

有机农业知识系列丛书

有机农业

果树病虫害 防治新技术



北京果树产业协会主编
科学技术文献出版社

有机农业果树病虫害 防治新技术

北京市果树产业协会 主编
韩南容 编著

科学技术文献出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

有机农业果树病虫害防治新技术/北京市果树产业协会主编. —北京: 科学技术文献出版社, 2008. 12

(有机农业知识系列丛书)

ISBN 978 - 7 - 5023 - 5921 - 8

I. 有... II. 北... III. 果树—病虫害防治方法—无污染技术 IV. S436.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 011018 号

- 出 版 者** 科学技术文献出版社
地 址 北京市海淀区西郊板井农林科学院农科大厦 A 座 8 层/100089
图书编务部电话 (010) 51501739
图书发行部电话 (010) 5151720, (010) 68514035 (传真)
邮 购 部 电 话 (010) 51501729
网 址 [http: //www. stdph. com](http://www.stdph.com)
E - mail: stdph@ istic. ac. cn
策 划 编 辑 科文
责 任 编 辑 张瑞
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 北京通州京华印刷制版厂
版 (印) 次 2008 年 12 月第 1 版第 1 次印刷
开 本 700 × 1000 16 开
字 数 249 千字
彩 插 8
印 张 17.5
印 数 1 ~ 5000 册
定 价 30.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换。

《有机农业知识系列丛书》

编 委 会

主 任 高 麓

副主任 傅占芳 陈燕华 方建辉

编 委 姚允聪 张 瑞 张明德

魏钦平 李松涛 岳 红

成钰厚 覃晓春 陈 超

毕宁宁

编 著 韩南容

翻 译 李地华

《有机农业知识系列丛书》前言

20世纪70年代后，以发达国家为主的有机农业蓬勃发展起来。据生态和农业基金会统计，目前有机农业遍布世界100多个国家。2002年，全世界实行有机农业管理的面积达2300万 hm^2 ，实施有机农业的农场数量为398804个。根据联合国国际贸易中心的估计，欧洲、美国和日本三大有机农产品市场贸易额1997年为100亿美元，到2003年已发展到250亿美元，预计到2005年将达到300亿美元；近期主要市场有机食品年增长率约为25%~30%，2008年全球有机食品贸易额将达到800亿美元。

根据美国农业部的定义，“有机农业是一种完全不用或基本上不用人工合成的化肥、农药、生长调节剂和牲畜添加剂的生产制度。有机农业在可行的范围内尽量依靠作物轮作、秸秆还田、牲畜粪肥、种植豆科作物和绿肥、场外有机废料、含有矿物养分的矿石等来维持养分平衡，利用生物、物理措施防治病虫害。”由此，我们演绎出以下观点：第一，有机农业是生态建设的问题。其倡导生物多样性，用天敌来克制害虫的危害，但又允许害虫的存在，禁止常规农业的农药灭虫法，要建设果园的昆虫及生态系统的平衡，发挥农业生态系统内的自然调节机制。第二，有机农业是环境保护的问题。由于不使用农药、化肥、除草剂等，从而避免了它们对水源、土壤、空气等造成的严重污染，有利于保护环境。第三，有机农业是农业可持续发展的问题。其要求把所有源于土壤而人类、动物不能直接利用的动植物源物质以及人类、牲畜的粪便等，经过发酵制成有机肥后，再还原到土壤中去，从而增加或保持了土壤的生产力和可耕性，决不是掠夺式利用，而是以“造福当代，延及子孙”为宗旨。第四，有机农业是人类健康和高质量生活的问题。有机农业的生产方式决定了有机产品的安全性，并且由于施用大量有机肥来提高土壤肥力，自然生产出的有机食品营养丰富、口感好，对人体健康有益，人们也可远离高毒性农药残留等危害人体健康的食品，这在很大程度上提高了人类的生活质量。

北京作为祖国的首都和国际化大都市，有机农业，尤其是有机果品的生产应在北京都市型现代农业建设中占有重要的位置。多年来，北京的生态环境建设虽然取得了一定成绩，但其自然生态环境与推动环境保全型农

业的欧洲、美国和日本等国仍然有很大差距，尤其是农业污染对水源质量的威胁日益加剧，甚至危及北京市民的饮用水源。另一方面，北京又是一个严重缺水的城市，因此，保护和改善北京的生态环境已是一项刻不容缓的任务。由于实施有机农业可避免因化肥和农药的淋溶和渗透对土壤水源的污染，从而可有效地保护饮用水源。目前国际市场上有机食品的价格一般比常规的高 20% ~ 50%，但有机食品作为更加安全、营养和环保的食品，正被越来越多的消费者所了解和接受。在北京，有机食品的市场需求潜力会更大。同时，对于从事有机农业生产的京郊农民来说，由于较低的资金投入和较高的产品价格，生产有机产品可增加收入。

北京市园林绿化局在市财政局等有关部门的大力支持下，从 2003 年开始探索和推广有机果品栽培技术。为此聘请了韩国拥有 30 多年有机果品生产经验的国际有机农产品运动联盟理事韩南容先生做技术顾问，并联合中国农业大学、中国科学院植物研究所、北京农学院的十几名果树专家组成专家组，研究指导北京地区有机果品的生产。为了加大力度推广果树有机栽培，帮助果农解决有机栽培技术上的难题，我们组织编写了这套有机农业知识系列丛书，主要包括《二十一世纪的有机农业》、《葡萄有机栽培新技术》、《苹果有机栽培新技术》、《梨有机栽培新技术》、《桃有机栽培新技术》、《柿有机栽培新技术》，以及《有机农业果树病虫害防治新技术》、《有机农业基础知道 200 问》等。同时，我们还翻译了美国有机农业创始人 J. I. Rodale 编著的有机农业启蒙读物《生命之源——堆肥农业与园艺》。美国加利福尼亚大学农业生态与可持续食品体系中心的专家 Sean. L. Swezey 等编写的《有机苹果生产指南》。该系列图书适合于广大科研工作者、有志于从事有机栽培工作的技术人员、果农、大专院校农学专业学生以及广大市民等阅读。殷切希望这套系列丛书能够对北京乃至全国的有机果品和有机农业生产的发展起到推动作用。

在丛书编写过程中，中国工程院院士束怀瑞先生给予了热情支持，并亲自为《二十一世纪的有机农业》作序，在此，我们深表感谢。

北京市果树产业协会
二〇〇八年十二月

目 录

第一章 病虫害的定义	1
第一节 病害的定义	1
第二节 害虫的定义	1
第二章 防治病虫害农药的开发历史	3
第一节 病虫害防治历史	3
第二节 农药发展史	6
第三节 农药与环境污染及生态界的破坏	12
第三章 病虫害的发生原因	20
第一节 气候变化和病虫害	20
第二节 土壤和病虫害	27
第三节 栽培管理和病虫害	37
第四节 农作物的营养及病虫害	51
第四章 病虫害预防管理	67
第一节 土壤的肥沃度管理	67
第二节 营养管理	69
第三节 土壤水管理	72
第四节 阳光管理	74
第五节 雨水管理	78
第六节 天敌增殖管理	79
第七节 混植香料植物	86
第八节 轮作管理	89
第九节 绿肥作物栽培管理	99

第十节 栽培管理	100
第五章 有机农业病虫害防治专用农药	102
第一节 生物农药	118
第二节 天 敌	136
第三节 性信息素	168
第四节 诱引害虫及避忌剂	173
第五节 农药和环境	175
第六节 对农药的抵抗性	184
第六章 果树主要病害的防治管理	186
第一节 鞭毛菌类导致的植物病	187
第二节 囊菌类植物病	188
第三节 詹子菌类植物病	200
第四节 不完全菌类植物病	204
第五节 细菌类植物病	212
第六节 病毒引起的植物病害	216
第七章 果树主要虫害的防治管理	219
第八章 农药的正确使用方法	252
第一节 在选择农药时的注意事项	252
第二节 增强农药效果的方法	253
第三节 农药的药害	261
第四节 最为安全的农药	266
六十年代曾用过的几种非化学合成农药	267

第一章 病虫害的定义

第一节 病害的定义

植物的病害会妨碍植物的正常生育，及正常的生理作用，还会降低其经济价值。病症指的是对病源的反应。但病症不是病的全部，病源不是病。

寄主和病源及寄主和不适当的环境因素之间产生的相互反应过程就是病。Horsall, Dimond <1959> 认为病源就是一种刺激，植物病是连续的刺激影响植物功能的过程。

某一种植物受到病源菌的侵害后病菌就会阻碍植物细胞正常的代谢作用，还会阻碍其生活功能。病源菌会带来物质的移动、积累、消耗、呼吸的上升等生理变化，引起叶绿素、细胞核、细胞质等的异常现象。伴随变质、变色等现象，发病或植物被枯死的过程就是病。

植物的器官或一部分组织急速被破损时就会造成“害”。根据原因的不同可分为风害、水害、冷害、虫害等。病害不是病和害的总称，病害如同于虫害，指的是病对植物引起的损害。

第二节 害虫的定义

现存在地球上的生物约有 170 万种，以人类的关系为准，大体分为有益生物（例：作物、家畜、天敌类）和危害经济、卫生或情绪等其他有害生物（例：病原生物、害虫、其它）。

害虫指的是给人类带来经济损失；让人情绪不安；给生活带来不便的小动物。决定动物的好坏是以人与动物之间的关系为基础。害虫会加害人

类为了解决衣食住所栽培的农作物或家畜、林木等生产物。以生物学方面来看时小动物如同人类都有要求条件，处于竞争关系。有很多从外地侵入的新害虫，但原产地就有此害虫的天敌。这些新害虫的侵入是由发达的交通手段和物流量的增加所造成的。

栽培果树的过程中蚜虫类发生量的增加和其它各种害虫的发生量出现变化都是与栽培方法和配比管理方法有密切的关系。

通过人类文化的发展过程害虫的问题出现变化，其内容和人类文化活动有关。如果我们充分掌握害虫类的科学知识，就能事先预防害虫，也可以用合理的生态环境方法解决害虫。

第二章 防治病虫害农药的开发历史

圣经上记载了有关植物病的内容。希腊、罗马时代就有了植物病。但那个时代的人们对植物病的理解是上天的惩罚或天气的不顺。所以那个时代的人们都会祭祀上天。

希腊的哲学家 Theophrastus < B. C 370 ~286 > 首次在“植物志”里记载了观察谷类、豆类、果树病害后的结果。在此提出了野生植物的抗病能力比栽培植物强，禾本科作物比豆科植物容易得锈病。

植物的病虫害防治历史和人类历史是并肩发展的。其理由是当栽培农作物受到病虫害后就会降低产量，这时就会直接影响人类的生存。

至今，农药开发领域达到了前所未有的高峰。但是化学物质的过多使用对地球环境和各种生命体带来了很大的危害。

农业病虫害防治历史和农药开发历史也会并肩发展。这一章主要说明了农药开发历史和现代农业的成功之路。详细说明了病虫害防治方法。

第一节 病虫害防治历史

1. 自给农业时代（公元前-1800年）

人类主要采取了在自然状态下所生长的农作物，但是人口的增加推广了栽培方法。而且还研究利用了病虫害的防治方法。

这一时期主要是利用人力控制害虫，开发使用了天然农药。

中国饥荒的三大原因是水灾、旱灾、蝗灾，如同西方国家。古代中国在公元1200年前就用火来防治害虫。公元800~700年前为防治害虫栽培了豆类植物。公元717年利用挖坑的方法防治了若虫的侵入。公元1182年南宋时期也制定了病虫害防治法。1208年正式分发了农民指导手册（捕蝗图）。

1630年正式证明草虫生活史后也进一步发展了防治技术。利用捕杀、

采卵、天敌等方法改善了干燥的草原环境。19 世纪初已经利用了非常合理的方法。

还有更为神奇的是在 4 世纪初就利用蚂蚁防治了柑橘害虫，现在仍然使用这种方法。利用汞、铜、砷、硫磺、石灰等无机化合物防治了寄生害虫和昆虫。而且还用油（植物或动物）和有毒植物防治了病虫害。

在自给农业时代防治病虫害都是依靠经验，利用天然产物和无机化合物防治了病虫害。

2. 商业农业时代 (1800 ~ 1970)

1800 年后期开始随着欧洲文艺的复兴和产业革命引起了人口集中在都市里的一种现象。随着都市人口的增加，需要大量的粮食。集体农场的开发和单一品种的大面积栽培必然的产生了很病虫害现象。都市人口的不断增加减少了农业人口，自然而然的也开始需要自然而有效的防治方法和速效性农药。

意识到天然农药的界限后开始利用了有机合成农药，这种有机合成农药带来了从未有过的好效果。但是随之不久逐渐出现了副作用。

害虫问题严重的原因如下：①从未有过的害虫侵入到农场；②现有害虫的遗传出现变化；③人类对害虫的反应出现变化；④害虫密度增加等等。病虫害密度的提高，病虫害频繁发生的环境是由人类造成的，其理由是因为盲信有机合成农药所导致的结果。过用有机合成农药急速破坏了地球环境，生态界也受到了化学物质的严重攻击。

商业农业时代实行了以产量为主的农业、经济性农业、富农政策。向土壤大量投入化肥和化学农药的结果造成了环境污染和生态界的破坏。

这个阶段高品质农产物的标准是大小均一、外观华丽、颜色鲜艳，所以这个时代的果农们在土壤里投入了大量化肥和农药。

3. 环境农业时代 (1970 ~)

现代农业技术的发展和新农作物的引进不断搅乱了农业生态界。现在的农业技术发展速度不断的增加，改变了农业环境。为了防治病虫害开始寻找了更先进的防治手段。

20 世纪开始培育了抗性较强的品种，还利用了天敌。工业的发达进一步提高了病虫害的防治技术，这时大量的化肥和化学农药被投入到了土壤中。

自二次世界大战后开始急速地破坏了自然界，其结果农耕地、都市、工厂、道路等地方都受到了严重的污染。随之出现了化学武器（DDT, BHC），过多施用各种化学农药后破坏了生物界的共存秩序。

DDT（二氯二苯三氯乙）的出现轻松地解决了害虫。但是没过几年后害虫也开始对这个农药产生了抗性、降低了杀虫效果，杀死了很多害虫的天敌，反而增加了害虫密度，出现了第二~第三的新害虫。开发更有效的农药，增加使用量的结果产生了更多种类的病虫害。

为了解决化学农药的副作用，从 1950 年开始减少了化学农药的使用量。之后开始定量的施用了化学农药，为了保护天敌抵制杀虫剂的使用，早期进行了防治。

为了达到这个目的，研究了病虫害和天敌类的生态学；特别对害虫的密度、调查方法进行了研究；还研究了种群密度的变动动态分析。1962 年 Carson 女士在 Silent Spring 上提出了环境污染问题，之后开始引起了一般人的重视，还寻找了整体的解决方法。

1960 年启动了杀虫剂开发战略，化学农药的开发目标也出现了变化。开始研究开发无公害农药。防治病虫害的目的就是尽量降低和维持病虫害密度，这就是 1970 年后的病虫害综合管理概念。

病虫害问题不仅是个体和群体的问题，是农作物和害虫、有关害虫密度变动因素之间相互作用的结果。还包括农场内所有生物及群集、微生物环境，农生态界的问题。

栽培的品种、栽培时期、密度和管理手段都要进行合理的管理。要分析各个构成因素的相互作用。

1970 年全世界各国都开发了病虫害综合管理技术，目前在生产现场已经获得了很大的成果。为了控制施用过多农药的现象，为农业的安全性、持续性所决定的防治方法就是病虫害综合管理技术。可通过这项技术增加农业收入、维持产量、改善环境、还能够减少农民对消费者引起的负面影

响。这种方法可减少病虫害对经济带来的危害，还能减少病虫害的发生量。可通过管理病虫害，保护植物的方法稳定生态界。

包括国际有机农业联盟的一些机构团体都在继续研究病虫害防治方法，还推广了新技术。农产品进出口的条件之一就是检查农药残留量 and 安全性。

中国的农产品想得到国际市场的认可，就要实践综合管理技术。

目前在有机农业方面防治病虫害主要利用生物农药。生物农药指的是利用天然物质所开发的农药。包括植物农药、微生物农药、昆虫农药、矿物质农药、避忌剂、保护剂等许多种类。详细内容可参考第五章。

第二节 农药发展史

农药的发展过程大体分为原始农药时代、无机及天然产物农药时代、有机合成农药时代等等。还可分为无机及天然产物农药（第一时代农药），有机合成农药（第二时代农药），生物农药（第三时代农药）。

1. 原始农药时代（公元前~1800年）

这个时期对病虫害的防治没有过确实的记录，都是为了保护农作物根据经验所施用的农药。

圣经记载，在公元1200年前以色列民族在自己的耕作地撒了盐和炉灰的纪录，用现代理念来看时就能知道这就是现在所谓的除草剂。公元1000年前希腊的一个人发现了硫磺蒸气的熏蒸效果，后来被使用为农药。公元前100年罗马人为了防止老鼠和害虫使用了藜芦粉末，公元25年前用硝石作了种子处理剂。公元1世纪后中国认定了砒素的杀虫效果，17世纪在欧洲也使用了砒素。14世纪为了防治骆驼的疥疮使用过黄酸铜（杀菌剂），17世纪中期法国作使用过烟草提取物，16世纪中期也使用了除虫菊。至18世纪，使用过肥皂水（杀虫剂）。

2. 无机及天然产物农药时代（1800~1900年）

19世纪开始根据对病虫害和杂草的防治研究开发使用了药剂。19世纪初研究了防治葡萄白粉病和霜霉病的方法，1848年认定了硫磺的效果后开发了硫磺系列农药。1852年开发了石硫合剂，1885年利用铜和石灰开发了

波尔多液。

1815 年开发了石油乳剂作为杀虫剂，1880 年在美国的柑橘农场大量使用了石油乳剂。1820 年开发了“绿色巴黎”砷素后成功防治了土豆的虫害。1867 年陆续开发了亚砷酸，亚砷酸铅等药剂。1892 年所开发的砷酸盐有卓越的效果。

1690 年开始利用了天然农药。发现烟草有杀虫效果后，1828 年成功的从烟草中分离出来了尼古丁成分，1848 年利用鱼藤根系作了杀虫剂，1892 年分离了鱼藤的杀虫成分后开发了鱼藤酮系列农药。1800 年认定了菊花科植物除虫菊的杀虫效果。之外还认定了松脂的杀虫效果。1800 年认定了二硝基酚系列的化合物和二氧化碳以及甲醛水的消毒效果，被使用为种子消毒剂。还使用了 DDT（二氯二苯三氯乙），而且开始开发了有机氯系列农药。

3. 有机合成农药时代

1) 有机合成系列农药的黎明时期（1900 ~ 1950 年）

1800 年开发利用了无机农药，砷酸石灰（1907），铜氢化剂（1910），砷酸锰（1944）等。还成功的合成了烟草的有效杀虫成分—尼古丁，1910 年普遍使用了硫磺尼古丁杀虫剂。

利用鱼藤根系粉末的有效成分制造了乳剂，而且也开始使用了大量的除虫菊。1940 年开发有机合成农药后天然杀虫剂的使用量也越来越减少了。到 1950 年几乎都没有使用过天然原料。

1800 年代末开始了对有机合成农药的研究，开发了各种系列的有机合成农药，这是有机合成农药的黎明时期。

1825 年法拉第合成的 BHC（杀虫剂）被（平版及套色印刷工人工会 1942 年）认定后从 1950 年到 1960 年对农业生产产生了很大的贡献。DDT（二氯二苯三氯乙）（杀虫剂）主要使用为防止卫生害虫的药剂，但从 1945 年后开始用作农业专用杀虫剂，而且还开发了相似于 DDT（二氯二苯三氯乙）的多种化合物。

二次大战时期在研究毒瓦斯（有机磷系化合物的合成）的，德国开发了八甲基焦磷酸胺（一种杀虫剂）（1941 年），这成了有机磷系列农药

的开发阶段，后来开发使用了很多有机磷系列农药来防治害虫。这种有机磷系列农药的开发和推广对防治害虫做出了很大的贡献，这也是硫磺尼古丁的使用量所减少的主要原因。

1914年德国发明的杀菌剂治疗了麦类的病害，后来有机水银剂被用作种子消毒剂。1934年到1942年开发了二甲胺基荒酸铁（杀真菌剂）。1944年开发了种子消毒剂，1945年开发了园艺专用杀菌剂。此外1930年开始又开发了芳香化合物杀菌剂。特别是在这个时期开发了抗生素。开发链霉素后认定了对植物体内的抗细菌效果，抗霉素（1947）和四氮六甲圆（1948）等抗生物物质对防治植物病害带来了很大帮助。

1936年认定了PCP（杀菌剂）的强烈杀草效果，被用作除草剂。

由此以来，从1900到1950年开发了有机磷系列、有机氯系列、氨基甲酸盐等杀虫剂和有机硫磺系、有机水银系及抗生物物质等杀菌剂。含苯氧基的化合物除草剂都被认可了其效果。这是各种有机合成农药的开发最为活跃的时期。

2) 有机合成农药的全盛时期（1950年~1970年）

从1900年到1950年有机合成技术的发达和病虫害防治技术体系的确立开发，推广了各种有机合成农药，塑造了农药的黄金时代。特别是梅特卡夫（1950年）认定了氨基甲酸盐系化合物对昆虫有强力杀伤能力后被瑞士的一家公司所利用了。氨基甲酸盐系列的杀虫剂对植物体有渗透能力，对哺乳动物引起的毒性也是比有机磷类明显地少。例如胺甲萘（接触性杀毒剂）、碳咪喃（化学物）、氨甲蝶呤（杀菌药）等等。

这个时期使用了很多有机氯系农药，还开发了异狄氏剂（一种杀虫剂）（1951）、灭蚁灵（尤用于防治作物蚁类）（1954）、氨甲蝶呤（化学物）等很多种类农药。

DDT（二氯二苯三氯乙）等有机氯系农药减少了蚜虫的天敌，导致了蚜虫大量增加，对果树栽培带来了很大危害。所以又开发了很多有机磷类农药，如专门防治蚜虫的氯杀螨（1952）、杀螨砒（1954）和环己锡（1968）等杀蚜虫的药剂。

1965年使用了新一种杀虫剂，就是利用沙蚕属毒素的一种杀蚜虫的药剂。1961~1963年有开发了有机硫磺系杀菌剂，此杀菌剂对植物病害有预防和治疗效果。1950年有机砒素农药也被使用于防治叶纹病。

1958年开发了多种多样的以抗生物质作为原料的杀菌剂，而且还开发了霉病的防治剂。1966~1967年开始开发了渗透性杀菌剂，获得了增加药效的效果。而且还使用了很多种类的植物生长调节剂，例如：2-4-D，2.4.5-TP，4-CPA，1950年开发了马来酰肼，接着又开发了赤霉菌（1955），等植物促进生长剂。

还使用了生长抑制剂，例如：氯乙酰胺（1950）、达蒙凝乳（1962）、[化]抑草丁（1965）、三氯硝基甲烷（1965）等；促进着色剂有乙烯磷（一种植物生长调节剂）（1965）、农作物干燥剂有杀草快（一种接触性除草剂）等等。

1950~1970年间有机氯系列杀虫剂、有机磷系列和有机硫磺系列抗生物质都发展得很快。这个时期也是有机合成农药的全盛时期。

3) 安全农药时代（1970年以后）

1970年之前使用过的农药，特别是1900年后开发的有机合成农药毒性强、对农业生产物诱发病虫害，在环境中留下了农药残留物。1970年后生产的农药改善了以前的所有问题，主要开发了对环境生态界没有影响的农药。

1971年通过毒性很强的有机磷系农药的分子研制开发了毒性较低的农药，在有机氯系农药当中开发了杀螟硫磷，毒死蜱，乐果（有机磷杀虫、杀螨剂）等药剂。有机磷系杀虫剂使用为梗叶处理剂。土壤杀虫剂有[有化]毒虫畏，芽根灵等成分。通过[化]拟除虫菊酯，合成除虫菊酯系列农药也开发了很多杀虫剂。例如：氰戊菊酯（1976），溴氰菊酯（1977），顺式氯氰菊酯或 α -氯氰菊酯（1983），联苯菊酯（1985），高氰戊菊酯（1986），氟酯菊酯（1991）等对哺乳动物的毒性较低的杀虫剂。

之前开发的所有杀虫剂都会搅乱昆虫的神经系统，后来开发了能阻碍昆虫表皮合成的苯甲酰脲系列杀虫剂。例如：除虫脲（1972），伏虫隆（1983），氟铃脲（1983），氟螨脲（1988）等农药。