

农业病虫抗药性问答

李显春 王荫长 主编



中国农业出版社

农业病虫抗药性问答

李显春 王荫长 主编

中国农业出版社

农业病虫抗药性问答

李显春 王荫长 主编

* * *

责任编辑 王 凯

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路 2 号 100026)

新华书店北京发行所发行 三河永和印刷有限公司印刷

787mm×1092mm 32 开本 6.25 印张 140 千字

1997 年 4 月第 1 版 1997 年 4 月河北第 1 次印刷

印数 1—4 000 册 定价 10.00 元

ISBN 7-109-04678-8/S·2901

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书以问答形式对农业病虫抗药性进行了全面介绍,涉及抗性的起源、抗性分类、抗性遗传、抗性监测、抗性预报和抗性治理等诸方面内容。叙述深入浅出,内容丰富翔实,文字通俗易懂,可供从事农业行政管理,植保,农药生产、销售和人员及高等院校有关专业师生参考。

主 编	李显春	王荫长	
编写人员	周明国	李国清	王 沫
	于淦军	陈长琨	李显春
	王荫长		

前 言

前几年，当田间棉铃虫出现抗药性的时候，许多农民发现高效杀虫剂失灵了，因此，他们埋怨销售人员卖的是“假药”。现在他们又有了新的看法：不是因为药剂失灵，而是棉铃虫对一些长期连续使用的药剂产生了抗性。这种认识上的大转变不仅是观念的变化，更重要的是由于广大农民获得了有关病虫抗性的知识，这是我国众多的植保干部和科研工作者宣传的结果，但是要想认识抗性和治理抗性还有大量工作要做。在植保战线上和病虫打交道的科技人员，也迫切希望有更多更深入的了解：抗性倒底是怎么一回事？我们能战胜抗性吗？

有人预言：再过 30 年，世界人口会猛增到 85 亿，其中 95% 将生活在发展中国家，这必然会加重农产品的供求矛盾。努力提高单位面积产量，特别是从虫口争棉夺粮是一条很重要的策略，在下个世纪前期，很大程度上仍然需要依靠化学农药这一有效武器。无论是病菌还是害虫，它们在药剂的选择压力面前已经出现抗性的，其抗性水平还会不断提高；尚未出现抗性的也会产生抗性，这种前景不容乐观。

几年来的实践证明，首先认识抗性，再通过监测、治理，我们是能治理抗性的，全国各地在治理棉铃虫、小菜蛾、霜霉病菌和灰霉病菌抗性方面都取得了很大的成绩。当前，在农业部农业技术推广服务中心的组织和指导下，已经有了抗

性监测与治理的网络，这是实施抗性监控的有效保证。为了动员广大植保干部和农民来参与这场跨世纪的战斗，我们觉得为大家提供一些抗性方面的知识是很必要的。

由于我们的知识有限，本书的问世只能起个抛砖引玉的作用，希望读者对我们提供的知识和信息提出批评和改正意见。在抗性监测和治理过程中还会出现各种新问题，让我们一起来认识新事物，探索新问题，为迎接即将到来的 21 世纪，把农作物病虫抗性治理好，创造更多的粮食、棉花、水果和蔬菜，奉献给地球村中日益增多的村民。

编 者

1996 年 10 月

目 录

第一章 总 述

1. 何谓抗药性? 它与耐药性有何区别? 1
2. 世界上首例害虫抗药性是怎样发现和证实的? 2
3. 害虫的抗药性在世界各地是如何严重起来的? 3
4. 为什么说 1946 年以后害虫抗性进入了第二阶段? 4
5. 为什么说害虫抗药性的发展进程呈现越来越快的趋势? 5
6. 现今害虫的抗药性有什么特点? 6
7. 世界上害虫的抗药性现状如何? 7
8. 世界范围内已有哪些害虫对杀虫剂产生了严重抗药性? 8
9. 在卫生害虫抗性发展史上有过哪些突出事件? 9
10. 世界上抗性害虫的严重事例及其经济损失如何? 10
11. 抗药性对农药创制和农药工业的冲击如何? 12
12. 抗药性对环境和经济的冲击如何? 13
13. 害虫生物学习性、大发生与抗药性之间的内在关系如何? 14
14. 影响害虫抗药性发展的因子有哪些? 17
15. 为什么说抗药性是害虫对人类的挑战? 18
16. 人类能战胜病虫抗药性吗? 19

第二章 抗性分类

17. 何谓代谢抗性?	21
18. 何谓穿透抗性?	22
19. 何谓行为抗性?	23
20. 何谓靶标抗性?	24
21. 何谓多抗性?	25
22. 何谓多因子抗性和单因子抗性?	27
23. 何谓击倒抗性?	28
24. 何谓交互抗性?	29
25. 何谓负交互抗性?	31

第三章 害虫抗药性机制

26. 害虫抗药性机制有哪些?	32
27. 什么是多功能氧化酶? 其特性如何?	33
28. 表皮穿透性下降与害虫抗药性有什么关系?	36
29. 什么是羧酸酯酶? 其特性如何?	36
30. 什么是磷酸酯酶? 其特性如何?	37
31. 什么是 DDT-脱氯化氢酶? 其特性如何?	38
32. 什么是乙酰胆碱酯酶? 其特性如何?	38
33. 什么是谷胱甘肽-S-转移酶? 其特性如何?	40
34. 什么是击倒抗性和超击倒抗性?	41
35. 击倒抗性的机理是什么?	42
36. 昆虫对 DDT 的抗性机制是什么?	43
37. 昆虫对六六六的抗性机制是什么?	44
38. 昆虫对有机磷类杀虫剂的抗性机制是什么?	45
39. 昆虫对拟除虫菊酯的抗性机制是什么?	45

40. 昆虫对氨基甲酸酯类杀虫剂的抗性机制是什么?	47
---------------------------------	----

第四章 害虫的抗性遗传

41. 为什么说抗药性是害虫的一种进化现象?	49
42. 抗性的形成是前适应还是后适应?	50
43. 抗性遗传方式有哪几种?	50
44. 害虫抗性是如何受基因控制的?	51
45. 结构基因和调节基因如何调控害虫的抗药性?	52
46. 害虫抗药性的遗传研究怎样进行?	53
47. 怎样利用 R、S 品系测定抗性的遗传方式?	54
48. 何谓抗性的细胞质遗传和染色体遗传?	56
49. 何谓代谢抗性的基因复增学说?	57
50. 何谓标准敏感品系? 何谓抗性比?	57
51. 何谓操作因子? 它对抗药性的发展有何影响?	58
52. 什么是单因子遗传? 如何用 LD-p 线图形来进行 检验?	59
53. 什么是双因子遗传? 其 LD-p 线图形特征如何? ...	61
54. 何谓多因子遗传? LD-p 线有何特征?	62

第五章 害虫的抗性监测

55. 怎样进行害虫的抗性监测?	65
56. 怎样进行害虫抗药性的预报和药剂的抗性 风险评估?	66
57. 抗性如何分级?	67
58. 害虫抗药性监测技术的发展趋势如何?	68
59. 当前抗性生测技术在哪些方面有了重大改进?	69
60. 为什么要用诊断剂量监测抗性?	72

61. 如何利用抗性群体的遗传学来确定诊断剂量?	73
62. 如何利用平坡判断法来确定诊断剂量?	75
63. 利用生化技术监测抗药性有哪些发展?	77
64. 利用酯酶测定抗药性有哪些方法?	78
65. 利用胆碱酯酶测定抗药性有哪些方法?	80
66. 利用谷胱甘肽 S-转移酶和多功能氧化酶能检测出 害虫的抗药性吗?	81
67. 如何利用免疫学检测技术进行害虫抗性监测?	82
68. 害虫抗性监测中如何利用分子技术进行监测?	83
69. 酶切片段长度多型性 (RFLPs) 监测能用来监测 害虫抗性吗?	83
70. PCR 监测技术可用来检测害虫抗药性吗?	85
71. 为什么神经电生理监测技术在抗性研究中受到 重视?	85
72. 喷雾法有哪几种? 怎样进行?	87
73. 点滴法分哪几种? 怎样操作?	88
74. 注射法如何操作? 有何特点?	90
75. 药膜法有几种? 如何操作?	91
76. 浸渍法有哪几种? 怎样操作?	93
77. 怎样用玻片粘胶法测定螨类抗药性?	95
78. 怎样用饲喂法测定抗药性?	96
79. 何谓滤纸接触法和滤纸粉剂法?	96

第六章 农业害虫抗药性现状

80. 我国农业害虫抗药性发展及现状如何?	98
81. 二化螟和三化螟的抗性现状如何?	99
82. 棉铃虫抗药性的地理分布状况如何?	100

83. 棉铃虫抗性的历史与现状如何?	101
84. 我国治理棉铃虫抗性的对策是什么? 成效如何?	104
85. 澳大利亚成功治理棉铃虫抗性的策略和措施 是什么?	106
86. 棉红铃虫的抗性现状如何?	107
87. 棉蚜的抗性现状如何?	108
88. 稻飞虱的抗性现状如何?	110
89. 棉叶螨的抗性现状如何?	112
90. 山楂叶螨的抗性现状如何?	112
91. 柑桔全爪螨的抗性现状如何?	113
92. 菜青虫与白粉虱的抗状况如何?	113
93. 菜蚜的抗性现状如何?	114
94. 小菜蛾的抗性现状如何?	115

第七章 害虫抗药性的治理

95. 何谓抗药性治理? 与害虫综合治理有何异同?	117
96. 哪些措施可预防抗性的产生, 保持种群的 敏感性?	118
97. 哪些措施可提高对抗性害虫的防治效果?	120
98. 怎样评价顺序用药?	121
99. 对付抗性害虫如何轮换使用药剂?	123
100. 何谓镶嵌式用药?	124
101. 如何科学合理地混用农药?	125
102. 农药混用对抗药性发展有什么影响?	127
103. 为什么在治理抗性时, 要尽量利用农药以外的 防治措施?	129

104. 什么是抗性害虫的适度治理?	130
105. 什么是抗性害虫的饱和治理?	132
106. 什么是复合攻击治理? 包括哪些措施?	133
107. 什么是“高杀死”和“低杀死”, 它们对治理 抗性有什么作用?	134
108. 何谓增效剂? 对治理抗性有何作用?	135
109. 为什么说抗性监测是抗性治理的重要组成 部分?	137

第八章 植物病原物的抗药性

110. 何谓植物病原物的抗药性? 其现状如何?	138
111. 病菌产生抗药性的生化机制有哪些?	139
112. 病菌的抗药性状与遗传背景有何关系?	141
113. 监测杀菌剂抗性的目的是什么?	143
114. 用于抗药性监测的病原菌材料采集和分离的 原则是什么?	145
115. 在抗药性测定时, 如何配制和使用杀菌剂?	146
116. 怎样鉴别和分析病菌对杀菌剂的抗性?	146
117. 杀菌剂抗性监测主要有哪些方法?	147
118. 病菌抗药性有哪些类型?	149
119. 苯并咪唑类杀菌剂的抗菌机理与抗药性发生 有何关系?	150
120. 苯并咪唑类杀菌剂抗性现状及特点如何?	152
121. 病原真菌对苯并咪唑类杀菌剂产生抗药性的遗传 基础是什么?	154
122. 苯酰胺类杀菌剂抗药性发生状况如何?	155
123. 二甲酰亚胺类杀菌剂抗药性的发生与现状	

如何?	156
124. 甾醇生物合成抑制剂的抗菌机理和抗性发生 现状如何?	158
125. 吗啉类杀菌剂会产生抗药性吗?	160
126. 有机磷杀菌剂的抗药性发生状况如何?	162
127. 农用抗菌素的抗药性发生状况如何?	163
128. 小麦赤霉病和白粉病的抗药性如何?	166
129. 水稻主要病害的抗药性现状如何?	168
130. 保护地蔬菜病害抗药性现状如何?	171
131. 影响抗药病原群体形成的因素有哪些?	173
132. 杀菌剂抗性治理策略设计要点是什么?	176
133. 杀菌剂抗性治理的短期策略包括哪些内容?	177
134. 杀菌剂抗性治理的长期策略包括哪些内容?	179
135. 杀菌剂抗药性治理策略实施的要点是什么?	181
136. 杀菌剂抗性治理的现状与展望?	181

第一章 总 述

1. 何谓抗药性？它与耐药性有何区别？

当前，“抗药性”这个词不断出现在报刊杂志与新闻媒介中，大家开始知道，一种药剂使用时间长了，无论病菌或者害虫都会产生抗药性，但在农业生产中，病虫“抗药性”的意义与内涵并不是谈论抗药性的人都已经有了真正的理解。在农村，有时农民把病虫的防治效果不好，统统都指责为抗药性，另一些农民则因抗性而造成的防效下降，误认为买了伪劣商品。那么究竟什么是“抗药性”呢？科学的定义告诉我们，在用药剂防治害虫时，药剂会产生一种选择作用，根据优胜劣汰的原则，一部分个体对药剂敏感，抵抗不住药剂的毒杀作用而被杀死；而另一部分个体对药剂具有一定的忍受能力，是杀不死的。因此抗药性就是指害虫某些群体因药剂的单一、连续大量使用，形成了对该药剂常规剂量的忍受能力，而这个剂量对同种害虫正常种群的大多数仍然是有效的。用英国害虫抗药性专家 Sawicki 的话来说，抗药性是指害虫能够降低田间防效的一种反应，这是对毒物选择作出的一种遗传上的改变。它具有 5 个特点：①它是对群体而言的；②是针对某种特定的药剂而作出的反应；③是药剂选择的结果；④是能够在群体中遗传下去的；⑤是相对于敏感种群或正常种群而言的，抗性的大小是经药剂选择变化了的新种群与敏感种群的 LD_{50} 之比来确定的。例如棉蚜在经受氰戊菊酯防治

以后，敏感个体大量被消灭，抗药性群体比例增大，大量繁殖出来的后代都有了抗药性，原来有效的氰戊菊酯失去了药效。一个群体具有抗药性的能力以后，如果它们生存繁殖能力不减，抗药性就会长期维持下去。我们理解了抗药性的意义，就可以知道，害虫形成了抗药性群体等于形成了一个新的生物型，它们是无法从外形上来识别的，必须通过仔细的测定才能确认。

在生产中，“抗药性”易和“自然耐药性”相混淆。“自然耐药性”是由昆虫不同种的生理生化特点决定的，是一个种全部个体的共同特性，如蚜虫对 DDT 有很大的耐药性，稻飞虱对很多菊酯类药剂有较大的耐药性。昆虫在一定的生长发育阶段也会产生很大的耐药性，例如棉红铃虫对很多有机磷杀虫剂都很敏感，大田防治效果很好，但在越冬期间却是无效的，因为滞育幼虫具有很强的耐药性。这类耐药性是自然存在的，并不是药剂选择的结果。

2 世界上首例害虫抗药性是怎样发现和证实的？

20 世纪初期，世界各地防治农作物病虫的药剂主要依赖于无机化合物，硫磺是常用的一类。在美国，人们常用硫磺与石灰制成石硫合剂，这种药剂不但能防治多种害虫，并且由于它具有较强的碱性，对外表有厚蜡层的蚧类也有较好的防治效果，因此在果园中得到广泛的应用。华盛顿州立大学昆虫学教授 Melander A. L 曾花费了几年时间，利用石硫合剂称心如意地控制住了盾蚧对果树的为害。到了 1908 年，在华盛顿州克拉斯地区防治梨圆盾蚧 (*Aspidiotus perniciosus*) 却失败了。Melander 认为这些害虫对石硫合剂变得顽强起来，使人们难以对付它们，这是因为昆虫获得了一种抵抗药剂的

能力。这是人们对抗药性最早的认识，于是他做了一些试验，1914 年将结果发表在美国《经济昆虫学杂志》上。这是世界上首次报道害虫抗药性的论文，可惜那时很多人对他的看法将信将疑，当然也没有采取任何防范措施，结果在美国中西部大批果农因防治失败而惨遭损失。后来一个美国人 Quayle 又发现用氢氰酸熏蒸防治加利福尼亚红肾圆盾蚧 (*Aonidiella aurantii*) 和油橄榄黑盔蚧 (*Saissetia oleae*) 的效果下降了。那时人们普遍使用帐篷罩住树木，施用氢氰酸来杀灭多种介壳虫，开始效果很灵，后来失败了。为了解开防治失败的症结，又将介壳虫送到加利福尼亚桔园试验站去进行研究核实，结果还是无法消灭介壳虫，才进一步证实了害虫产生抗药性的事实。

3. 害虫的抗药性在世界各地是如何严重起来的？

自从 1908 年美国加利福尼亚圆盾蚧对石硫合剂产生抗药性以后，直到 1946 年 DDT 大量使用之前，在此期间人们使用的都是无机杀虫剂或少数植物性杀虫剂，害虫抗药性的发生发展比较缓慢。在 40 年中有记录的抗性害虫未超过 10 种，除梨圆盾蚧外，苹果蠹蛾 (*Laspeyresia pomonella*) 和桃条麦蛾 (*Anarsia lineatella*) 对砷酸铅，桔实蓟马 (*Scirtothrips citri*) 和菖蒲蓟马 (*Thrip simplex*) 对酒石酸镁钾，桔灰软蚧 (*Coccus pseudomagnoliarum*)、红肾圆盾蚧 (*Aonidiella aurantii*) 和油橄榄黑盔蚧 (*Saissetia oleae*) 对氢氰酸，另外有 3 种蝉蟊也出现了抗性，即微小牛蝉 (*Boophilus microplus*) 和褪色牛蝉 (*B. decoloratus*) 对砷酸钠，棉二斑叶蟊 (*Terranycinus urticae*) 对硒制剂。当时产生抗性的害虫种类平均每 10 年增加 2—3 种，其严重性是由于能供使用的杀虫剂种类很少，而