



全国高等农业院校教材  
全国高等农业院校教学指导委员会审定

# 植物化学保护

第三版

赵善欢 主编

ZHIWUHUAXUE

植物保护专业用



BAOHU

中国农业出版社

全国高等农业院校教材

# 植 物 化 学 保 护

第 三 版

赵善欢 主编

植 物 保 护 专 业 用

中 国 农 业 出 版 社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

植物化学保护/赵善欢主编. - 3 版. - 北京: 中国农业出版社, 2000.6

全国高等农业院校教材·植物保护专业用

ISBN 7-109-06291-0

I. 植… II. 赵… III. 植物保护-药剂防治-高等学校-教材 IV. S48

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 17309 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 张洪光

---

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1983 年 4 月第 1 版 2000 年 6 月第 3 版

2002 年 1 月第 3 版北京第 3 次印刷

---

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 21.25

字数: 483 千字 印数: 10 001~15 000 册

定价: 25.20 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

### 第三版编写人员

|       |          |        |
|-------|----------|--------|
| 主 编   | 赵善欢      | 华南农业大学 |
| 副 主 编 | 慕立义      | 山东农业大学 |
|       | 吴文君      | 西北农业大学 |
| 编写人员  | 赵善欢      | 华南农业大学 |
|       | 慕立义      | 山东农业大学 |
|       | 吴文君      | 西北农业大学 |
|       | 沈晋良      | 南京农业大学 |
|       | 樊德方      | 浙江农业大学 |
|       | 徐汉虹      | 华南农业大学 |
|       | 郑 仲      | 华南农业大学 |
|       | 张 兴      | 西北农业大学 |
|       | 罗万春      | 山东农业大学 |
|       | 胡美英      | 华南农业大学 |
|       | 王金信      | 山东农业大学 |
| 审 定 组 | 尚稚珍 (组长) |        |
|       | 张文吉      |        |
|       | 庄建国      |        |
|       | 林孔勋      |        |
|       | 黄彰欣      |        |

## 第三版前言

1990年,《植物化学保护》教材第二次修订出版后,其内容更加丰富,结构更为合理,体现了科学性、实用性和先进性。但时过10载,植物化学保护在理论与实践上取得了飞跃发展,而且随着教学改革不断深入,各校对本课程提出了新的要求,为此,在该教材第二版本的基础上进行了第三版修订。这次修订具有以下特点。

1. 对该教材修订的指导思想是将植物化学保护的理论和实践辩证地、有机地置于有害生物综合治理(IPM)、农田有害生物持续治理(Sustainable pest management SPM)及持续植保(Sustainable crop protection SCP)之中,使教材内容更鲜明地面向经济建设主战场,为农业生产优质、高产、高效益服务。所谓高效益,对化学保护而言,不仅要求它具有高的经济效益和社会效益,而且力争它与生态、环境具有较好的协调性,使化学保护措施在某些条件下具有不可取代性,藉以提高它在IPM、SPM和SCP中的地位。

2. 对该教材修订内容的基本要求,按该课程教学大纲和限定的教学时数,吐故纳新地将该课程的基本理论、基本知识和基本技术贯穿于整个教材之中;在体现教材内容的全面性、系统性的同时,在论述上更注重对学生具有启发性;保持该教材在同一学科或相邻学科具有广泛参考价值的同时,其篇幅和分量应更适合作为对植保专业本科生教学之用;根据社会主义市场经济的人才需要,对应用内容进行筛选,突出适用性强的部分,使之所学有所用。

3. 按上述指导思想和基本要求,对二版教材做了较为全面修订,首先体现了少而精原则。由第二版73万字,现精减到48万字。例如,由于现在已有全国统编配套教材《植物化学保护研究方法》(慕立义主编)和《植物化学保护实验指导》(黄彰欣主编),因而减去了农药生物测定一章;由于市面上已有大量、不同规格的国内外农药手册,而大幅度精减了该教材中对农药品种的介绍等等。根据本学科发展和毕业生工作去向,又增加了一些必要章节,如新增了天然生物源农药、植物生长调节剂及新农药开发三章,并加强了农药作用机制、农业有害生物抗药性(病原菌抗药性部分由南京农业大学周明国教授编写)、农药生态与田间毒理学等方面内容。尤其是对如何科学合理使用农药做了较为全面修订,以充分体现化学保护的有效性和独特性。通过修订,体现了理论新、知识面广、技术性强、重点突出。

在教材修订过程中,我的同仁做了大量富有创造性的工作。1993年3月,在西北农业大学会议上,修订组参照我提议的修订指导思想和修订内容进行了认真讨论,并提出了修改和补充意见,落实了章节内容和修订分工;1998年7月,在云南农业大学会议上,交流了初稿,并相互提出修改意见;嗣后,将各章修改稿分别寄给有专长的教授、专家进

行“对口”审修；1998年8月，全国高等农业院校教学指导委员会植保学科组在山东农业大学召开的会议上，修订组禀报了修订进展情况，植保学科组根据修订的成熟度同意列入1999年出版计划；1999年5月21~23日，华南农业大学邀请召开了国内知名同行教授审稿会，出席5人，主编、副主编等6人列席会议，完成了审定工作。

三版修订工作是在全国高等农业院校教学指导委员会植保学科组关心、指导和修订组努力、认真工作下完成的，在此我表示衷心的感谢。这也引起我对为这本教材建设做出贡献的我的好友们的怀念。早在1952年院校调整时，为了给植物保护专业规划课程和建立配套教材，由当时的北京农学院黄瑞伦先生、南京农学院的方中达先生和我分别执笔杀虫剂、杀菌剂和化保原理撰写，完成了国内外首本出版的《植物化学保护》教材。自始至终，植物化学保护成为植保专业五门专业骨干课之一；经张世安对我国和美国书籍名称检索，1980—1993年虽有类同书籍153本，但仍没有《植物化学保护》同名书籍或教材。现由我主编并体现具有中国特色和现代内容的《植物化学保护》一版、二版和即将面市的三版，这与黄瑞伦和方中达两位先生的首创性贡献是分不开的。

从二版至今，社会的进步和生产的发展都渴望迅速进行修订，农业部再次组织全国统编教材建设，并责成我校任《植物化学保护》主编单位。本教材的一版编写、二版修订，我校不仅邀请了校内外有专长的教授、专家为参编者，而且多次邀请了知名度很高的尤子平、韩熏莱、罗敬业、屠予钦、李周直教授以及黄尚容、吴恭谦、牟淑君、付凯廉、庄建国等专家和教授参加会议，指导制定编写大纲、评审文稿等工作，他们为本教材建设都做出了重要的贡献，在此，我也向他们表示衷心感谢。

时至这次第三版修订，使我感动的局面又出现了，原为本教材一版、二版的参编者李进、谭福杰、林孔勋、尚雅珍、黄彰欣、戴自谦、黄端平、潘道一等教授，他们主动推荐后起之秀来承担原由他们编写章节的修订工作，而他们自愿退居审稿把关工作，以使该教材的建设与发展后继有人。

全稿汇总后，在基本上尊重各编写修改者的原则下，我们特别邀请了华南农业大学黄彰欣教授、黄端平副教授对全书进行了文字上的润色和定稿。华南农业大学翁群芳、黄翠玲同志在绘制全书的化学结构式及文字打印编辑工作中付出了辛勤的劳动。

长青的《植物化学保护》，这是几代人劳动与智慧的结晶。在科教兴国的感召下，化保界有德、有志、有才的年轻人已经崛起，我坚信一定会有《植物化学保护》长青、硕果累累的明天。笑对未来，这边风光独好。

对三版的修订，我们虽做到了认真对待，而学科发展迅速，我们掌握的资料和业务水平有限，其漏编、错误之处会不少，敬请读者多多指正。

另外，本教材的编写得到了充满朝气的科技型企业，深圳瑞德丰农药有限公司的大力支持。谨此致谢！

赵善欢

1999年

## 第二版前言

《植物化学保护》第一版于1983年出版发行后,4年来,作为全国高等农业院校的教材或作为教学、科研、农业、工业、商业等战线从事与农药有关的同志的重要参考资料,以及为我国培养这方面的专门人才和农业现代化建设,发挥了积极的作用。

由于第一版脱稿于1980年,7年来,国内外在农药及植物化学保护领域发生了巨大的变化,如何及时反映这些进展,使本书更好地发挥作用,是高等农业院校师生和广大读者的迫切要求,也是原编写人员力求早日实现的愿望。

按照农牧渔业部教育司的部署与要求,第一版于1986年春开始修改。1987年4月,全体负责修改的人员在深圳对修改稿进行了细致、深入的讨论,此后,各自再进行认真的修改,全稿于1987年9月汇齐。各章编写及修改分工负责如下:

赵善欢(华南农业大学) 绪论、第一章植物化学保护的基本概念及第四章植物性农药。

慕立义(山东农业大学) 第二章农药剂型和使用方法。

谭福杰(南京农业大学) 第三章关于杀虫剂总论及拟除虫菊酯类杀虫剂部分。

黄彰欣(华南农业大学) 第三章关于有机磷酸酯类杀虫剂、氨基甲酸酯类杀虫剂、有机氮杀虫剂、特异性杀虫剂及油乳剂部分。

黄端平(华南农业大学) 第三章关于有机氯杀虫剂、熏蒸剂、杀螨剂部分及第五章杀鼠剂。

郑仲(华南农业大学) 第六章杀菌剂及杀线虫剂,第八章第二节病原菌的抗药性部分;林孔勋(华南农业大学)审阅。

李进(沈阳农业大学) 第七章除草剂。

戴自谦(新疆石河子农学院) 第八章第一节关于害虫的抗药性部分。

潘道一(湖南农学院) 第九章农药对周围生物群落的影响。

樊德方(浙江农业大学) 第十章农药的残留及残毒。

尚稚珍(南开大学元素有机化学研究所) 第十一章农药的生物测定。

全稿汇总后,在基本上尊重各编写修改者原稿的原则下,我们邀请了北京农学院庄建国副教授协助对全书进行了文字上的审阅和定稿。此外,华南农业大学黄端平副教授就修改工作的组织安排方面,做了大量细致的工作,何学洸同志等协助绘图及抄写工作,谨此致谢。

这次修改,全书普遍进行了加工整理,有的全章、全节重新编写。删去了过时的内容,增补了近年来国内外理论和实践方面比较先进的一些新材料,同时对增加的篇幅作了

## 第二版前言

一定的限制。这些增删大致有4个方面：

一、删去或精简了一些材料。主要表现在已经淘汰或很少使用的农药品种，或与其他课程重复的内容，例如试验结果的统计分析中的部分内容。

二、增加了近年来本学科领域的许多新的科研成果及生产上的经验。例如环境毒理学方面的一些新成果；新除草剂及农田化学除草方法；拟除虫菊酯类杀虫剂的毒理、抗性及其农用新品种；植物性杀虫剂；电子计算机在生物测定数据统计与分析中的应用；农药新剂型及新的使用方法；病原菌抗药性；以及我国近年使用的一些农药新品种及其使用方法等。

三、我国政府部门制定的有关农药规定，在教材中详加引用。例如农药安全使用标准；农药安全使用的规定等。

四、在第一版中反映不突出而又确实重要的问题，另立专题予以阐述。例如混合使用及增效剂、油乳剂等。

此外，其他方面也作了一定的修改，在此不再一一列举。负责修改的各位教授、副教授在教学、科研工作繁忙之际，做了大量的工作，力求尽最大努力和可能来搞好这项工作，但由于水平和时间所限，仍会有一些错误和遗漏，请广大读者批评指正。

赵喜欢

1987年10月

# 第一版前言

---

本教材是根据 1978 年农业部下达的任务，由高等农业院校担任这门课的教师集体编写的。1978 年 5 月在华南农学院开会讨论并拟定了大纲，分头编写。1979 年 6 月在庐山召开审稿会议，1980 年春在广州定稿。全书由华南农学院植保系植物化学保护教研组主编，具体分工如下：

赵善欢（华南农学院）编写绪论、第一章植物化学保护的基本概念、第四章矿物油及植物性农药、第八章害虫和病原菌对农药的抗性及其克服办法、第九章农药对周围生物群落的影响（第一、四两章尚稚珍参加编写，第八章戴自谦参加编写，第九章湖南农学院潘道一参加编写）

慕立义（山东农学院）编写第二章农药剂型和使用方法。华中农学院罗敬业参加审稿

谭福杰（南京农学院）编写第三章杀虫剂总论及各论拟除虫菊类杀虫剂部分

黄彰欣（华南农学院）编写第三章杀虫剂各论有机磷酸酯类杀虫剂、氨基甲酸酯类杀虫剂、有机氮杀虫剂及特异性杀虫剂部分

黄端平（华南农学院）编写第三章杀虫剂各论有机氯杀虫剂、熏蒸剂、杀螨剂部分及第五章杀鼠剂

林孔勋（华南农学院）编写第六章杀菌剂及杀线虫剂总论部分

郑仲（华南农学院）编写第六章杀菌剂及杀线虫剂各论部分。北京农业大学韩熹莱参加第六章审稿

李进（沈阳农学院）编写第七章除草剂。华南农学院黄尚容参加审稿

樊德方（浙江农业大学）编写第十章农药的残留毒性。韩熹莱参加审稿

尚稚珍（南开大学元素有机化学研究所）编写第十一章农药的生物测定。安徽农学院吴恭谦参加审稿

全书最后由韩熹莱、李进、林孔勋、尚稚珍及潘道一五位同志详细审阅并定稿。在编写过程中邝锡玘工程师、许木成、何学洸等老师及绘图员黄健志同志协助抄写、绘图及后勤工作，谨此致谢。

由于编者水平所限，内容不免有错误、遗漏的地方，欢迎读者批评指正。如有宝贵意见，请寄广州华南农学院植保系植物化学保护教研组。

赵善欢

1980 年 9 月 1 日

# 目 录

---

第三版前言

第二版前言

第一版前言

绪 论..... 1

第一章 植物化学保护基本概念..... 5

第一节 农药的定义及分类..... 5

第二节 农药的毒力与药效..... 7

第三节 农药对农作物的影响..... 9

第四节 农药的毒性 ..... 10

第五节 农药科学使用基本原则 ..... 11

第二章 农药剂型和使用方法 ..... 15

第一节 农药分散度与药剂性能关系 ..... 15

第二节 农药助剂 ..... 18

第三节 主要农药剂型 ..... 26

第四节 农药的施用方法 ..... 36

第五节 飞机化学防治 ..... 45

第三章 杀虫剂 ..... 48

第一节 杀虫剂的穿透与在昆虫体内的分布 ..... 49

第二节 杀虫剂对昆虫的作用机制理论基础 ..... 52

第三节 有机磷杀虫剂 ..... 56

第四节 氨基甲酸酯类杀虫剂 ..... 74

第五节 拟除虫菊酯类杀虫剂 ..... 83

第六节 其他类型杀虫剂 ..... 90

第七节 杀螨剂 ..... 96

第八节 熏蒸杀虫剂..... 102

第九节 昆虫生长调节剂..... 106

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 第十节 杀虫剂的科学使用·····              | 112 |
| 第四章 杀菌剂（附杀线虫剂）·····            | 117 |
| 第一节 植物病害化学防治策略和植物病害化学防治原理····· | 118 |
| 第二节 杀菌剂的作用方式和作用机理·····         | 119 |
| 第三节 杀菌剂的应用·····                | 124 |
| 第四节 杀菌剂的种类·····                | 127 |
| 第五节 杀线虫剂·····                  | 155 |
| 第五章 除草剂·····                   | 161 |
| 第一节 除草剂选择性原理·····              | 162 |
| 第二节 除草剂的吸收、输导与作用机制·····        | 168 |
| 第三节 影响除草剂药效与引起药害的环境因素·····     | 176 |
| 第四节 除草剂的使用方法·····              | 178 |
| 第五节 除草剂常用类型及其品种·····           | 180 |
| 第六章 杀鼠剂·····                   | 213 |
| 第一节 杀鼠剂的分类·····                | 213 |
| 第二节 杀鼠剂的使用·····                | 214 |
| 第三节 常用的重要杀鼠剂·····              | 215 |
| 第七章 植物生长调节剂·····               | 225 |
| 第一节 植物生长调节剂的概念和分类·····         | 225 |
| 第二节 植物生长调节剂的主要作用·····          | 226 |
| 第三节 植物生长调节剂的使用·····            | 228 |
| 第四节 植物生长调节剂常用品种·····           | 231 |
| 第八章 农业有害生物抗药性及综合治理·····        | 238 |
| 第一节 害虫的抗药性·····                | 238 |
| 第二节 植物病原物抗药性·····              | 253 |
| 第三节 杂草对除草剂抗性的现状·····           | 263 |
| 第九章 农药环境毒理·····                | 269 |
| 第一节 绪论·····                    | 269 |
| 第二节 农药的环境行为与残留毒性·····          | 271 |
| 第三节 农药对害虫群落的影响及对非靶标生物的毒性·····  | 279 |
| 第四节 农药的安全性评价·····              | 295 |
| 第五节 农药残留毒性的控制·····             | 297 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| <b>第十章 生物源天然产物农药</b> .....    | 301 |
| 第一节 生物源天然产物农药的特点及其研究开发途径..... | 301 |
| 第二节 生物源天然产物农药.....            | 303 |
| <b>第十一章 新农药的研究与开发</b> .....   | 313 |
| 第一节 化学合成与工艺研究.....            | 313 |
| 第二节 生物筛选与作用机理.....            | 317 |
| 第三节 农药安全评价.....               | 320 |
| 第四节 农药管理和农药登记.....            | 321 |

## 绪 论

---

当今世界面临四大难题,即人口问题、粮食问题、能源问题和环境问题。人口的增长需要更多的粮食,而要大量增加粮食,需要有许多农业措施的配合,其中比较现实的措施之一就是尽可能减少由于病、虫、草、鼠等有害生物造成的占总产量 30% 以上的损失,这个措施就是实行植物保护,防治这些有害生物。

植物化学保护,即化学防治,是应用化学农药来防治害虫、害螨、线虫、病原菌、杂草及鼠类等有害生物,保护农、林业生产的一门科学。

在与农作物病虫害作斗争的过程中,我国劳动人民创造和积累了极其丰富的经验。据记载,早在 1800 年前就已经应用矿物性和植物性杀虫剂来防治害虫。明朝万历 24 年(公元 1596 年)李时珍所编写的《本草纲目》记述了 1892 种药品,其中有些就是用来防治害虫的,如矿物性砒石、雄黄、雌黄、石灰,植物性的百部、藜芦、狼毒、苦参等。我国农民很早就应用鱼藤来杀虫,早在 200 年前就已使用烟草防治水稻害虫。植物杀虫剂烟草、除虫菊、鱼藤、鸡血藤、雷公藤、苦楝、川楝、苦皮藤、黄杜鹃、百部等在我国的应用已有很久的历史,现在一些地区仍有使用。但新中国建立之前,有机农药未能生产,农药的供应主要依赖进口。

新中国成立以后,中国的农药工业从无到有获得了迅速发展。据 1996 年统计,全国有农药厂 1 000 多家,其中原药生产厂约有 400 家,生产农药品种 181 个,生产原药 28 万 t 左右,可加工制剂 70 多万 t。从 1990 年开始,我国农药生产量已居世界第二位,仅次于美国。全国每年使用农药防治病、虫、草、鼠害 2 亿  $\text{hm}^2$  (次),挽回粮食损失 250 多亿 kg。

从整个农业病、虫、草、鼠害防治来说,中国早在 1975 年就提出的“预防为主,综合防治”的植物保护方针,这和 70 年代初期国外提出的“害虫综合治理”(IPM)的含义是相同的。对综合防治的正确理解应该是从生态学的观点出发,全面考虑生态平衡、经济利益及防治效果,综合利用和协调农业防治、物理和机械防治、生物防治及化学防治等有效的防治措施。由于化学防治具有对有害生物高效、速效、操作方便、适应性广及经济效益显著等特点,因此在综合防治体系中占有重要地位。国内外几十年的经验证明,农药的使用对解决全世界的粮食问题起了重要的积极作用。在目前以及可以预料的今后很长一个历史时期,化学防治仍然是综合防治中的主要措施,是不可能被其他防治措施完全替代的。当然,事物总是一分为二的,如果不合理使用农药,化学防治也会导致人畜中毒,有害生物产生抗药性、污染环境以及破坏生态平衡等不良后果。因此,根据高效、安全、经济、简便的原则,探索科学地使用农药的理论以及新方法、新途径,以便最大限度地发挥

农药的作用,将农药的负面影响减小到最低限度,这是现代植物化学保护研究的重要课题。

近 20 年来,农药科学及病、虫、草、鼠等有害生物的化学防治事业蓬勃发展,特别是在开发对有害生物高效,对环境及非靶标生物安全的新型农药品种方面取得了突破性进展。

杀虫剂的研究开发近年来取得较大进展。有机磷杀虫剂近年来的主要进展一是为了对付害虫抗药性问题,更加注重以磷原子为中心的不对称有机磷杀虫剂的开发。特别是近年来丙硫基不对称型硫赶磷酸酯杀虫剂的成功开发,可以说是有机磷杀虫剂发展史上的重大事件。这类化合物不但对敏感品系害虫有优异防效,而且对抗性品系害虫亦表现良好防效,还明显降低了对高等动物的毒性。典型的品种有丙硫磷和丙溴磷。二是引入杂环。由于杂环往往具有很高的生物活性,因此近年来将杂环引入磷酸酯,开发了不少新品种,显示出优异的杀虫活性。如已商品化的毒死蜱、嘧啶氧磷、哒嗪硫磷、三唑磷等等。

氨基甲酸酯类杀虫剂近年来的主要进展是低毒化品种的研究与开发取得了重大突破。在 N-甲基氨基甲酸酯或 N-甲基氨基甲酸酯类的高效高毒母体化合物的 N 原子上引入含硫基团或其他取代基,结果既保留了母体化合物对害虫高效的特点,又大大降低了对哺乳动物的毒性,这类品种有丁硫克百威、硫双灭多威、丙硫克百威、棉铃威等。

拟除虫菊酯类杀虫剂围绕防治害虫的实际需要,近 20 年来不断取得新的进展。一是开发出具有杀螨活性的甲氰菊酯、三氟氯氰菊酯和联苯菊酯,而杀螨菊酯、halfenprox 更是以杀螨为主;二是开发出对鱼低毒可在稻田使用的醚菊酯及肪醚菊酯;三是 1983 年开发的氟胺氰菊酯,是第一个对蜜蜂安全的品种,而 1987 年开发的七氟菊酯是第一个适用于土壤中地下害虫防治的品种。此外,这类杀虫剂的另一重要进展是开发成功以硅原子取代碳原子的含硅拟除虫菊酯。

昆虫几丁质合成抑制剂除继续开发出一批新品种如定虫隆、氟虫隆、伏虫隆、噻嗪酮等外,近年来主要围绕其触杀能力低,不具备内吸或内渗活性等不足加以研究,目前已取得重要进展,触杀型、内吸型的昆虫几丁质抑制剂不久将商品化。

杂环类杀虫剂近 10 年来研究发展中最突出的成绩就是许多杂环化合物被开发成超高效农药。如含吡啶基团的吡虫啉、乙虫腈、噻啉烷;三唑类的啉啉威;吡啶类的锐劲特、RH3421 等等。杂环类杀虫剂的特点是,结构新颖,作用机制新颖,不易和现有杀虫剂产生交互抗性;对害虫高效,对哺乳动物毒性低,对害虫天敌安全,有利于害虫的综合治理。

此外,天然产物源杀虫剂的研究与开发亦取得很大进展,近年来商品化的如昆虫保幼激素类似物双氧威;昆虫蜕皮激素类似物抑食肼、咪螨及抗生素阿维菌素等。

杀菌剂研究开发的进展主要表现在两个方面,一方面是对已经商品化的杀菌剂进行类同合成,特别是在分子中引入杂环和含氟基团,筛选更加优异的杀菌剂。例如,苯基酰胺类杀菌剂,除甲霜灵、噁霜灵外,近年又开发出邻酰胺的类似物氟酰胺,后者在苯环上引入三氟甲基,成为防治水稻纹枯病的特效杀菌剂,对小麦锈病也有理想的防治效果;又如甾醇合成抑制剂,近年来开发的咪唑霉(咪鲜安)、三氟霉唑、丁苯吗啉、噻氮灵等都是优秀的高效内吸杀菌剂。

另一方面是近年来又发现一批新的先导化合物, 开发出数十个新的杀菌剂品种, 有些已经商品化, 有些正在进行商品化开发。如以微生物代谢产物 strobilurin 为先导化合物, 开发的甲氧丙烯酸类杀菌剂 ICI A5504, 对小麦赤霉病、叶枯病、颖枯病等有卓越的防治效果, BAS 490F 对苹果黑星病、白粉病也有理想的防治效果; 90 年代开发的嘧啶胺类杀菌剂咪菌胺、Pyrimethanil, 其作用机理是影响病原菌的致病过程, 对白粉病菌、黑星病菌、网斑病菌等高效, 且与现有的杀菌剂品种无交互抗性; 以氨基甲酸酯类除草剂为先导化合物开发的广谱内吸杀菌剂抑霉威, 对灰霉病特效, 既有保护作用又有治疗作用, 而且和苯并咪唑类杀菌剂有负交互抗性, 是第一个能在生产实践中应用的具有负交互抗性的杀菌剂品种。

除草剂研究开发的进展最为迅速。由于对除草剂作用机制研究的不断深入, 发现了几种新的作用靶标, 同时由于杂环和含氟基团的引入, 近 10 年来, 开发出一大批新型高效、超高效品种。作用机制为抑制乙酰乳酸合成酶 (ALS), 阻碍支链氨基酸合成的磺酰脲类除草剂, 目前商品化的品种有 30 多个, 在我国试验或登记的近 20 个品种。除磺酰脲类外, 近年还开发了三类抑制 ALS 的除草剂: 咪唑啉酮类, 代表品种有灭草烟、咪草烟等, 特点是广谱、高效; 磺酰胺类, 代表品种有阔叶清、metosulam、sulfentrazone 等, 保持了磺酰脲类除草剂的高活性和选择性, 而且芽前芽后处理均有效; 嘧啶水杨酸类, 代表品种有棉草净、bispyribac-sodium、bispyribac-methyl 等, 特点是对大多数阔叶杂草表现很高的活性, 在土壤中残留时间短, 对后茬作物安全。

还有一类除草剂, 环状亚胺类, 其作用机理是抑制原卟啉原氧化酶活性, 造成膜脂过氧化, 细胞膜被破坏。除早期开发的恶草灵外, 近年来住友公司又开发出两个超高效品种: 利收和速收, 主要用于大豆地防除阔叶杂草。

有机磷除草剂近年来发展很快。除早期的草甘膦外, 近年来从微生物代谢产物中开发出草铵膦及其模拟合成物双丙氨膦, 比草甘膦杀草活性高, 单位面积用量减少一半。这两种除草剂作用机制比较新颖, 主要是通过抑制植物体内谷氨酰合成酶活性, 造成氨积累, 导致杂草死亡。

化学防治的发展还表现在农药加工剂型及施药技术方面。研究农药合理使用的原则和方法, 将有利于化学防治和生物防治的协调, 对有害生物综合治理的发展具有深远意义。近年来国内外农药制剂发展的特点有以下两个方面: 第一是向有利于环境保护方向发展。由于乳油中的有机溶剂 (主要是芳烃类甲苯、二甲苯等) 对环境的污染, 在一些国家芳烃溶剂有被禁止使用的趋势, 特别是在蔬菜、果树上应用芳烃溶剂配制的乳油, 遭到强烈抵制。因此, 近年来以水为基质的农药剂型如水乳剂、微乳剂、悬浮乳剂相继开发成功, 早期开发的悬浮剂亦有较大发展。水分散粒剂使用时无粉尘, 计量和使用方便, 近年来迅速发展, 并呈逐年增长的趋势。第二是向省力化方向发展。日本长期以来把不下水田施药作为剂型研究的重要目标, 近年来取得突破性进展。一种是水溶性包装的粒剂, 以氯化钾为载体, 以聚丙烯酸钠和黄原胶为交联剂制得乙氰菊酯粒剂, 用水溶性薄膜袋包装, 每袋 150g, 用于防治水稻田的稻象虫、负泥虫等。另一种是泡腾片剂, 每片重 50g, 在水中会发泡, 自动分散。施用上述两类制剂时, 施药人员无需下水田, 站在田埂上向稻田抛出若干袋 (片), 几个小时后, 由于扩散剂的作用, 有效成分被释放并均匀地自动分散, 达到

防治稻田病虫害的目的。省力，省工，且不受天气影响。

在应用技术方面，静电喷雾技术及各种对靶标喷洒技术（如循环喷雾法、涂抹法、化学灌溉法等）的开发，大大提高了农药在靶体上的沉积率，大幅度降低农药用量，减少了对环境的影响。

综上所述，随着社会的进步和科学技术的飞速发展，植物化学保护也在不断发展和完善。无论是农药品种（化合物的基本属性）还是剂型及施药技术，总的发展趋势是对靶标生物高效，对环境及非靶标生物安全。

植物化学保护这门课程的教学目的主要是使学生通过学习理论和实践，掌握主要农药的理化性质、剂型加工、作用机理及合理使用的基本知识和相关的技能，以便在生产上能够正确合理地使用化学防治方法，因地制宜，高效、安全、经济地防治农作物有害生物，并能根据农业生产的需要，独立进行科学试验，为我国经济建设服务。

(赵善欢修订)

### 主要参考文献

- [1] 赵善欢. 2000年杀虫剂及害虫化学防治的展望. 农药. 1985 (4): 1~7
- [2] 赵善欢. 昆虫毒理学. 北京: 农业出版社, 1993
- [3] 陈万义, 薛振祥, 王能武. 新农药研究与开发. 北京: 化学工业出版社, 1995
- [4] 韩薰莱. 中国农业百科全书·农药卷. 北京: 农业出版社, 1993
- [5] 冷欣夫, 唐振华, 王荫长. 杀虫剂分子毒理学及昆虫抗药性. 北京: 中国农业出版社, 1996
- [6] 苏少泉. 除草剂概论. 北京: 科学出版社, 1991
- [7] 山本出, 深见顺一 (尚尔才译). 农药设计与开发指南: 农药的生物活性和作用机制及今后的农药. 北京: 化学工业出版社, 1990
- [8] 屠予钦. 农药和化学防治的“三E”问题——效力、效率和环境. 农药译丛. 1998 20 (3): 1~5
- [9] 屠予钦. 农药使用技术原理. 上海: 上海科学技术出版社, 1986
- [10] 张宗炳. 杀虫药剂的分子毒理学. 北京: 农业出版社, 1987
- [11] Hassall, K. Biochemistry and uses of pesticides. MACMILIA PRESS LTD., Houndmills and London. 1990
- [12] Matthews, G.A. Pesticide application method. Longman, London and New York. 1992
- [13] Ware, G.W. Pesticides: Theory and application. W.H. Freeman, San Francisco. 1983
- [14] Worthing, C.R. The pesticide manual. The British Crop Protection Council, London. 1991

# 第一章 植物化学保护基本概念

---

植物化学保护的物质基础是各类农药及施药器械,其主要宗旨是尽量发挥农药的潜能、确保农作物丰产丰收。这就必须在全面掌握理论知识的基础上,做到科学、正确、合理地使用农药。本章主要介绍植物化学保护的基本知识和概念,包括农药的定义和分类,农药对有机生物的致毒效应及其对保护对象、人、畜的影响,并简述农药的科学使用原则,以便对农药有初步了解,对化学保护所涉及到的学科范畴有一定的认识。

## 第一节 农药的定义及分类

农药系指用于预防、消灭或者控制危害农业、林业的病、虫、草和其他有害生物以及有目的地调节植物、昆虫生长的化学合成或者来源于生物、其他天然物质的一种物质或者几种物质的混合物及其制剂。

农药的含义和范围,古代和近代有所不同,不同国家也有所差异。古代主要是指天然的植物性、动物性、矿物性物质,近代主要指人工合成的化工产品。美国最早称这些物质为“经济毒剂”(economic poisons),将农药与化学肥料一起合称为“农业化学品”(agricultural chemicals),欧洲多称为“农业化学品”(agrochemicals),德国又称之为“植物保护剂”(pflanzenSchutzmittel),法国曾称为“植物药剂”(phytopharmacie)和“植物消毒剂”(phytosanitaire),日本称为“农药”,且其范围很广,甚至把天敌生物商品也包括在内,称为“天敌农药”。目前,中国与国际上的现代农药词意基本上是一致的,但不包括天敌昆虫等活体生物,而包括微生物及生物体中有效成分的提取物如鱼藤精、硫酸烟碱等,及人工模拟合成物,如昆虫保幼激素、性诱激素等。

在人们对环境质量要求不断提高的今天,对农药的要求越来越严格,同时也促进了农药的快速发展。认为此领域应吸取近代生物化学和分子生物学等学科的最新成就,用有机化合物影响、控制和调节各种有害生物的生长、发育和繁殖过程。在保障人类健康和合理生态平衡前提下,使有益生物得到有效的保护,有害生物得到较好的控制,以促进现代农业向可持续农业方向发展。在这个过程中所使用的具有特殊生物活性的有机物质可以统称为农药。

根据上述定义可知,大多数常用的农用化学物品均可归入农药行列,其种类繁多。为了便于认识、研究和使用的农药,根据农药的用途、成分、防治对象或作用方式、机理等进行分类。