

蔬菜病原真菌 抗药性及其治理

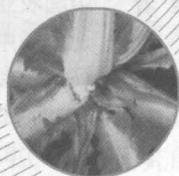
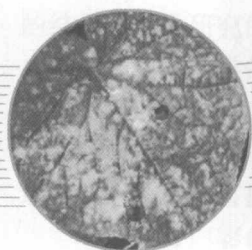
任璐 著



中国农业科学技术出版社

蔬菜病原真菌 抗药性及其治理

任璐 著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

蔬菜病原真菌抗药性及其治理 / 任璐著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2013. 12

ISBN 978 - 7 - 5116 - 1306 - 6

I. ①蔬… II. ①任… III. ①蔬菜 - 病害 - 防治②蔬菜 - 病害 - 抗药性 IV. ①S436.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 135650 号

责任编辑 贺可香

责任校对 贾晓红

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82106638 (编辑室) (010) 82109704 (发行部)
(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82106650

网 址 [http://www. castp. cn](http://www.castp.cn)

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 787 mm × 1 092 mm 1/32

印 张 4.5

字 数 130 千字

版 次 2013 年 12 月第 1 版 2014 年 1 月第 2 次印刷

定 价 14.00 元

版权所有 · 翻印必究

前 言

蔬菜病原真菌的抗药性问题是蔬菜化学防治中存在的重要问题之一。由于抗药性问题引起的防治效果下降,甚至防治的完全失败造成了极大的经济损失。因此,如何有效地防止和延缓抗药性问题的产生和发展,如何有效地对病原菌的抗药性问题进行治理,保证蔬菜真菌病害的化学防治效果,成为国内外研究者普遍关注的问题。

近几十年来,国内外的研究者已经对植物病原真菌的抗药性发生现状、抗药性机理及抗药性治理策略进行了广泛深入的研究,随着分子生物学的进步与发展,病原菌抗药性的研究也达到了分子生物学水平。作者根据自己在植物病原菌抗药性方面研究的结果和前人研究的大量文献资料撰写了本书,作者研究的重点在于病原菌抗药性的分子机理上,因此,撰写这部专著的目的在于把常见的蔬菜真菌病害及其化学防治方法,常用的药剂及这些蔬菜病害对杀菌剂抗药性方面的研究成果归纳总结,尽自己可能地为从事植物病害抗药性方面的同事提供一些帮助。

本书主要内容包括了蔬菜真菌病害的概况及化学防治现状、蔬菜病原真菌抗药性的发生及分子机理以及病原菌抗药性的利用及综合治理等方面。

本书在撰写的过程中,得到了我的导师韩巨才教授以及刘慧平教授、赵晓军博士、张宝俊博士、孙朝霞博士、邢国芳博士等专家、同行们的帮助和支持,在此深表感谢。另外,感谢山西农

业大学化学保护实验室的各位同学和山西省农业科学院植物保护研究所植病研究室的周建波、殷辉同事在病原菌抗药性监测工作上的帮助和支持，为本书的撰写做了大量的准备工作。

由于作者掌握的资料和水平有限，书中难免会有遗漏错误之处，敬请各位读者批评指正。谢谢大家。

任璐

2013年4月

目 录

第一章 蔬菜真菌病害概况	(1)
第一节 主要蔬菜真菌病害调查	(2)
第二节 主要蔬菜真菌病害研究现状	(6)
第三节 蔬菜真菌病害的诊断与防治	(14)
参考文献	(19)
第二章 蔬菜真菌病害的化学防治现状	(21)
第一节 化学防治的历史回顾	(21)
第二节 化学农药的使用现状	(22)
第三节 蔬菜真菌病害防治现状	(24)
第四节 化学防治的贡献和存在的问题	(30)
第五节 化学防治的展望	(35)
参考文献	(38)
第三章 蔬菜病原真菌的抗药性及综合治理	(40)
第一节 病原菌的抗药性简介	(41)
第二节 病原菌抗药性的发生	(49)
第三节 病原菌抗药性的分子机理	(63)
第四节 抗药性形成与发展的影响因素	(92)
第五节 病原菌抗药性的研究内容与方法	(98)
第六节 病原菌抗药性的利用	(105)
第七节 病原菌抗药性治理	(108)
结束语	(122)
参考文献	(123)

第一章 蔬菜真菌病害概况

随着人民生活水平的提高,蔬菜种植正向着多样化方向发展,蔬菜品种越来越丰富,一些稀缺蔬菜的种植面积和范围日益扩大,蔬菜的种植模式和格局也发生了深刻的变化。由于蔬菜品种、栽培模式及种植结构的变化,蔬菜病害的种类及发生动态也随之发生了变化,如蔬菜出现了一些新的病害,原来一些次要病害上升为主要病害等。

保护地是人为半封闭的环境,棚内温度高,湿度大,光照弱,全年连续生产,病原和寄主植物周年衔接,棚内小气候非常适合病菌的生存和繁衍,病害发生普遍较严重,给蔬菜生产造成很大的损失。蔬菜真菌病害是蔬菜侵染性病害中种类最多,分布面积最广、为害最严重的病害。蔬菜上的真菌病害有1000种左右,常见病害200种左右,占蔬菜病害的70%左右。蔬菜病原真菌侵染力强,不但可通过伤口和自然孔口侵入寄主,而且还可以通过表皮直接侵入寄主为害,主要由卵菌、子囊菌、半知菌及担子菌侵入寄主引起多种病害。

第一节 主要蔬菜真菌病害调查

一、霜霉病

专性寄生，常见的有 4 个属病原菌引起各种霜霉病。如霜霉属病原菌主要为害十字花科植物；假霜霉属主要为害瓜类植物；单轴霉属主要为害葡萄类植物；盘梗霉属主要为害莴苣、莴笋、苦苣及其他菊科植物。不同菌种引起的霜霉病，其发病过程和主要症状基本相似，发病初期均出现水渍状淡绿色或黄绿色的病斑，后扩大成淡黄或黄褐色的较大病斑，边缘不明显。病斑扩大受叶脉限制而成多角形，病情严重时数个病斑相互愈合成不规则的大斑。高湿时在病斑的背面长出灰黑色霉层，叶面均不产生霉层。其发病过程是从老叶开始，即由植株的下部叶片先发病，然后由下而上蔓延。霜霉病为害一般减产 20% ~ 30%，重的达 50% 以上（朱金文等，2002）。

二、疫病

保护地蔬菜疫病主要有番茄、马铃薯晚疫病，辣椒疫病、黄瓜疫病、茄子绵疫病、韭菜疫病等。本病由疫霉属真菌引起，分布广泛，可致被感染体坏死、软腐和枯萎，造成植株成片枯死与毁种。保护地以根腐为主，露地以叶腐为主。

三、灰霉病

主要由灰葡萄孢（*Botrytis cinerea* Pers.）侵染多种寄主造成的病害，目前已成为保护地蔬菜一大主要病害，其造成的经济损失不亚于霜霉病。为害较严重的有番茄、黄瓜、韭菜及贮藏期的

蔬菜、草莓等果品。以往灰霉病属于次要病害，20 世纪 80 年代以来，逐渐发展成重要的蔬菜病害（张智等，2005），使菜农蒙受损失。叶片发病，初期出现浅白色小点，继而形成水渍状大型灰褐色病斑。潮湿时病部长出灰霉，干燥时病斑为灰白色，茎部受害可引起局部腐烂，严重时可造成整株死亡。花和果实受害时一般先侵染开败的花，使花腐烂，长出淡灰褐色霉层后，再侵入果实，造成脐部腐烂。被害果实迅速变软，萎缩腐烂，其上密生灰白色霉层（邹德银，2003）。据调查，一旦发生病害，轻者减产 30% ~ 40%，严重者造成损失达 80% 以上（管春义等，2004）。

四、菌核病

由核盘菌属真菌侵染多种寄主造成的病害。由于灰霉病的有性世代也是核盘菌，两病害的病原菌有一定的类同性。

五、白粉病

专性寄生，主要由单丝壳属和白粉属真菌侵染多种寄主造成的病害，是保护地黄瓜、西葫芦、甜瓜、南瓜等瓜类蔬菜的常发性病害，常与霜霉病一起发生，但造成的损失比霜霉病轻，主要侵染叶片，在叶面或叶背产生圆形白色粉斑，严重时整叶布满白粉，后期变为灰色，受害叶片变脆、干枯。一般年份，发病率 10% ~ 20%，严重时达 40% ~ 60%（戴富明，2004）。

六、炭疽病

由刺盘孢属真菌侵染多种寄主造成的病害，可为害的蔬菜种类较多，主要有黄瓜、甜瓜、西瓜、辣椒、菜豆和一些十字花科蔬菜。该病在保护地瓜类蔬菜上为害比较严重，叶片上病斑近圆形，红褐色，外有黄色晕圈。一般情况下减产 20% ~ 30%（戴

富明, 2005)。

七、番茄叶霉病

由褐枝孢菌 [*Fulvia fulva* (Cooke) Cif.] 侵染番茄引起的病害, 主要发生在温室和塑料大棚栽培环境中。随着保护地栽培面积的增加, 加上保护地栽培条件非常有利于叶霉病的发生和流行, 叶霉病有逐年加重的趋势, 已成为保护地番茄最严重的病害之一 (陈宇飞, 2000)。据调查统计, 由叶霉病引起的损失达 20% ~ 30%, 严重时可达 50% 以上, 已对保护地番茄生产造成威胁 (茹水江等, 2002)。在番茄的叶、茎、花、果实上, 都会出现症状, 但是, 常见症状是发生在叶片上, 初期在叶片背面出现一些褪绿斑, 后期变为灰黑色的较厚的绒毛状霉层, 叶片正面在相应的部位褪绿变黄, 严重时, 叶片常出现干枯卷缩。

八、真菌性根部病害

主要有枯萎病、黄萎病和苗期猝倒病、立枯病, 以葫芦科和茄科蔬菜发病最重。枯萎病是一类幼苗期从根部侵染、维管束内寄生的全株性病害, 由半知菌的镰刀菌引起, 一般在幼苗期较少显症。染病植株多从开花、结瓜, 特别是瓜果膨大期开始陆续显症, 枯萎病的病株表现为全株凋萎, 根系腐烂, 病株基部茎上有粉红色霉层, 剖开茎基部, 维管束呈褐色, 常见的如瓜类作物的枯萎病 (戴富明, 2005)。黄萎病也是一种维管束病害, 由轮枝菌引起, 发病的病株, 病叶由黄变褐, 并自下而上逐渐凋萎、脱落, 剖开病株的根和主茎, 维管束变褐, 常见的如茄子黄萎病 (张志忠等, 2005)。猝倒病是茄科蔬菜幼苗期最常见的一种病害, 由多种腐霉菌 (*Pythium* spp.) 引起, 较常见的是瓜果腐霉菌和德巴利腐霉菌。染病幼苗近地面处的嫩茎出现淡褐色、不定形的水渍状病斑, 病部很快缢缩, 幼苗倒伏, 此时子叶尚保持青

绿，潮湿时病部或土面会长出稀疏的白色棉絮状物，幼苗逐渐干枯死亡。立枯病也是茄科蔬菜幼苗较常见的一种病害，由立枯丝核菌（*Rhizoctonia solani* Kühn）引起。幼苗多在中后期受害，染病幼苗亦多在近地面处出现暗褐色不定形或椭圆形病斑，染病幼苗初期在晴天的中午，似缺水状萎蔫，但晚间和清晨恢复。若病斑继续向四周扩展，并逐渐凹陷，最后环绕茎基、皮层变褐腐烂，植株就枯干死亡，但一般仍直立不倒伏。潮湿时在染病部位或土表亦可见到蛛丝状淡褐色的菌丝体，后期形成粒状的菌核（司越等，2005；张辉等，2006）。

九、早疫病

早疫病是由茄链格孢属真菌引起，该菌属于半知菌亚门链格孢属真菌，是一类世界性分布的植物病原菌，是番茄上重要病害之一。近年来，由于一些地区推广抗病毒病而不抗早疫病的番茄品种，导致早疫病的严重发生。发病严重时引起落叶，落果和断枝，对产量影响很大，常年减产 20% ~ 30%，严重时可达 50% 以上，甚至绝产。该病除为害番茄外、还能为害马铃薯、茄子、辣椒等（董金皋，2001）。番茄叶片被害初期，呈深褐色或黑色圆形的小斑点，逐渐扩大，达 1 ~ 2cm，边缘深褐色，中央灰褐色，有同心轮纹，边缘有黄色晕环。天气潮湿时病斑上有黑色霉。病害常从植株下部叶片开始，渐次向上蔓延，发病严重时，植株下部叶片全部枯死。茎部病斑多数在分枝处发生，灰褐色，椭圆形，稍凹陷，也有同心轮纹。发病严重时可造成断枝。幼苗常在接近地面的茎部发病，病斑黑褐色。果实上病斑多发生在蒂部附近和有裂缝的地方，圆形或近圆形，褐色或黑褐色，稍凹陷，也有同心轮纹，其上长有黑色霉，病果常提早脱落。病菌主要以菌丝体和分生孢子在土壤中和种子上越冬。第 2 年产生新的分生孢子，借气流雨水及农事操作传播，从寄主的表皮、气孔、

皮孔直接侵入。条件适宜时 2~3d 即可形成病斑, 4~5d 病斑上即可产生大量的孢子, 进行再次侵染 (任璐, 2011)。

第二节 主要蔬菜真菌病害研究现状

一、设施蔬菜生产现状

随着农业环境工程技术的不断进步, 近 10 年来设施农业发展迅速, 成为一种集约化程度很高的农业生产技术。设施农业摆脱了传统农业生产条件下自然气候、季节的制约, 不仅使单位面积产量大幅度增长, 而且保证了农产品, 尤其是蔬菜和瓜果的全年均衡供应。近些年来, 随着人民生活水平的提高、经济与社会的发展, 园艺栽培设施不断改进, 普通塑料温室数量逐年增长, 有些地区还出现了可进行人工控制环境条件的现代化大型温室和植物工厂。

(一) 世界设施蔬菜生产现状

世界设施蔬菜产业主要分布在亚欧美三大洲。据有关资料分析, 目前, 亚欧美三大洲共有大型园艺设施 209.899 万 hm^2 , 其中, 塑料温室 204.659 万 hm^2 、玻璃温室 5.240 万 hm^2 。荷兰是世界上温室生产最发达的国家, 其温室以大型玻璃温室为主体, 现有现代化大型连栋玻璃温室面积 1.2 万 hm^2 , 占世界现代化玻璃温室面积的 1/4, 居世界第一位, 其中, 花卉栽培面积为 7 000 hm^2 , 蔬菜栽培面积为 5 000 hm^2 。荷兰温室生产水平很高, 如番茄每平方米年产量 1970 年为 20kg, 1998 年超过 40kg, 2002 年已达到 50~60kg。荷兰花卉和观赏植物出口创汇为 63.18 亿美元, 蔬菜和水果出口创汇达 18.13 亿美元。日本也是世界上温室生产发达国家, 其现代化温室总面积 5.12 万 hm^2 。与荷兰相

比较,其最大的特点是以塑料温室为主体,面积达 4.9 万 hm^2 ,占温室总面积的 95.6%,玻璃温室面积为 0.23 万 hm^2 ,占温室总面积的 4.4%。温室中蔬菜栽培面积为 3.7 万 hm^2 ,花卉栽培面积为 0.78 万 hm^2 ,果树栽培面积为 0.68 万 hm^2 ,分别占温室总面积的 71.6%、15.2% 和 13.2%。以色列温室生产在近些年有了飞速发展,已从简易的塑料温室发展到设施完善、功能齐全、能有效控制室内环境的各类现代化大型温室。每公顷温室一季最高收获玫瑰 300 万支,每公顷温室番茄最高年产量达 500t。

近年来,荷兰、美国、以色列等国大力发展集约化的温室生产,温室内的温度、湿度、光照、水分、肥料、 CO_2 均可通过计算机调控,在实现自动化的基础上正向完全自动化、无人化的方向发展。温室环境控制朝着基于作物生长模型、温室综合环境因子分析模型和农业专家系统的温室信息自动采集及智能控制的趋势发展。

(二) 我国设施蔬菜生产现状

我国设施农业的发展历史悠久,至今已有多种类型的设施栽培形式,较为普遍采用的几种模式有:简易覆盖型(地膜覆盖为典型代表)、简易设施型(主要包括中、小拱棚)、一般设施型(如塑料大棚、加温温室、日光温室以及微滴灌等)和工厂化农业,其中,以节能日光温室、普通日光温室和塑料大棚发展最快。中国的设施蔬菜生产虽然起步较晚,但其发展迅速,在新的历史时期,已呈现出旺盛的发展势头,并逐渐成为发展中国农业经济新的增长点,成为许多地区调整产业结构,振兴地方经济的支柱产业之一。特别是自 20 世纪 80 年代中期以来,我国设施蔬菜产业得到了持续快速的发展。2007 年,全国蔬菜生产面积 2 250.20 万 hm^2 ,总产值 7 278.16 亿元,净产量 5 137.86 亿元,其中我国设施蔬菜面积 292.19 万 hm^2 ,总产值 3 430.48 亿元,净产值 2 193.06 亿元,其总产值、净产量在蔬菜产业中的比重分

别达 47.13% 和 42.68%。人均蔬菜占有量高达 240 ~ 250kg/年,居世界领先水平,其中,设施蔬菜人均占有量目前已达到了 33kg/年,比 1981 年增长了 164 倍。

我国设施蔬菜生产集中度比较高,呈明显的优势区域分布状态。环渤海湾及黄淮海地区大约集中了全国 60% 的设施蔬菜,长江中下游地区设施蔬菜约占 20%,西北地区约占 7%,其他地区的设施蔬菜分布比较零散。我国的设施蔬菜在发展过程中形成了适应我国自身情况的特殊设施栽培模式,因南北方气候不同而形成两种类型,即南方型和北方型。我国北方地区冬季寒冷干燥,春秋季昼夜温差大,北方的秋冬季和早春在露地条件下蔬菜很难自然生长,于是多采用节能日光温室、塑料大棚、小拱棚及温床等设施进行蔬菜栽培;而我国南方突出的气候特点是夏季的高温 and 梅雨、冬春季低温阴雨、少光照且空气湿度大,多雾,故我国南方栽培蔬菜易受高温灼伤及病虫害为害,形成“伏缺”,为此发展了塑料大棚、遮阳网、防虫网等进行蔬菜栽培。目前,我国北方设施蔬菜栽培种类主要有番茄、辣椒、黄瓜、茄子、菜豆、甘蓝、苦瓜、莴笋、茴香、芹菜等。

二、设施蔬菜病害发生特点及病原菌研究现状

(一) 设施蔬菜病害发生特点

设施蔬菜生产属于人为控制下的半封闭式生产模式,常通过专用品种、农药、化肥和生产的集约化等来达到高产优质的目的,但由于设施蔬菜种植具有冬春温度低、温差大、高湿、弱光及不易轮作等特点,不可避免地造成一些病害发生,而与露地栽培蔬菜相比,设施蔬菜病害出现了以下一些新的特点。

1. 流行速度快,为害严重

在设施生产条件下,低温高湿弱光及密闭的特殊环境条件,使植株抗病性及被害后的自然补偿能力降低,病害会快速蔓延流

行,并可在短时间内造成严重为害。

2. 为害期长,损失大

设施内生态条件十分适宜病害的发生为害,病害的发生季节较露地栽培明显提前,且可一直持续到种植作物收获。

3. 病害种类复杂

(1) 土传病害逐年加重。由于设施农田的特点,轮作倒茬困难,为很多病害提供了赖以生存的寄主,同时过多使用化肥、农药造成土壤中病原拮抗菌的减少,皆加重了土壤病原菌的积累和土传病害的积年流行。

(2) 气传病害有流行并加重的趋势。保护地蔬菜生产中,霜霉病、白粉病,番茄晚疫病等发生面积大,为害严重,都是常发性病害且逐年加重。

(3) 低温高湿病害为害严重。由于我国设施蔬菜生产上推行的是节能栽培技术体系,棚室内普遍夜温偏低湿度大,致使空气湿度过饱和,蔬菜植物体表面结露形成露珠和水膜,病菌孢子可借助露珠和水膜萌发侵染。冬茬设施栽培蔬菜中灰霉病、菌核病普遍发生,成为茄果类蔬菜、莴笋等生产中的限制性障碍,每年造成产量严重损失。

(4) 高温高湿病害有加重趋势。棚室内白天温度较高,湿度大,一些高温高湿病害如番茄叶霉病、早疫病等病害逐年加重。

(5) 生理性病害呈上升趋势。各地设施蔬菜普遍存在过量施肥、连作障碍的问题,土壤酸化趋势明显,有的地区土壤 pH 值已降至 5 以下;钙、镁、硫、硼、钼等微量元素缺乏引起的脐腐病、顶腐病、畸形果、茎裂、花而不实等生理病害呈多发趋重态势。

(6) 偶发性病害逐渐上升为重要病害。一些微生物上升为新的病原菌,感染多种作物,出现了许多有待研究的新病害。

(二) 国内外蔬菜病害的研究进展

国外对蔬菜病害的研究历史悠久,对蔬菜病害病原菌的分类鉴定,病害循环,防治方法等都有比较系统的研究,对我国设施蔬菜病害的诊断具有一定的指导意义。

Steven Koike 等于 2006 年在“Vegetable Diseases: A Colour Handbook”中对英国 40 类蔬菜作物的 100 多种病害的症状,病原,病害循环及防治策略做了描述,其中,包含有近 600 张高质量图片;S. A. M. H. Naqvi 于 2004 年在“Diseases of Fruits and Vegetables-Volume Two: Vegetables”中对美国的 9 类如瓜类、茄果类、豆类和叶菜类等蔬菜病害的症状,防治进行了详细的描述,对病原菌的描述不多,主要偏重症状,对生产实践的指导作用比较大;Thomas A. Zitter 在 2005 年秋总结了纽约重要的蔬菜病害,其中,包括 18 种蔬菜作物的 143 种病害,并对病原名称,病害种类做了总结;S. K. Gupta and T. S. Thind 在“Disease Problems in Vegetable Production”中,对由真菌、细菌、病毒、线虫和植原体造成的数种蔬菜如瓜类、茄类、叶菜类和豆类等的重要病害做了详细描述,如症状特征,病原菌特征,病害循环及防治方法等,着重于利用症状区分病害,提供了大量的病症图片;日本植物病理学会 2000 年编写的《日本植物病名目录》的野菜部分中,介绍了越瓜、丝瓜、黄瓜、慈姑和茼蒿等 45 种常见蔬菜的病害名录,其中,包括病名,病原拉丁文及在日本最初报道的期刊及发表日期等,将日本的病害名规范化,为蔬菜病害病原鉴定提供了有效的源材料;岸国平等编写的《野菜病害诊断与防除》(2004)一书中收录了《日本植物病名目录》中的病害及近期出现的新病害,包含了大量极为清晰的症状图片及病原图片,附录中详细介绍了各种病害防治方法,对病害诊断及病原鉴定具有较大的指导意义;美国植物病理学会(The American Phytopathological Society)在 1991 到 2005 年间出版了一套植物病

害系列丛书 (Disease Compendium Series), 包括黄瓜病害目录 (Compendium of Cucurbit Diseases)、番茄病害目录 (Compendium of Tomato Diseases)、葱蒜病害目录 (Compendium of Onion and Garlic Diseases)、辣椒病害目录 (Compendium of Pepper Diseases) 和豆科作物病害目录 (Compendium of Bean Diseases) 等, 其中, 针对不同类蔬菜的病害进行了系统的阐述, 包括病原菌的形态特征, 侵染循环及防治方法等, 其中, 包括了大量清晰的病害症状图片, 病原菌形态学图片及一些病害侵染循环模式图等, 对我们来说是一份非常重要的蔬菜病害研究资料。

相对于国外来说, 我国的蔬菜病害病原菌鉴定方面的研究还比较欠缺, 不够全面和系统。我国第一部真菌学分类全书《中国真菌总汇》戴芳澜 (1893—1973) 著, 是一本比较完整、系统的真菌分类资料。魏景超编著的《真菌鉴定手册》以我国常见的农业真菌为主, 依目、科、属、种的顺序做出检索表, 选取较重要的种, 简单描述它们的形态, 生理和病理的特征; 我国蔬菜病虫害专家吕佩珂, 李明远等编写的《中国蔬菜病虫害原色图谱》(1992) 一书中收录了蔬菜病害 388 种, 每个蔬菜病害都有彩照及症状, 病原, 传播途径和发病条件以及防治方法, 是一部可用于蔬菜病害诊断与防治的书籍; 《中国真菌志》是我国现代真菌鉴定中比较权威的一套书籍, 现总括三十二卷, 对重要的病原菌属进行了详细的分类, 配有清晰的真菌模式图, 并对寄主植物进行了概括与总结, 为鉴定真菌新病害提供详细的可进行对比的资料。

(三) 我国设施蔬菜病害病原菌的研究进展

近 5 年来, 随着设施蔬菜栽培方式的发展, 我国对传统的设施蔬菜病害如黄瓜霜霉病, 黄瓜枯萎病, 番茄早、晚疫病, 番茄叶霉病, 灰霉病, 绵疫病等从它的病原学研究, 发病规律, 人工防治措施等做了较深入的研究, 但是由于设施蔬菜种植面积和种