

棉花枯萎病和 黄萎病的研究

MIANHUA KUWEIBING HE
HUANGWEIBING DE YANJIU

马 存 主编



中国农业出版社

棉花枯萎病和 黄萎病的研究·图版



1. 网纹型



2. 青枯型



3. 黄化型



4. 紫红型



5. 皱缩型

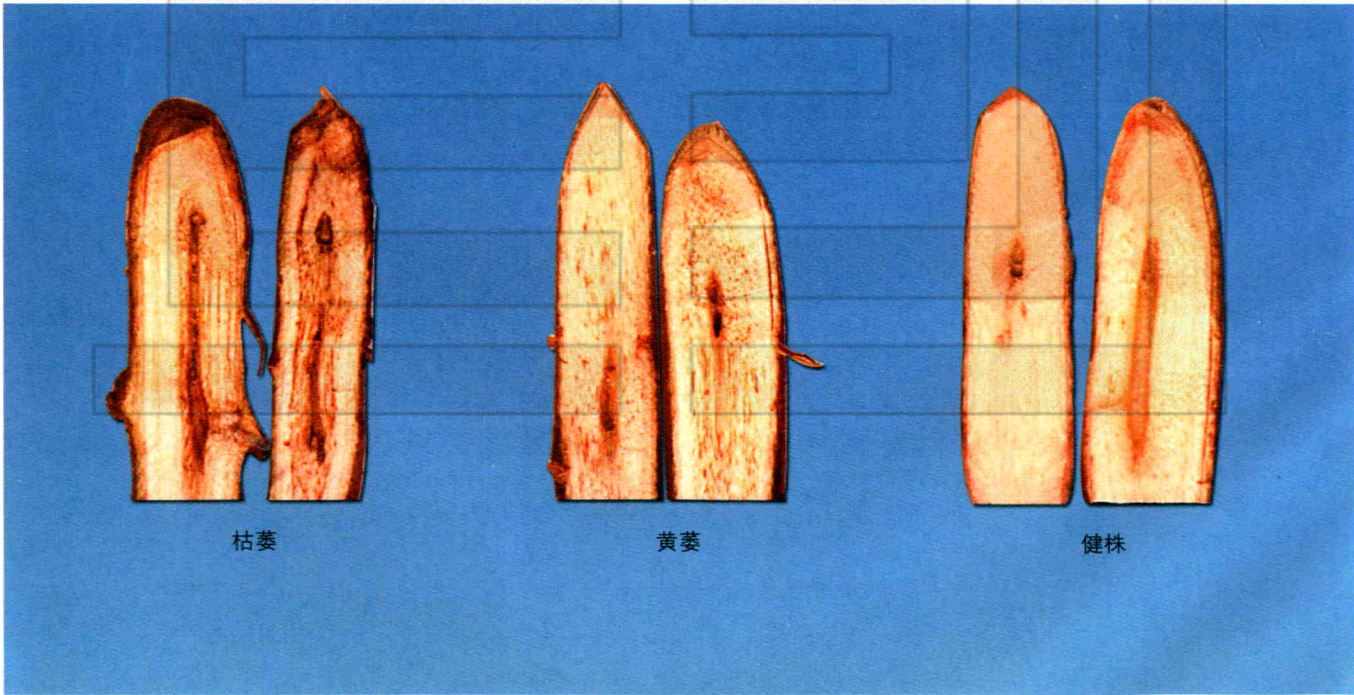
棉花枯萎病和黄萎病的研究



1. 黄萎病落叶成光秆状



2. 黄萎病叶片症状



3. 枯、黄萎病维管束变色比较

图版 II 棉花黄萎病症状及枯、黄萎病茎部变色比较

1. 高抗枯萎病品种中
植 86-1 号及感病品
种岱 15



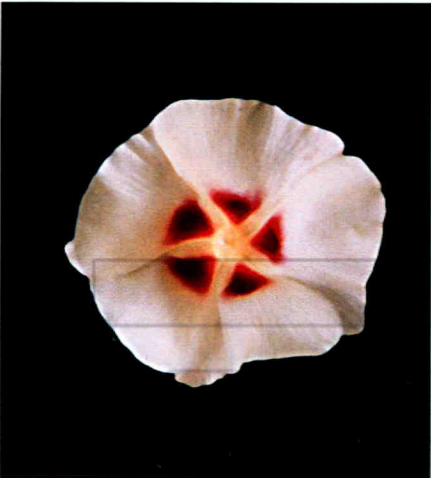
2. 抗黄萎病种质中植
86-6 号及感病品种
中 17 选系



3. 转海岛棉抗黄萎病基因
新株系(右)与感病品种
(左)比较

图版III 棉花抗枯萎病和黄萎病品种

棉花枯萎病和黄萎病的研究



1. (陆地棉 × 长须棉) F_1 杂种, 示三角形大紫斑

2. (陆地棉 × 索马里棉)
异源六倍体杂种

3. (陆地棉 × 比克氏棉) 红花紫斑种
质系, 示红花长方形大紫斑



图版 IV 棉花种间杂种

谨以此书献给

中国农业科学院植物保护研究所

建所五十周年

(1957—2007)

棉花枯萎病和黄萎病的研究

马 存 主编



新疆维吾尔自治区图书馆X10-0903970

中国农业出版社

主 编 马 存

副主编 简桂良 杨家荣 冯 洁 何鉴星

编 委 (以姓氏笔画排序)

马 平 马 存 冯 洁 朱荷琴

齐俊生 孙文姬 杨家荣 李洪连

何鉴星 邹亚飞 宋小轩 张云青

郑传临 高永成 彭德良 简桂良



【 序 】

我 1936 年编写《中国棉花病害》和《棉病调查报告》时，棉花枯、黄萎病在我国已有发生，新中国成立初期在河北唐山、山东潍坊、陕西三原、四川射洪、江苏南通等县零星发病。20 世纪 60 年代末至 70 年代初两病的为害已十分严重，尤其是枯萎病，在上述病区造成大面积绝产，成为棉花生产的主要问题。为了把两病的防治工作搞好，60 年代末由我牵头，有中国农业科学院植物保护研究所马亚鲁所长、棉花研究所李成葆研究员、西北农学院仇元教授、陕西农业科学院副院长俞启保教授组成 5 人领导小组，领导全国枯、黄萎病的综合防治研究工作。1972 年在农业部领导下成立“全国棉花枯、黄萎病综合防治协作组”，使两病的防治工作走上了正轨。

50 多年来，我国植保科技工作者对棉花枯、黄萎病的综合防治进行了大量研究工作，发表了数百篇论文，取得多项科研成果，很值得认真整理及总结。现在，由长期从事该项研究的马存、简桂良等同志编写的《棉花枯萎病和黄萎病的研究》书稿，我看后很满意。从内容看，该书除保留了《棉花病害基础研究与防治》（沈其益主编，1992 年，科学出版社出版，书内枯、黄萎病内容约 10 万字）一书棉花枯、黄萎病的精华外，有四分之三的内容是新的研究成果。尤其是突出了棉花抗枯、黄萎病育种工作的成就、经验及存在的问题和对策，为今后抗病育种工作指明了方向。此外，枯萎病菌的抑菌土、黄萎病毒素、枯黄萎病生物防治及生态学也都是新的研究成果。本书还编入了由中国科学院遗传研究所研究完成的远缘杂交抗枯、黄萎病育种，使内容更加丰富。

本书内容以我国棉花枯、黄萎病综合防治研究工作为主，并收集国外有关资料以供借鉴。希望本书的出版能为我国棉花的高产稳产做出应有的贡献。

沈其益

2005 年 2 月

【前言】

棉花枯萎病和棉花黄萎病（简称棉花枯、黄萎病），是我国及世界各主要产棉国危害棉花最严重的两种病害。枯萎病在苗期至现蕾期为害严重，重病田现蕾期可造成大片死苗，甚至绝产。黄萎病后期为害严重，可造成早期落叶成光秆，也可造成大面积绝产。两病均为 20 世纪 30 年代传入我国，新中国成立初期零星发病，但因种子带菌可远距离传播，随棉种的大量调运，枯、黄萎病很快就传播至全国各主要植棉区。1972 年统计，全国 18 个植棉省（自治区、直辖市）638 个植棉县，有 408 个县发生枯、黄萎病，占植棉县总数的 63.9%。1982 年全国枯、黄萎病普查结果，全国两病发病面积达 148.2 万 hm^2 ，占当时全国植棉总面积的 31%，绝产面积 2 万 hm^2 ，损失皮棉 10 万 t 以上。到 80 年代末虽然枯萎病的严重危害得到控制，但从 90 年代初开始，黄萎病为害逐年加重，1993 年、1995 年、1996 年、2002 年、2003 年黄萎病连年大发生，每年损失皮棉 8 万~10 万 t，到 21 世纪初黄萎病仍然严重为害，成为棉花高产稳产的主要障碍。

对枯、黄萎病的综合防治研究，党和政府一直十分重视。1972 年在农业部的领导下，由中国农业科学院植物保护研究所、棉花研究所与北京农业大学、西北农学院、陕西农业科学研究院共五个单位牵头成立“全国棉花枯、黄萎病综合防治协作组”，全国共有 70 多个科研院校及推广单位，300 多名科技人员参加协作组工作。从“六五”至“十五”一直将枯、黄萎病的综合防治列为国家科技攻关项目。近年来，有关抗黄萎病基因工程研究多次被列为国家“863”项目，并已取得可喜进展。

我国棉花枯、黄萎病经过 50 多年的研究，已取得多方面的成就。在应用基础方面，研究明确了两病病原菌的种；枯萎病菌的生理小种；黄萎病菌致病力分化及落叶型菌系；枯萎病菌的抑菌土；种子带菌检验及消毒；两病所造成的田间产量损失；两病的田间流行规律等。在综合防治方面，对两病的农业、化学、生物防治均进行了较系统的研究。早在 20 世纪 70 年代就提出以抗病品种为主的综合防治枯、黄萎病策略，选育出著名的抗枯萎病抗源品种川 52—128 及抗枯萎病高产品种陕 1155、中植 86—1、中棉所 12（分别获国家发明一、三、二、一等奖）。由于抗病品种的大面积推广应用，到 80 年代末，枯萎病的严重为害已得到控制，

这是一项令世界瞩目的成就。

50 多年枯、黄萎病研究，已发表有关论文 400 余篇，将其精华撰写成专著是十分必要的，一方面是对过去工作的认真总结，另一方面也为明确今后研究方向及为今后的研究工作提供参考和借鉴。由中国农业科学院植物保护研究所长期从事该方面研究的专家为主，并邀请有关单位的多位专家共同撰写的《中国棉花枯萎病和黄萎病的研究》一书，即将出版。她的出版将给棉花两病的持续控制，为我国棉花的高产稳产起到重要作用。

该书内容丰富，共二十一章。各章撰写人员分工如下：

- 第一章，棉花生产及其病害，马存；
- 第二章，棉花枯萎病发生为害及分布，马存，邹亚飞；
- 第三章，棉花枯萎病的病原菌，简桂良，孙文姬；
- 第四章，棉花枯萎病菌的侵染循环、传播及流行规律，马存；
- 第五章，棉花枯萎病菌的抑菌土，简桂良；
- 第六章，棉花枯萎病的致病机理及抗病机制，冯洁；
- 第七章，棉花黄萎病的发生为害及分布，马存；
- 第八章，棉花黄萎病的病原菌，冯洁；
- 第九章，棉花黄萎病的传播及流行规律，马存，齐俊生；
- 第十章，棉花黄萎病菌的毒素，杨家荣；
- 第十一章，棉花黄萎病菌的致病机理及抗病机制，冯洁；
- 第十二章，棉田线虫与枯、黄萎病的关系，彭德良；
- 第十三章，棉花品种对枯、黄萎病的抗病性鉴定，马存，朱荷琴；
- 第十四章，棉花枯萎病抗性转化现象及其应用研究，杨家荣，高永成，张云青；
- 第十五章，棉花远缘杂交抗枯、黄萎病育种，何鉴星；
- 第十六章，生物技术抗棉花枯、黄萎病育种，简桂良；
- 第十七章，我国棉花抗枯、黄萎病育种的主要成就，马存，郑传临；
- 第十八章，我国棉花抗枯、黄萎病育种的主要经验、问题及对策，马存，宋小轩；
- 第十九章，棉花枯、黄萎病的防治，马存；
- 第二十章，棉花枯、黄萎病的微生态学与生态防治，李洪连；
- 第二十一章，棉花枯、黄萎病的生物防治，马平；
- 附录，棉花品种抗枯萎病和黄萎病鉴定方法及抗性评价标准，简桂良。

在本书出版之际，首先感谢已故植保界老前辈沈其益教授，在九十六岁高龄

时为本书作序。感谢李振声院士、郭予元院士对本书的大力支持。感谢曾士迈、李振岐两位院士的大力推荐。感谢植物保护研究所领导将这本书作为中国农业科学院植物保护研究所建所 50 周年献礼。感谢所有给此书撰写提供资料和帮助的同志。由于编者水平所限，差错疏漏之处，敬请读者指正。

编 者

2007 年 5 月

【目 录】

序 前言

第一章 棉花生产及其病害	1
第一节 世界棉花生产概况	1
一、世界棉花种植面积和单产	1
二、世界主要产棉国家棉花生产概况	2
第二节 我国棉花生产概况	4
一、我国五大植棉区	4
二、我国棉花的播种面积及产量	6
第三节 我国棉花的主要病害	7
一、棉花苗期病害	7
二、棉花铃期病害	8
三、棉花枯、黄萎病	8
参考文献	9
第二章 棉花枯萎病发生为害及分布	10
第一节 国外棉花枯萎病发生概况	10
一、枯萎病在美国的发生分布及为害	10
二、其他国家枯萎病的分布与为害	10
第二节 我国棉花枯萎病发生概况	11
一、1949 年以前枯萎病的发生	11
二、1950—1980 年枯萎病发生、分布及为害	12
三、1982 年全国枯、黄萎病普查结果	12
第三节 我国主产棉省（自治区）枯萎病发生与为害	13
一、河南省棉花枯萎病发生与为害	13
二、河北省棉花枯萎病发生与为害	14
三、山东省棉花枯萎病发生与为害	14
四、陕西省棉花枯萎病发生与为害	14
五、江苏省棉花枯萎病发生与为害	15
六、四川省棉花枯萎病发生与为害	15
七、新疆维吾尔自治区棉花枯萎病发生与为害	15

八、其他产棉省枯萎病发生与为害	16
第四节 棉花枯萎病症状类型	16
一、苗期症状	17
二、成株期症状	18
三、枯、黄萎病菌复合侵染症状	18
四、温室接种苗期症状	19
参考文献	19
第三章 棉花枯萎病的病原菌	20
第一节 棉花枯萎病菌的形态及分类地位	20
一、棉花枯萎病菌的分类地位	20
二、棉花枯萎病菌的形态	20
第二节 棉花枯萎病菌的寄主范围	21
第三节 棉花枯萎病菌的生理生化特性	22
一、棉花枯萎病菌的碳代谢	22
二、棉花枯萎病菌的氮代谢	22
三、棉花枯萎病菌的同工酶	22
四、温度对棉花枯萎病菌生长的影响	23
第四节 棉花枯萎病菌在土壤中的存活	23
第五节 棉花枯萎病菌的种子带菌及检验	26
第六节 棉花枯萎病菌的生理小种	27
参考文献	28
第四章 棉花枯萎病菌的侵染循环、传播及流行规律	30
第一节 棉花枯萎病菌的侵染循环及传播	30
一、枯萎病菌的侵染循环	30
二、种子带菌传播	31
三、病残体传播	33
四、其他传播途径	34
第二节 棉花枯萎病田间消长规律	34
一、环境条件对枯萎病的影响	34
二、土壤状况与枯萎病发病的关系	35
三、棉花不同生育期枯萎病发生规律	36
参考文献	36
第五章 棉花枯萎病菌的抑菌土	38
第一节 抑菌土的研究历史	38
一、抑菌土的概念	38

二、抑菌土的研究历史·····	38
三、抑菌土的抑菌机理·····	39
第二节 棉花枯萎病菌的抑菌土·····	41
一、抑菌土对棉花枯萎病发生的抑制·····	41
二、抑菌土对棉花枯萎病菌繁殖的影响·····	43
三、抑菌土抑菌作用的可转移性·····	43
四、抑菌土对棉花枯萎病菌大、小分生孢子萌发的影响·····	44
五、棉花枯萎病抑菌土的抑菌机制·····	45
第三节 抑菌土的利用·····	46
一、拮抗性微生物的开发和利用·····	46
二、用抑菌土诱发导菌土的抑菌性控制病害的发生·····	46
三、土壤添加物的开发和利用·····	47
参考文献·····	47
第六章 棉花枯萎病的致病机理及抗病机制·····	49
第一节 棉花枯萎病的致病机理·····	49
一、导管堵塞学说·····	49
二、毒素学说·····	49
第二节 棉花抗枯萎病机制·····	52
一、棉花即存的抗病性·····	52
二、棉花的诱导抗病性·····	55
三、交互保护现象·····	58
四、根分泌物·····	58
参考文献·····	59
第七章 棉花黄萎病的发生为害及分布·····	61
第一节 黄萎病在国外的分布与为害·····	61
一、黄萎病在美国的分布与为害·····	61
二、黄萎病在其他国家的分布与为害·····	62
第二节 黄萎病在国内的分布与为害·····	63
一、20 世纪 70 年代以前黄萎病的发生分布与为害·····	63
二、20 世纪 70~80 年代黄萎病的扩展蔓延·····	63
三、20 世纪 90 年代以后黄萎病的严重发生与为害·····	63
第三节 我国主产棉省(自治区)黄萎病的发生与为害·····	64
一、河南省黄萎病的发生与为害·····	64
二、河北省黄萎病的发生与为害·····	64
三、山东省黄萎病的发生与为害·····	65
四、陕西省黄萎病的发生与为害·····	65

五、江苏省黄萎病的发生与为害	66
六、四川省黄萎病的发生与为害	66
七、新疆维吾尔自治区黄萎病的发生与为害	66
八、其他植棉省黄萎病的发生与为害	67
第四节 棉花黄萎病的症状类型	67
一、幼苗期症状	68
二、成株期症状	68
三、枯萎病和黄萎病的症状比较	69
参考文献	69
第八章 棉花黄萎病的病原菌	71
第一节 棉花黄萎病菌的分类、形态及寄主范围	71
一、我国棉花黄萎病菌种的鉴定	72
二、棉花黄萎病病原菌的形态	72
三、棉花黄萎病菌的寄主范围	73
第二节 棉花黄萎病菌的生理生化	74
一、棉花黄萎病菌的生理	74
二、棉花黄萎病菌的生化	75
第三节 棉花黄萎病菌致病力分化及生理型	75
一、棉花黄萎病菌的生理型	75
二、棉花黄萎病菌“营养亲和群”的研究	76
三、棉花黄萎病菌血清学反应	77
四、棉花黄萎病菌凝胶电泳分析	78
第四节 棉花黄萎病菌土壤带菌检验	78
一、土壤黄萎病菌分离方法	79
二、土壤黄萎病菌选择性培养基——棉选1号	79
第五节 棉花黄萎病菌分子标记	80
一、棉花黄萎病菌的 RFLP 分析	81
二、棉花黄萎病菌的 RAPD 分析	81
三、黄萎病菌 ITS 的应用	83
四、黄萎病菌的 AFLP 分析	83
参考文献	84
第九章 棉花黄萎病的传播及流行规律	86
第一节 棉花黄萎病的传播	86
一、种子带菌传播	86
二、病株残体带菌传播	88
三、棉籽壳和棉籽饼带菌传播	89

四、带菌土壤及其他传播途径	89
第二节 棉花黄萎病田间消长规律	90
一、生育期和植株密度对黄萎病发生的影响	90
二、耕作栽培措施及水肥条件对黄萎病发生的影响	90
三、气象条件与黄萎病发生的关系	92
四、温度对黄萎病发生的影响	92
第三节 黄河流域棉区黄萎病流行规律	94
一、豫北棉区黄萎病流行规律	95
二、冀中棉区黄萎病流行规律	98
第四节 长江流域棉区黄萎病流行规律	99
一、长江流域棉区黄萎病发生程度与气象因子的关系	99
二、长江流域棉区黄萎病发生程度与旬气温的关系	101
三、江汉平原棉区黄萎病流行规律	103
四、长江下游棉区黄萎病流行规律	105
参考文献	106
第十章 棉花黄萎病菌的毒素	108
第一节 植物病原真菌毒素的基本认识	108
一、植物病原真菌毒素的概念	108
二、植物病原真菌毒素的非专化性与专化性	109
三、植物病原真菌毒素的作用位点	110
四、植物病原真菌毒素的作用方式	110
第二节 棉花黄萎病菌毒素研究进展	112
一、棉花黄萎病菌毒素的致病性及其致病机理	112
二、棉花黄萎病菌毒素在抗病育种中的应用	121
参考文献	122
第十一章 棉花黄萎病菌的致病机理及抗病机制	124
第一节 棉花黄萎病菌的致病机理	124
第二节 棉花黄萎病菌致病的生理生化基础	126
第三节 棉花抗黄萎病机制	127
一、棉花与黄萎病菌的互作及识别	127
二、棉花组织结构抗病性	127
三、棉花生理生化抗病性	128
四、植物抗病基因的利用	130
参考文献	131
第十二章 棉田线虫与枯、黄萎病的关系	134