

姚文国 章 正 黄冠胜 主编

小麦

矮化腥黑穗病



中国农业出版社

小麦矮化腥黑穗病

姚文国 章 正 黄冠胜 主编

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

小麦矮化腥黑穗病/姚文国等主编. —北京: 中国农业出版社, 2002.5

ISBN 7-109-07632-6

I. 小… II. 姚… III. ①小麦—黑粉病—防治②小麦—黑粉病—植物检疫 IV. S435.121.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 018705 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 王 强

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 7.625 插页: 1

字数: 188 千字 印数: 1~1 000 册

定价: 40.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编写人员名单

主 编	姚文国	章 正	黄冠胜	
编写人员	姚文国	章 正	黄冠胜	彭金火
	周国梁	张宝峰	赵宝庆	安治国
	陈诏林	毛志农		

序

小麦是我国最重要的粮食作物之一，近 20 年来，我国小麦的种植范围已大幅扩展，北起松辽平原，南达珠江三角洲，据 2000 年统计，全国总计有 30 个省、市、自治区种植小麦，总面积达 2 665 万 hm^2 ，其中冬小麦占 88% 左右，产量占小麦总产量的 90%。由此可见，我国冬小麦的生产消长，在国民经济中具有举足轻重的地位。

小麦矮化腥黑穗病 (*Tilletia controversa*) 是一种对小麦生产具有很强破坏性的外来危险性病害。早在 20 世纪 30 年代，有的国家由于此病导致严重减产，常规种子处理无效而作为小麦网腥黑穗病 (*Tilletia tritici*) 的一个新的致病株系而受到广泛关注。田间调查表明，在此病流行年份，受害麦区减产可达 30% ~ 50% 甚至更高，而常规的防治方法均收效甚微，直到 1948 年，Lowther 证明小麦矮化腥黑穗病冬孢子在萌发生理条件上与小麦网腥黑穗病病菌完全不同，此后小麦矮化腥黑穗病病菌，得以作为不同于小麦网腥黑穗病的另一种重要病害，而进行了广泛的研究。

中国对小麦矮化腥黑穗病的研究，始于 20 世纪 60 年代我国贸易性进口粮食的初期，由于小麦矮化腥黑穗病病菌具有种传和土传的特性，病菌既可随同种子传播，也能随同粮用小麦子粒远地扩散，初期的研究主要是寻求有效可靠的检测鉴定技术，近 20 年来，由于进口粮累积数量不断增长，考虑到冬小麦在我国粮食生产中的重要作用，继又进行了小麦矮化腥黑穗病的生物学特性研究，并结合我国冬小麦不同种植区的地理气候条件，开展

了小麦矮化腥黑穗病的生态学和地理植病学研究，相应地研究了对小麦矮化腥黑穗病病菌的检疫处理，形成了结合我国农业生产特点的，对小麦矮化腥黑穗病具有创造性、系统性的检疫研究工作。

《小麦矮化腥黑穗病》一书是在广泛收集国内外信息资料的基础上，结合我国近 20 余年的研究，从病菌形态学特征开始，以植物检疫的观点，对病菌生物学、生态学、地理植病学及检疫处理等方面进行的比较系统的研究论述，这是我国关于小麦矮化腥黑穗病具有独特观点和研究成果较丰富的专著。此书的出版，将有利于对此病的了解认识，以期对我国防止外来危险性病害的传入起到积极的作用。本书对农业管理部门，植保植检工作人员，农林院校和科研单位，以及贸易部门，均有一定的参考价值。

中国科学院院士

袁维善

前 言

小麦矮化腥黑穗病 (*Tilletia controversa* Kühn, 简称 TCK) 是麦类黑穗病中危害最大, 防治最难的一种病害。TCK 随带菌的种子和粮食进行远距离传播, 可随土壤传播。其冬孢子可在土壤中存活 2~3 年, 其菌瘿可存活 8 年左右, 我国把 TCK 列为一类检疫性植物病害。为了防止 TCK 从国外传入, 我国有关部门采取了一系列检疫措施, 对进口小麦及其他寄主植物的种子、粮食等实施严格检疫, 各地检验检疫局在口岸检疫中多次截获了 TCK, 在检疫实践中积累了较丰富的经验。国内有关单位对 TCK 的为害、检验方法、处理技术等方面开展了深入的研究, 并与有关国家进行了技术交流和合作, 取得了丰硕的成果。我国对 TCK 的研究和实践在世界上具有先进水平。另外, 小麦是国际贸易中的重要农产品, 我国每年需进口一定数量的小麦, 在对 TCK 实施检疫工作中, 既强调保护我国小麦生产的安全, 同时也十分注意便于小麦的正常贸易, 较好地处理了这两者的关系。

本书广泛搜集了国内外关于 TCK 的资料, 总结和整理了我国关于 TCK 技术成果和实践经验, 不但介绍了 TCK 的生物学特性, 病原及分类地位, 风险分析, 检疫法规、政策和措施, 检疫方法, 灭菌处理技术等知识。还介绍了 TCK 与小麦贸易的关系等。本书的作者都是长期从事植物检疫工作的专家, 对 TCK 有 20 多年的研究和实践经验。本书专业性强, 具有较强操作性, 兼顾了理论性、政策性、实用性, 对 TCK 的认识和检疫工作具有重要的参考价值。

本书适用于从事农业生产、管理、检验检疫、教学、科研以及有关贸易的人员参考，尤其为口岸检验检疫人员、植物保护工作者提供了较详尽新鲜的技术资料。由于科学技术在不断发展，加之限于作者水平，本书难免有不足之处，敬请读者批评指正。

编著者

2001年8月

目 录

序

前言

第一章 小麦矮化腥黑穗病概要 (1)

第二章 小麦矮化腥黑穗病病原 (9)

第一节 分类地位及特征 (9)

第二节 形态学 (11)

第三节 冬孢子萌发及其生理学 (13)

第四节 体外培养 (19)

第五节 细胞学 (21)

第六节 病原专化性 (22)

第七节 冬孢子自发荧光显微学 (26)

第八节 近似种和鉴定 (27)

第三章 小麦矮化腥黑穗病的生物学 (35)

第一节 传播途径 (35)

第二节 存活期 (35)

第三节 侵染 (36)

第四节 防治 (54)

第四章 小麦矮化腥黑穗病和中国小麦贸易 (60)

第一节 世界小麦产量及贸易情况 (60)

第二节	中国进口小麦情况	(63)
第三节	中国进口小麦的接卸、储运及加工情况	(65)
第四节	中国在进口小麦中截获小麦矮化腥黑穗病 的情况	(66)
第五节	围绕小麦矮化腥黑穗病检疫问题的争论	(67)
第五章	进口小麦和小麦矮化腥黑穗病风险分析	(69)
第一节	有害生物风险分析评述	(69)
第二节	进口贸易性小麦的风险分析	(79)
第三节	小麦矮化腥黑穗病风险评估	(83)
第六章	我国为防止小麦矮化腥黑穗病传入所采取的 检疫对策	(98)
第一节	有关小麦矮化腥黑穗病的检疫法规	(98)
第二节	我国对小麦矮化腥黑穗病采取的检疫措施	(102)
第七章	小麦矮化腥黑穗病的检疫方法及处理技术研究 ...	(109)
第一节	小麦矮化腥黑穗病检疫技术的发展过程	(109)
第二节	小麦矮化腥黑穗病检疫鉴定方法的国家标准 ...	(117)
第三节	小麦矮化腥黑穗病灭菌处理技术研究	(120)
附录一	小麦矮化腥黑穗病对中国植物检疫的重要性	(130)
附录二	中美小麦矮化腥黑穗病菌鉴定合作研究	
	I. 自发荧光显微学特性研究	
	 章 正 王 园 姚文国 曲能治	
	张翠蓉 吴莘喁 彭金火 周国梁	(147)
	中美小麦矮化腥黑穗病菌鉴定合作研究	
	II. 比较形态学研究	
	 章 正 王 园 姚文国 曲能治	

张翠蓉 吴莘喁 彭金火 周国梁 (158)

- 附录三 应用生物气候相似距对小麦矮化腥黑穗病在我国
定殖可能性研究 魏淑秋 章 正 郑耀水 (170)
- 附录四 γ 射线对小麦矮化腥黑穗病菌的灭活效应
..... 彭金火 张翠蓉 许永金 安治国 (177)
- 附录五 有害生物风险分析指南 (182)
- 附录六 植物检疫 小麦矮化腥黑穗病菌检疫鉴定方法 ... (221)

第一章 小麦矮化腥黑穗病概要

一、历史

腥黑穗病是一类重要的植物病害，早期有关腥黑穗病的研究奠定了现代植物病理学的基础。一百多年来，大量的文献对黑穗病菌及其引起的病害作了报道。研究人员通过专著、教科书、年鉴、期刊和各种评论对 *Tilletia* 的种从各个方面作了报道。这些报道包涵了病原菌分类、生物学及病理学诸多领域。

(一) 腥黑穗病菌

最初，小麦腥黑穗病被认为是由于过度施肥或不合适施肥而引起的谷物退化，或是因为挂满露水的小麦受到太阳射线的作用而引起的 (Fischer 及 Holton, 1957)，以后又有一些其他的解释。1755 年，法国科学家 Tillet 报道了他有关小麦普通腥黑穗病 *Tilletia caries* 的经典试验，他将病株上得到的黑粉与土壤或健康种子混合后可以引起发病，从而在植物病理学首次提出了腥黑穗病粒的起因关系，即病害可以通过接触传染。Tillet 还区分了由 *Tilletia caries* 引起的小麦腥黑穗病 “la carie” 与由 *Ustilago nudu* (Jens.) Roster 引起的小麦散黑穗病 “le charbon” 之间的不同。Tillet 不但证明病菌孢子团可以产生许多黑色孢子，从理论及实践上推翻了过去小麦普通腥黑穗病发病理论；而且 Tillet 还首次提出了通过种子处理防治小麦普通腥黑穗病的可能途径，即 “用盐水或与干石灰粉可以避免黑粉菌与健康种子间接触”。

瑞士学者 Prevost (1807) 也开展小麦普通腥黑穗病的研究，

首次通过试验证实小麦普通腥黑穗病是由一种微生物引起的，他认为冬孢子是引起该病的媒介。这个论断比 Koch 就有关羊的一种病害是由微生物引起的报道早 50 多年。

法国 Tulaners 兄弟的研究 (1861—1865)，是继 Tillet 后又一个里程碑式的工作。他们建立了 *Tilletia* 属以纪念 M. Mathieu du Tillet 100 多年前的工作并给当时称为 “*Uredo caries* DC” 的小麦黑穗病以适当的分类地位，并且他们描述并区分了冬孢子萌发产生的初生担孢子与次生担孢子的形态。

随着 Antone deBary (deBary, 1853) 的 *untersuchungen uber die brandpilze* 论文的发表，标志着小麦矮化腥黑穗病的研究中心开始转向德国。在该文中，Antone deBary 报道了担孢子的融合并描述了他对黑粉菌有关结合及生活史的推测。随后，Kühn (1858) 的 *Krankheiten der Kulturegewaches, ihre Ursachen und ihre Verbutung* 的发表，标志着现代植物病理学的兴起。

Oscar Brefeld (1872—1912) 的研究为植物病理学发展奠定了基础 (Fisher 及 Holton, 1957)。他描述了大量黑粉病菌，展示了形态学特征在种间的变异程度，研究了大量的生活史，揭示了黑粉病的寄主专化性。

19 世纪初，随着在美国种植大面积小麦，小麦矮化腥黑穗病在美国太平洋西北部的为害越来越严重。为此，美国学者开展了大量研究。包括种子处理、农业措施及选育新的抗病品种等方面。H. M. Woolman (1914) 首次提出了防治小麦腥黑穗病的 4 条措施，现在看来这三条措施至今仍有参考价值，“第一，种子处理；第二，作物轮作；第三，抗病育种”。以后，C.S. Holton、L.H. Purdy、E.L. Kendrick、J.A. Hoffmann 等著名学者开展了大量卓有成效的研究，为植物病理学的发展作出了贡献。其中，C.S. Holton 与 Fisher (1957) 出版了《黑粉病的生物学与防治》这一经典专著尤为重要。

随着现代生物学的兴起，研究人员用分子生物学技术来揭示

黑粉病菌间的分类学关系、研究其与寄主的关系以及其他诸多特殊的生物学特性。由于黑粉病菌在纯培养时能产生酵母状菌丝及单倍体与双倍体菌丝，黑粉病菌已被许多学者作为分子植物病理学的研究模式菌。

(二) 小麦矮化腥黑穗病

1935年前，小麦矮化腥黑穗病一直是作为小麦普通腥黑穗病的一种。在美国 Montana, Young (1935) 仔细观察小麦矮化腥黑穗病株的症状后，认为小麦矮化腥黑穗病菌株的主要症状不同与小麦普通腥黑穗病，即病株矮化明显、分蘖多、病穗紧密及病粒硬，因此将小麦矮化腥黑穗病菌从小麦普通腥黑穗病菌中区分开来，作为小麦普通腥黑穗病菌的一个“新变种”。事实上，1874年就在德国发现小麦矮化腥黑穗病。Fischer 及 Duran (1956) 推测可能在 19 世纪前小麦矮化腥黑穗病菌就已经在欧洲有发生。

自从 Young 认为矮化腥黑穗病菌为 *Tilletia tritici* 的一个“新变种”以来，对矮化腥黑穗病的命名一直意见纷纷。1952年，Fischer 将有害学名和其他禾本科植物上一些腥黑穗病菌提升为种，即主张将所谓的小麦普通腥黑穗病菌的一个“新变种”提升到种的地位，并定名为 *Tilletia brevifaciens*。两年以后，Connors 重新对小麦矮化腥黑穗病菌的形态作了研究，他认为 Fischer 所描述的病菌形态与 Kühn (1874) 描述寄生在匍匐冰草 *Agropyron repens* (L.) Beauv. 上的病原菌 *T. contraversa* 形态没有明显差异，根据国际植物命名法规，将 *T. brevifaciens* 作为 *T. contraversa* 的同物异名。随后，在研究矮化腥黑穗病菌学名时，Savile (1962) 认为 Kühn (1874) 在命名时拼错了，指出拉丁文法有一定的规定，因为“contra”是前置词，意为“抗”；而“contro”是词头，组成的“*contraversa*”的拉丁文原意为“可疑、议论、争论”等，因此建议将小麦矮化腥黑穗病菌的学名更改为 *Tilletia contraversa* Kühn。Duran 及 Fischer 等学者同意这

种更改。

由于小麦矮化腥黑穗病菌仅为害冬小麦这一特殊的生物学特性及形态学特征与小麦网腥黑穗病菌有一定程度的重叠，因此就小麦矮化腥黑穗病菌分类地位的有效性等长期存在争论。许多科学家就小麦矮化腥黑穗病菌生物学特性、形态学特征、病害的防治开展了大量的研究（表 1-1、1-2、1-3）。

表 1-1 小麦腥黑穗病与黑粉病研究文献年份统计

年份	普通腥黑穗病	普通腥黑穗病与矮化腥黑穗病	矮化腥黑穗病	印度腥黑穗病	叶黑粉病	散黑粉病
1980	10	(1)				2
1981	4			4		3
1982	1	(3)			1	11
1983	5		2	3	1	8
1984	8		1	7	3	1
1985	7	(1)	2	2		
1986	7	(3)	3	7	1	1
1987	3	(1)	2	4	1	1
1988	1	(3)	4	13		1
1989	1		2	6		2
1990	2	(2)	2	3		
1991	3	(1)	3			2
1992	3	(1)	1	5		1
1993	2	(3)	2	2	1	2
1994	4	(1)	3	4		1
1995	4		1	2		1
1996	2	(1)	1	4		
1997				1	1	

表 1-2 按国别统计小麦腥黑穗病与黑粉病
研究文献 (1980—1997)

国 别	普通腥黑 穗病	普通腥黑 穗病与矮化 腥黑穗病	矮化腥黑 穗病	印度腥 黑穗病	叶黑粉病	散黑粉病
中 国	9		15	3	9	13
美 国	23	(13)	24	28	4	7
澳大利亚	5				1	2
加 拿 大	11	(3)	4			7
德 国	4	(1)	4			1
印 度	2			21	5	15
墨 西 哥				15		
波 兰			1			
前 苏 联	14	(1)	1			2
英 国	23	(13)	24	28	4	7

表 1-3 按研究内容统计小麦腥黑穗病与黑粉病
研究文献 (1980—1997)

研究内容	普通腥黑 穗病	普通腥黑 穗病与矮化 腥黑穗病	矮化腥黑 穗病	印度腥 黑穗病	叶黑粉病	散黑粉病
遗传与细胞生物学	8	(6)	2	4		3
流行与生态学	6	(1)	5	14	2	8
生活史与生理学	8	(8)	8	12	1	1
形态学与鉴定	3	(2)	3	8		
抗病育种	28	(1)	2	16	3	12
化学防治	15		9	2	4	14
熏 蒸	4		2	2		
一般报告	3		1	6		
小 计	76	(9)	16	64	10	38

分子生物学技术的应用,对明确小麦矮化腥黑穗病菌的分类地位起到了积极作用。Shi 等(1996)用 RAPD 技术分析了 95 个 *Tilletia controversa*、*T. tritici*、*T. laevis* 及 *T. fusca* var. *bromi-tectorum* 菌株之间的亲缘关系。根据 23 个引物的扩增结果可以将 95 个菌株分成 2 个组。第一组包括所有 66 个小麦腥黑穗病菌菌株,第二组仅包括 29 个 *T. fusca* var. *bromi-tectorum* 菌株;其中可以将第一组进一步分为 2 个亚组,19 个 *Tilletia controversa* 菌株作为一组,另外 38 个 *T. tritici*、*T. laevis* 菌株及 6 个 *Tilletia controversa* 菌株归为一组。根据研究结果,结合核糖体 DNA 的研究结果,考虑到小麦矮化腥黑穗病菌与小麦普通腥黑穗病菌之间可以自然杂交,Shi 等(1996)认为,小麦矮化腥黑穗病菌与小麦普通腥黑穗病菌由同一祖先沿 2 个进化途径演变而成。

二、区域分布

南美洲:阿根廷、乌拉圭。

大洋洲:新西兰、澳大利亚。

非洲:利比亚、摩洛哥、突尼斯、阿尔及利亚。

欧洲:乌克兰、奥地利、瑞典、阿尔巴尼亚、捷克、斯洛伐克、德国(巴伐利亚、巴登、符腾堡)、罗马尼亚、瑞士、保加利亚、希腊、匈牙利、意大利、卢森堡、波兰、西班牙、俄罗斯、南斯拉夫、法国、利比亚、丹麦、克罗地亚、摩尔多瓦、格鲁吉亚、阿塞拜疆、亚美尼亚。

北美洲:加拿大(不列颠哥伦比亚、安大略)、美国(华盛顿、爱达荷、犹他、俄勒冈、蒙大拿、科罗拉多、纽约、怀俄明、密执安、印第安纳)。

亚洲:土耳其、伊朗、巴基斯坦、哈萨克斯坦、阿富汗、伊拉克、叙利亚、乌兹别克斯坦、土库曼斯坦、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦、日本。