 168        |
| (二) 蜜蜂急性麻痹病病毒的分离提纯 .....     | 169        |
| (三) 蜜蜂急性麻痹病病毒的性状 .....       | 169        |
| <b>二、蜜蜂慢性麻痹病病毒 .....</b>     | <b>171</b> |
| (一) 蜜蜂慢性麻痹病的病征病变 .....       | 171        |
| (二) 蜜蜂慢性麻痹病病毒的分离提纯 .....     | 171        |
| (三) 蜜蜂慢性麻痹病病毒的性状 .....       | 172        |
| <b>三、蜜蜂囊雏病病毒 .....</b>       | <b>172</b> |
| (一) 蜜蜂囊雏病的病征病变 .....         | 172        |
| (二) 蜜蜂囊雏病病毒的分离提纯 .....       | 173        |
| (三) 蜜蜂囊雏病病毒的性状 .....         | 174        |
| <b>四、野田村病毒 .....</b>         | <b>174</b> |
| (一) 野田村病毒的性状 .....           | 175        |
| (二) 野田村病毒的病原性 .....          | 175        |
| <b>五、感染蜜蜂的其他病毒 .....</b>     | <b>176</b> |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| (一) 阿肯色蜜蜂病毒 .....                 | 176        |
| (二) 蜜蜂 X 病毒 .....                 | 176        |
| (三) 缓慢麻痹病毒 .....                  | 176        |
| 六、西格马病毒 .....                     | 176        |
| 七、果蝇 C 病毒 .....                   | 177        |
| <b>第九章 昆虫病毒的感染途径和传播方式 .....</b>   | <b>178</b> |
| 一、昆虫病毒的经口感染 .....                 | 178        |
| 二、昆虫病毒的创伤感染 .....                 | 179        |
| 三、昆虫病毒的经卵感染 .....                 | 180        |
| 四、昆虫病毒的交叉感染 .....                 | 182        |
| (一) 杆状病毒的交叉感染 .....               | 182        |
| (二) 质型多角体病毒的交叉感染 .....            | 184        |
| (三) 其他昆虫病毒的交叉感染 .....             | 186        |
| 五、昆虫病毒的混合感染 .....                 | 186        |
| 六、昆虫病毒的干扰现象 .....                 | 189        |
| 七、昆虫病毒的传播方式 .....                 | 189        |
| <b>第十章 昆虫病毒的潜伏性感染问题 .....</b>     | <b>191</b> |
| 一、有关潜伏性感染的定义与概念 .....             | 191        |
| 二、昆虫潜伏性病毒感染的现象 .....              | 192        |
| 三、核型多角体病的诱发 .....                 | 193        |
| (一) 温度对核型多角体病的诱发作用 .....          | 193        |
| (二) 辐射对核型多角体病的诱发作用 .....          | 195        |
| (三) 化学药物对核型多角体病的诱发作用 .....        | 195        |
| (四) 微生物对核型多角体病的诱发作用 .....         | 196        |
| 四、质型多角体病的诱发 .....                 | 197        |
| 五、昆虫病毒病的诱发机理问题 .....              | 198        |
| <b>第十一章 昆虫生理状态与其对病毒的感受性 .....</b> | <b>201</b> |
| 一、昆虫遗传基础与其对病毒的感受性 .....           | 201        |
| 二、昆虫发育阶段与其对病毒的感受性 .....           | 203        |
| 三、昆虫保护温度与其对病毒的感受性 .....           | 204        |
| 四、昆虫饲料质量与其对病毒的感受性 .....           | 205        |
| 五、昆虫病毒病的诱发机理与微量病毒感染 .....         | 206        |
| 六、蚕体抗病机理 .....                    | 211        |
| (一) 激原作用与中肠含磷化物代谢 .....           | 211        |
| (二) 激原作用与胃液 pH 值变化 .....          | 213        |
| (三) 激原作用与肠壁碱性磷酸酶活性 .....          | 213        |
| (四) 消化液的病毒灭活作用 .....              | 215        |
| (五) 围食膜的防卫功能 .....                | 216        |
| (六) 两类抗病性——侵染抵抗性与发病抵抗性 .....      | 217        |
| (七) 生理修复与自然治愈 .....               | 217        |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| <b>第十二章 昆虫病毒的增殖</b> .....        | 220 |
| 一、昆虫病毒增殖的概念 .....                | 220 |
| 二、昆虫病毒的入侵 .....                  | 221 |
| (一) NPV 的入侵 .....                | 222 |
| (二) CPV 的入侵 .....                | 223 |
| (三) 其他昆虫病毒的入侵 .....              | 224 |
| 三、核型多角体病毒增殖的生物学 .....            | 225 |
| (一) NPV 增殖的特征曲线 .....            | 225 |
| (二) 若干生理生态条件与 NPV 的增殖 .....      | 226 |
| (三) 病毒增殖与病程发展 .....              | 227 |
| 四、核型多角体病毒增殖的形态学 .....            | 228 |
| (一) 病毒发生基质的形成 .....              | 228 |
| (二) 病毒粒子的形态发生 .....              | 228 |
| (三) 多角体蛋白结晶的成长 .....             | 229 |
| 五、核型多角体病毒增殖的生化学 .....            | 230 |
| 六、质型多角体病毒的增殖 .....               | 233 |
| (一) CPV 增殖的生物学 .....             | 233 |
| (二) CPV 增殖的形态学 .....             | 234 |
| (三) CPV 增殖的生化学 .....             | 236 |
| 七、家蚕空头性软化病病毒的增殖 .....            | 238 |
| 八、颗粒体病毒的增殖 .....                 | 240 |
| 九、昆虫痘病毒的增殖 .....                 | 241 |
| 十、昆虫虹彩病毒的增殖 .....                | 242 |
| <b>第十三章 病毒增殖与宿主昆虫的物质代谢</b> ..... | 245 |
| 一、病毒增殖与虫体能量代谢 .....              | 245 |
| 二、病毒增殖与虫体磷代谢 .....               | 247 |
| 三、病毒增殖与虫体 DNA 代谢 .....           | 249 |
| 四、病毒增殖与虫体 RNA 代谢 .....           | 250 |
| 五、病毒增殖与虫体蛋白质代谢 .....             | 253 |
| 六、病毒增殖与肠壁磷酸酶活性 .....             | 257 |
| 七、病毒增殖与肠壁细胞核糖核酸酶活性 .....         | 259 |
| 八、病毒增殖与虫体其他生理生化变化 .....          | 260 |
| 九、病毒增殖的抑制 .....                  | 260 |
| (一) 干扰现象 .....                   | 260 |
| (二) 高温抑制 .....                   | 261 |
| (三) 激素影响 .....                   | 263 |
| (四) 化学治疗 .....                   | 264 |
| <b>第十四章 昆虫病毒的感染性核酸</b> .....     | 266 |
| 一、核型多角体病毒 DNA 及其感染性 .....        | 266 |
| (一) 家蚕 NPV-DNA 的提取 .....         | 266 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| (二) 家蚕 NPV-DNA 的生物活性 .....        | 267 |
| (三) 家蚕 NPV-DNA 的理化特性 .....        | 269 |
| 二、核型多角体病蚕体内 RNA 的感染性问题 .....      | 271 |
| (一) 核型多角体病蚕体内 RNA 的提取 .....       | 271 |
| (二) 核型多角体病蚕体内 RNA 的感染性 .....      | 273 |
| (三) 核型多角体病蚕体内病毒特异性 RNA 及其性状 ..... | 274 |
| 三、质型多角体病毒 RNA 及其感染性 .....         | 276 |
| (一) 家蚕 CPV-RNA 的提取 .....          | 277 |
| (二) 家蚕 CPV-RNA 的感染性 .....         | 277 |
| 四、其他昆虫病毒的感染性核酸 .....              | 278 |
| <b>第十五章 昆虫病毒的遗传与变异</b> .....      | 280 |
| 一、基因表达方式与感染性核酸 .....              | 280 |
| 二、基因突变与病毒小种 .....                 | 281 |
| 三、核型多角体病毒的突变与小种 .....             | 281 |
| 四、质型多角体病毒的突变与小种 .....             | 283 |
| (一) 家蚕 CPV 核包涵体小种 .....           | 283 |
| (二) 家蚕 CPV 核包涵体小种新的突变系 .....      | 285 |
| (三) 家蚕 CPV 的突变系与可能的进化线索 .....     | 286 |
| 五、其他昆虫病毒的突变与小种 .....              | 287 |
| 六、昆虫病毒的血清学关系 .....                | 288 |
| <b>第十六章 昆虫与其他动植物病毒的关系</b> .....   | 291 |
| 一、动物病毒与其昆虫介体 .....                | 291 |
| 二、昆虫传播动物病毒的生物学 .....              | 292 |
| 三、植物病毒与其昆虫介体 .....                | 293 |
| 四、昆虫传播植物病毒的生物学 .....              | 296 |
| (一) 机械携带 .....                    | 296 |
| (二) 非持久性病毒或口针媒介病毒 .....           | 296 |
| (三) 半持久性病毒或循环型病毒 .....            | 296 |
| (四) 增殖型病毒 .....                   | 297 |
| (五) 经卵传递 .....                    | 299 |
| 五、动植物病毒对介体昆虫的影响 .....             | 301 |
| (一) 动物病毒对介体昆虫的影响 .....            | 301 |
| (二) 植物病毒增殖与介体昆虫细胞学变化 .....        | 301 |
| (三) 植物病毒对介体昆虫可能的损害作用 .....        | 302 |
| <b>第十七章 昆虫病毒的组织培养</b> .....       | 303 |
| 一、组织培养术的发展及其在昆虫病毒学研究中的应用 .....    | 303 |
| 二、昆虫组织培养的技术与培养基 .....             | 304 |
| (一) 基本操作技术 .....                  | 305 |
| (二) 培养基的改进 .....                  | 306 |
| 三、昆虫细胞系的建立 .....                  | 309 |
| 四、昆虫病毒对细胞培养的接种方法 .....            | 313 |

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| (一) 病虫血液接种 .....                   | 313        |
| (二) 组织培养基接种 .....                  | 313        |
| (三) 提纯的病毒接种 .....                  | 314        |
| 五、昆虫病毒在体外细胞培养中的发育 .....            | 314        |
| (一) 核型多角体病毒的体外发育 .....             | 314        |
| (二) 质型多角体病毒的体外发育 .....             | 315        |
| (三) 昆虫痘病毒的体外发育 .....               | 316        |
| (四) 其他昆虫病毒的体外发育 .....              | 316        |
| 六、影响昆虫病毒体外发育的生理生态条件 .....          | 317        |
| (一) 温度 .....                       | 317        |
| (二) 培养基 .....                      | 317        |
| (三) 细胞的感受性 .....                   | 318        |
| 七、体外进行昆虫病毒的定量 .....                | 318        |
| (一) 50% 终点滴定法 .....                | 318        |
| (二) 空斑测定法 .....                    | 319        |
| <b>第十八章 昆虫病毒的鉴定与病毒病的诊断 .....</b>   | <b>320</b> |
| 一、昆虫病毒性疾病的诊断原则 .....               | 320        |
| 二、昆虫病毒病的组织化学检验法 .....              | 320        |
| (一) 核型多角体的染色法 .....                | 321        |
| (二) 质型多角体的染色法 .....                | 322        |
| (三) 家蚕 FV 病蚕中肠圆筒细胞内球形包涵体的染色法 ..... | 324        |
| (四) 用焦宁-甲基绿染色以区分两类多角体 .....        | 324        |
| (五) 颗粒体的染色法 .....                  | 325        |
| (六) 孚尔根反应 .....                    | 326        |
| (七) 用天蓝 B 染色以区分两类核酸 .....          | 327        |
| 三、昆虫病毒的分离与纯化 .....                 | 328        |
| (一) 杆状病毒的分离提纯 .....                | 328        |
| (二) 质型多角体病毒的分离提纯 .....             | 329        |
| (三) 昆虫痘病毒的分离提纯 .....               | 331        |
| (四) 家蚕 FV 的分离提纯 .....              | 332        |
| (五) 家蚕 DNV 的分离提纯 .....             | 333        |
| (六) 虹彩病毒的分离提纯 .....                | 334        |
| 四、昆虫病毒的鉴定与性状记述 .....               | 334        |
| (一) 感病组织的准备 .....                  | 335        |
| (二) 病毒的分离提纯 .....                  | 335        |
| (三) 感染性测定 .....                    | 336        |
| (四) 电子显微镜检查 .....                  | 336        |
| (五) 浮密度测定及沉降速度分析 .....             | 337        |
| (六) 病毒核酸的分析 .....                  | 337        |
| (七) 病毒蛋白与多角体蛋白的分析 .....            | 339        |
| 五、超速离心术 .....                      | 339        |
| (一) 差速离心 .....                     | 339        |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| (二) 密度梯度离心 .....               | 340        |
| 六、电子显微镜技术 .....                | 342        |
| (一) 电子显微镜的工作原理 .....           | 342        |
| (二) 电子显微镜的基本构造 .....           | 344        |
| (三) 超薄切片 .....                 | 344        |
| (四) 支持膜 .....                  | 349        |
| (五) 负染色 .....                  | 351        |
| 七、血清学技术 .....                  | 351        |
| (一) 微量琼脂免疫扩散法 .....            | 352        |
| (二) 家蚕浓核症病毒的血清学鉴定 .....        | 353        |
| (三) 美国棉铃虫 NPV 感染的早期诊断 .....    | 354        |
| (四) 家蚕 CPV 免疫对流电泳法 .....       | 355        |
| (五) 家蚕 CPV 反向间接血凝法 .....       | 356        |
| (六) 大蜡螟血细胞内 CIV 酶联抗体检出法 .....  | 357        |
| <b>第十九章 昆虫病毒与害虫的生物防治 .....</b> | <b>358</b> |
| 一、引言 .....                     | 358        |
| (一) 昆虫病毒——害虫生物防治的有力手段 .....    | 358        |
| (二) 当前重点研究、利用的昆虫病毒 .....       | 363        |
| 二、昆虫病毒制剂的生产 .....              | 364        |
| (一) 人工饲料 .....                 | 365        |
| (二) 工业生产 .....                 | 369        |
| (三) 质量检验 .....                 | 371        |
| 三、昆虫病毒制剂的大田应用 .....            | 372        |
| (一) 机械喷布 .....                 | 372        |
| (二) 病虫释放 .....                 | 373        |
| (三) 与农药结合使用 .....              | 373        |
| (四) 与其他病原微生物结合使用 .....         | 373        |
| (五) 大田应用的实际效果 .....            | 374        |
| 四、决定大田病毒防治效果的诸因素 .....         | 375        |
| (一) 病毒的毒力 .....                | 375        |
| (二) 病毒的剂量 .....                | 376        |
| (三) 施用时期与次数 .....              | 379        |
| (四) 潜育期 .....                  | 379        |
| (五) 害虫习性 .....                 | 380        |
| (六) 病毒的后效作用 .....              | 381        |
| 五、昆虫病毒的宿主特异性问题 .....           | 383        |
| (一) 对昆虫体内感染的特异性 .....          | 383        |
| (二) 对组织培养体外感染的特异性 .....        | 384        |
| 六、昆虫病毒应用的安全问题 .....            | 385        |
| (一) 昆虫病毒对脊椎动物无病原性 .....        | 385        |
| (二) 昆虫病毒对人体安全的实验证据 .....       | 386        |
| (三) 安全使用问题上需要注意考虑的事项 .....     | 386        |

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| 七、害虫病毒防治的试验程序 .....                 | 387        |
| (一) 病毒的发现与鉴定 .....                  | 387        |
| (二) 安全试验与小规模的田间试验 .....             | 387        |
| (三) 大规模生产示范试验 .....                 | 388        |
| <b>第二十章 家蚕病毒性病害的防治 .....</b>        | <b>389</b> |
| 一、消灭病毒源,切断病毒感染途径 .....              | 389        |
| (一) 病毒的来源与传播的途径 .....               | 390        |
| (二) 蚕室、蚕具消毒 .....                   | 390        |
| (三) 卵面消毒 .....                      | 391        |
| (四) 蚕体蚕座消毒 .....                    | 391        |
| (五) 病蚕隔离淘汰 .....                    | 393        |
| (六) 清洁卫生制度 .....                    | 394        |
| (七) 麸沙处理 .....                      | 395        |
| (八) 防除桑树害虫 .....                    | 395        |
| 二、选育抗病品种,提高抗病性 .....                | 395        |
| (一) 抗 FV 品种选育 .....                 | 396        |
| (二) 抗 CPV 品种选育 .....                | 397        |
| (三) 诱发抵抗性选育 .....                   | 397        |
| 三、增强蚕儿体质,降低蚕体对病毒的感受性 .....          | 398        |
| (一) 合理催青保护 .....                    | 398        |
| (二) 加强饲养管理 .....                    | 399        |
| (三) 防止农药微量中毒 .....                  | 400        |
| (四) 杀灭有害细菌 .....                    | 400        |
| 四、抑制病毒增殖,降低感染发病率 .....              | 402        |
| (一) 5-氟尿嘧啶对 FV 感染发病的抑制效果 .....      | 402        |
| (二) 萘啶酮酸对 FV, NPV 感染发病的抑制效果 .....   | 403        |
| (三) 果糖噁嗪对 CPV 发病的抑制效果 .....         | 405        |
| (四) $\beta$ -丙内酯对 NPV 发病的抑制效果 ..... | 405        |
| (五) 利用干扰现象抑制蚕病的发生 .....             | 407        |
| (六) 利用高温抑制蚕病的发生 .....               | 409        |
| 五、预防为主,防治结合的综合措施 .....              | 409        |
| 参考文献 .....                          | 411        |
| 索引 .....                            | 450        |
| (一) 内容索引 .....                      | 450        |
| (二) 学名索引 .....                      | 461        |

图版 I-XXXVIII



# 第一章 导 论

## 一、病毒的发现

病毒不仅能引起人体许多严重疾病,而且也是家畜、农林作物以及有益昆虫(如蚕、蜂)一些疾病的病原体。人类在与病害作斗争中,发现与认识了病毒。

人类对病毒认识的历史,也包括对昆虫病毒认识的发展。据查考,欧洲关于植物病毒病的最早记录,是1576年 Charles Lécluse 关于郁金香花色斑驳的记述。1670年版的《郁金香专题论文》中,才第一次提出了花色斑驳可能是疾病引起的推测 (Smith, 1967)。而第一个关于昆虫病毒病的文献,要比上述记载早得多。我国十二世纪中叶的陈旉《农书》(1149年出版)中,即有关于家蚕“高节”、“脚肿”病的记载。黄省曾所著《蚕经》中描述这种病蚕“游走而不安箔”,最后“放白水而死”(徐光启,1639)。这就是我国养蚕农民俗称“脓病”的核型多角体病毒病。

八十年前,俄国植物学家伊凡诺夫斯基 (Dimitri Iwanowski, 1892) 用实验证明了烟草花叶病的病原体具有超滤特性并且不能体外培养。这是病毒存在的第一个科学证据。稍后,两个德国学者 Loeffler 和 Frosch (1898) 发现牛口蹄疫的病原物不仅有超滤特性,而且能够增殖,因为在继代传染中,即使每次都稀成很低浓度,仍能致病。此后,细菌病毒亦相继发现, Twort (1915) 首先观察到溶菌现象, d'Herelle (1917) 第一个把细菌病毒命名为噬菌体 (phage)。

近代关于昆虫病毒的研究,就是从家蚕脓病开始的。古代养蚕农民虽然还不明了脓病病原的性质,但在长期实践中早已发现通过病蚕流出的脓汁(或称“白水”),可以互相传染。沈公练(1862)在他所著的《广蚕桑说辑补》中是这样描写的:“大眠起后二、三日,有蚕身独短,其节高耸,不食叶而常在叶上往来,脚下有白水者,宜即去之,勿使他蚕沾染”。因为,“无病之蚕,一沾其足流之水,立时成白肚” (汪日楨, 1874)。可见,对浓汁具有强烈传染性这点,很早已有认识;但关于浓汁中的致病物就是病毒这一点,却是通过实践,认识,再实践,再认识的漫长过程才弄清楚的。最早是 Maestri (1856) 在光学显微镜下观察到脓病血液内有许多粒状体,当时只知道与脂肪组织有关系。其后, Bolle (1872) 首次把这种粒状体命名为多角体;并指出多角体就是脓病的病原物,但仍不明白其病毒的性质,误认是一种原生动物 (Bolle, 1894, 1908), 称之为多角体微孢子虫 (*Microsporidium polyhedrium*)。

德国 Von Prowazek (1907) 使脓汁通过数枚重叠的滤纸,除尽多角体,发现滤液仍有感染性。这本来是对弄清脓病与病毒关系很有启发性的实验结果,可是当时 Von Prowazek 是原虫说的支持者,因此认为滤液中的病原物是与多角体微孢子虫不同的另一种

1) 我国浙江农民,根据脓病蚕的外观肥胖,腹部呈乳白色的特征,称这种病蚕为“白肚”。