

辽宁省甜瓜果腐病病原菌鉴定及生物学特性初探

刘志恒^{1,*}, 侯悦¹, 胡积祥¹, 滕晓菲¹, 黄欣阳¹, 王世维¹, 赵廷昌²

(¹ 沈阳农业大学植物保护学院, 沈阳 110866; ² 中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100193)

摘要: 由丝核菌引起的甜瓜果腐病是辽宁省近年发生的新病害, 在棚室甜瓜生产中发生渐趋严重。根据病原菌形态、致病性、菌丝融合群和 rDNA-ITS 序列分析, 确定其病原菌为茄丝核菌 (*Rhizoctonia solani*), AG-4 HGI 融合群。病原菌生物学特性测定结果表明, 菌丝生长最适温度 28 °C; 最适 pH 6.0~8.0; 供试 10 种培养基中, 在甜瓜煎汁培养基中菌丝生长最快; 供试 9 种碳源和 10 种氮源中, 最适碳源为可溶性淀粉, 最适氮源为蛋白胨; 光照对菌丝生长影响较小。菌核形成最适条件为温度 25 °C, pH 7.0, 理查培养基, 黑暗条件; 以山梨醇为碳源的 PA 培养基和以 KNO₃ 为氮源的查氏培养基有利于菌核形成。对于病菌菌核萌发胡萝卜煎汁培养基最为适宜; 供试 9 种碳源和 10 种氮源中, 最适碳源为麦芽糖, 最适氮源为蛋白胨; 菌核萌发最适温度 28 °C, 最适 pH 5.0~8.0, 黑暗条件利于菌核萌发; 菌丝致死温度 50 °C、10 min; 菌核致死温度 53 °C、10 min。

关键词: 甜瓜; 甜瓜果腐病; 茄丝核菌; rDNA-ITS; 生物学特性

中图分类号: S 652

文献标志码: A

文章编号: 0513-353X (2013) 01-0089-09

Identification and Biological Characteristics of Muskmelon Fruit Rot Pathogen in Liaoning Province

LIU Zhi-heng^{1,*}, HOU Yue¹, HU Ji-xiang¹, TENG Xiao-fei¹, HUANG Xin-yang¹, WANG Shi-wei¹, and ZHAO Ting-chang²

(¹ College of Plant Protection, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China; ² Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract: Muskmelon fruit rot caused by *Rhizoctonia* sp. is a new disease first found in Liaoning Province in recent years. The disease appears more serious on greenhouse muskmelon. The casual agent was identified as AG-4 HGI of *Rhizoctonia solani* by the studies of the morphology, pathogenicity, anastomosis groups and ribosomal DNA-ITS. The biological characteristics of the results showed that the best mycelium growth was obtained at 28 °C and pH 6.0–8.0; The melon juice culture medium was most conducive to mycelium growth in the 10 tested media, The optimum one was soluble starch in the 9 tested carbon sources, the optimum nitrogen source was peptone. The effect of light on the mycelial growth was not evident. The ideal sclerotium generation was at 25 °C, pH 7.0, in darkness and with Czapek culture

收稿日期: 2012-07-13; 修回日期: 2012-11-09

基金项目: 国家西瓜甜瓜产业技术体系 (CARS) 项目

* E-mail: ilovehouyue@126.com

medium. The beneficial carbon source for the formation of sclerotia was Sorbitol; The beneficial nitrogen source for the formation of sclerotia was KNO_3 . Sclerotium germination was well with carrot juice culture medium; In the 9 tested carbon sources and 10 tested nitrogen sources, sclerotium germination was in favor of malt sugar and peptone; The optimum temperature for sclerotium germination was 25 °C; The optimum pH is 5.0 – 8.0; Dark conditions was benefit for sclerotium germination. The mycelial lethal temperature was at 50 °C for 10 min. The lethal temperature for sclerotium was at 53 °C for 10 min.

Key words: muskmelon; muskmelon fruit rot; *Rhizoctonia solani*; rDNA-ITS; biological characteristics

中国甜瓜面积占世界总面积的 45%以上, 产量占 55%以上 (马跃, 2011)。甜瓜丝核菌果腐病是辽宁省近年甜瓜生产上的新见病害, 在春茬冷棚甜瓜近收获期间发生比较普遍。

目前国内外对于甜瓜果腐病的研究多针对细菌所致的果腐病 (O'Brien & Martin, 1999; 王叶筠, 2003; 葛林梅 等, 2006), 而对于丝核菌引起的甜瓜果腐病在中国仅在内蒙古自治区 (吕佩珂, 1996) 和山东省 (李金堂, 2010) 有发生危害的报道。在意大利曾有过丝核菌引起甜瓜果腐病的报道 (Corazza et al., 1992)。

作者针对辽宁省甜瓜丝核菌果腐病进行了病原菌分离鉴定, 柯赫氏法则证病, 病原菌 rDNA-ITS 分析, 并进行了病菌生物学特性测定, 以期为该病害发生规律的研究及其防控提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

甜瓜病果标样于 2011—2012 年在辽宁省法库县、新民市、海城市、台安县、彰武县共 5 个地区共采集 34 份。根据甜瓜病果危害的症状特点进行描述记载。采用常规分离方法进行病原菌分离并纯化 (方中达, 1998)。

1.2 病原菌鉴定

1.2.1 病菌形态特征观察

病菌在 PDA 平板上 25 °C 培养, 观察并计测菌落、菌丝和菌核形态。

1.2.2 柯赫氏法则证病

采用 4 种接种方法。(1) 菌悬液浸泡法: 将果实在配制好的菌丝悬浮液中浸泡 5 min (陆宁海 等, 2005); (2) 菌饼覆盖法: 用打孔器无菌打取 7 mm 菌饼, 将菌丝面朝向甜瓜覆盖。(3) 针刺法: 用消毒的针在菌丝悬浮液里浸蘸数秒, 在果实上针刺, 每果刺 10 针, 以刺破果实表皮为度 (陆宁海 等, 2005); (4) 打孔菌饼接种法: 用 7 mm 打孔器在果面打孔, 孔深 2 cm, 取与孔径相同的病原菌菌落圆片接入孔中 (卢东升和杨霁虹, 2006)。接种后室温保湿培养 24 ~ 48 h。每个果实处理 3 点, 每种方法 3 个果实重复 3 次。跟踪观察致病结果。

1.2.3 病菌菌丝融合群测定

病菌核相测定: 参照石仁才等 (2007) 的方法并加以改进。在灭菌载玻片中央滴 1 滴水琼脂, 将供试 34 株甜瓜丝核菌果腐病菌分别打取 5 mm 菌饼, 移植至载玻片水琼脂上, 放入培养皿中, 重复 3 次, 于 25 °C 保湿培养, 2 d 后滴加 0.5% KOH - 番红 O 染色。然后镜检观察各菌株细胞核数, 以区分病原丝核菌的核相——单核、双核或多核 (Sneh et al., 1991; 王洪凯 等, 1997; 李华荣,

1999)。

菌丝融合群测定：供试标准菌株有 AG1-IA、AG1-IB、AG1-IC、AG2-1、AG2-2IIIB、AG2-2IV、AG3、AG4-HGI、AG4-HGII、AG5、AG6-HGI、AG6-GV、AG8、AG9 和 AG-BI（植物免疫研究所高增贵研究员惠供）。采用玻片对峙培养法（陈延熙 等，1985）并稍加改进：将待测菌株及标准菌株在 25℃ 培养 2 d，打取直径 5 mm 菌丝块备用。在灭菌载玻片上滴 2% 水琼脂 3 滴，间隔 1.5 cm。将标准菌株菌饼置于载玻片中央，两侧置待测菌株，于 25℃ 恒温保湿培养。重复 3 次。当待测菌株与标准菌株的菌丝生长至相遇并交叉重叠时，在交叉处滴加 0.5% KOH - 番红 O 染色液，镜检菌丝融合情况。

融合群鉴定采用 Sneh 等（1991）的标准。（1）完全融合：接触细胞的细胞壁溶解，细胞质融合，互有引诱现象；（2）不完全融合或接触融合：接触细胞间细胞壁溶解，某一细胞的细胞质流入另一细胞内，且造成双方融合及其邻近几个细胞发生畸形，原生质减少或消失，有杀死反应，一方引诱另一方；（3）不融合：接触细胞壁不溶解，接触的两细胞无异常反应，各自菌丝按原来方向继续生长。属于前两种情况的菌丝融合方式被视为同一融合群。

1.2.4 病菌 rDNA-ITS 序列测定

采用 CTAB 法（Saghai et al., 1984; Guo et al., 2000）提取 DNA：病菌在 PDA 平板上 25℃ 培养 3 d，用牙签将菌丝挑至 1.5 mL 离心管中，加入 1 mL PBS，漩涡 1 min。离心收集菌体，加入 450 μL Lysis Buffer A，使用研磨棒将菌体碾碎，使之分散。加入 20 μL 蛋白酶 K，颠倒混匀。65℃ 水浴 1 h，其间颠倒混匀数次。加入 400 μL Lysis Buffer B，颠倒混匀数次。离心 5 min，将上清液转入离心柱，静置 2 min，离心 1 min，去废液。使用 wash Buffer A 洗涤 1 次，Wash Buffer B 洗 2 次，晾干乙醇。加入 60 μL ddH₂O。

PCR 扩增及产物测序：扩增引物采用真菌核糖体基因转录间隔区（ITS）通用引物 ITS4（5'-TCCCGCTTATTGATATGC-3'）和 ITS5（5'-GGAAGTAAAGTCGTAACAAGG-3'）。PCR 反应体系为 50 μL ，其中包括 10 \times PCR 反应缓冲液 5.0 μL ，Taq 聚合酶（5 U \cdot μL^{-1} ）1 μL ，dNTP（10 $\mu\text{mol} \cdot \mu\text{L}^{-1}$ ）1 μL ，基因组 DNA（100 ng $\cdot \mu\text{L}^{-1}$ ）1 μL ，引物 ITS4、ITS5（10 $\mu\text{mol} \cdot \mu\text{L}^{-1}$ ）各 1 μL ，加 ddH₂O 补足 50 μL 体积。在 GeneAmp PCRSystem 9700 中进行。反应程序为：94℃ 预变性 5 min；进入循环，94℃ 变性 30 s，48℃ 退火 30 s，72℃ 延伸 1 min，35 个循环；最后 72℃ 延伸 10 min。4℃ 保存。

PCR 产物检测，回收，配置测序反应体系，进行纯化后，由北京鼎国生物技术有限公司采用末端终止法进行测序。以 ITS4 和 ITS5 作为测序引物，运用 3730 测序仪进行正反方向测序。利用 SeqMa 进行序列组装。

1.3 病菌生物学特性测定

不同培养基的影响试验：选用 2% 水琼脂、PDA、PSA、查氏、理查、孟加拉红、燕麦片、黄瓜煎汁、甜瓜煎汁和胡萝卜煎汁等 10 种培养基，移接直径 5 mm 菌饼，25℃ 恒温培养，重复 3 次。采用十字交叉法间隔 24 h 测量 1 次菌落直径，计测各培养基上菌丝生长速度，2 d 后绘制菌丝生长速度柱形图，进行方差分析和多重比较（方中达，1998）。22 d 后比较不同培养基菌核的干质量。采用上述 10 种培养基，分别植入菌核每皿 40 粒，25℃ 恒温培养，重复 3 次，22 h 后观察菌核萌发情况，计算比较菌核萌发率（刘志恒 等，2010；毕淑娟 等，2012）。

不同温度、pH 和光照的影响试验：将直径 5 mm 菌饼移植于 PDA 培养基上，设置 0、5、10、15、20、25、28、30、35、40℃ 共 10 个温度梯度。将 PDA 培养基用 0.1 mol \cdot mL⁻¹ HCl 和 0.1 mol \cdot mL⁻¹ NaOH 分别调至 pH 2、3、4、5、6、7、8、9、10、11，共 10 个梯度，将直径 5 mm 菌饼分别移植

于不同处理平板上。将直径 5 mm 菌饼移植于 PDA 培养基上, 设置光照 24 h、黑暗 24 h、光照/黑暗交替 12 h/12 h, 共 3 种处理。接种菌饼、培养条件、重复次数、菌丝、菌核干质量及萌发测定分析比较方法同上。

不同碳源和氮源的影响试验: 以 PA 为基础培养基, 选取葡萄糖、果糖、半乳糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖、木糖、淀粉和山梨醇 9 种碳源分别按 2% 加入; 以不加硝酸钠的查氏培养基为基础, 选取硝酸钠、硝酸钾、硫酸铵、蛋白胨、酵母浸粉、脲、甘氨酸、L-谷氨酸、L-精氨酸和 L-半胱氨酸 10 种氮源, 分别按 0.2% 加入。应用菌饼、培养条件、重复次数、菌丝、菌核干质量及萌发测定分析比较方法同上。

菌丝和菌核致死温度的测定: 用无菌水配制菌丝悬浮液, 移 2 mL 于灭菌试管中, 分别置于 46、47、48、49、50、51、52、53、54、55 °C 恒温水浴锅中处理 10 min (预热 1 min)。将纯培养的菌核置于含有 2 mL 无菌水的试管中, 分别置于 50、51、53、54、55、56、57、58、59、60 °C 恒温水浴锅中处理 10 min (预热 1 min)。水浴后立即放入冷水中降至室温, 将试管内菌丝、菌核转入 PDA 平板中, 置 25 °C 恒温培养, 3 次重复, 3 d 后根据其是否萌发确定菌核致死温度 (吴海燕 等, 2001)。

2 结果与分析

2.1 病害症状与病原菌形态观察

甜瓜果腐病主要危害成熟果实, 发病部位初期呈褐色, 逐渐扩展呈深褐色, 从侵染中心开始逐渐外扩, 生出白色霉层, 外围呈水渍状湿腐。湿度大时白色霉层覆满整个病部, 后期果实腐烂 (图 1)。



图 1 甜瓜果腐病田间发病症状

Fig. 1 Field disease symptoms of muskmelon fruit rot

病菌在 PDA 培养基上, 菌丝初期无色, 老熟后呈淡褐色 (图 2)。远基菌丝直径 0.9~6.5 μm , 近基菌丝直径 4.4~12.3 μm 。菌丝多呈近直角分支, 分支基部缢缩, 附近具隔膜 (图 2)。后期菌丝相互纠集形成灰色、褐色至深褐色菌核。菌核球形、椭圆形或成片生长; 菌核内外层颜色较一致, 结构疏松; 表面粗糙, 湿度大时有液体渗出。

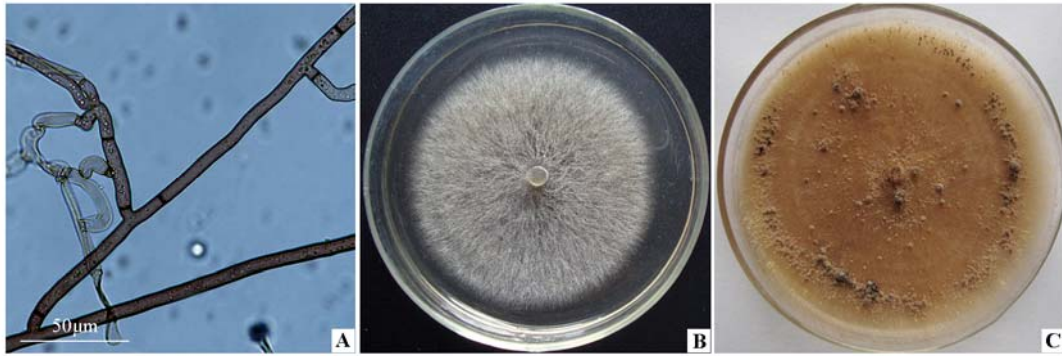


图 2 甜瓜果腐病病原菌形态 (A、B: 菌丝; C: 菌核)

Fig. 2 The shape of *Rhizoctonia solani* (A, B: Hypha; C: Sclerotia)

2.2 柯赫氏法则证病结果

人工接种后甜瓜病部症状与田间发病症状一致(图 3), 再行分离的病菌同原病菌菌丝融合(图 4)。



图 3 人工接种后甜瓜丝核菌果腐病症状

Fig. 3 Typical symptom of muskmelon fruit rot inoculated with *Rhizoctonia*

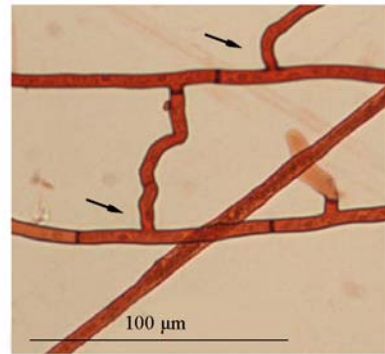


图 4 接种发病后分离菌与原接种菌融合

Fig. 4 Anastomosis of isolates inoculated after onset with the original inoculation

2.3 病原菌菌丝融合群测定

核相测定结果表明, 供试 34 株甜瓜果腐病菌菌丝细胞均为多核(图 5); 菌丝融合群测定结果

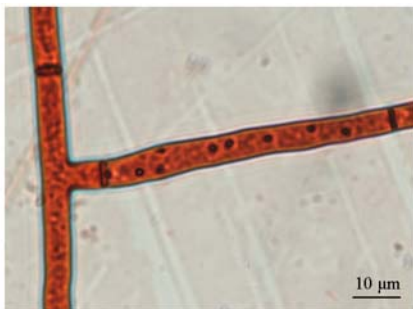


图 5 病菌菌丝核染色

Fig. 5 Coenocytic mycelium

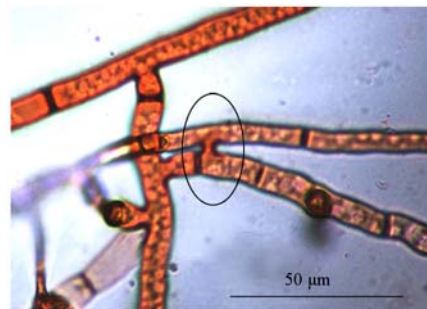


图 6 病原菌与标准菌株菌丝融合

Fig. 6 Anastomosis of the standard strains with pathogen

表明,供试 34 株均与标准菌株 AG-4 HGI 群融合(图 6,表 1)。由此确定甜瓜果腐病菌属于 AG-4 HGI 融合群。

表 1 辽宁省甜瓜果腐病菌菌丝融合群类别分布

Table 1 The distribution of *R. solani* AGs categories in Liaoning Province

调查区点 Regions	甜瓜品种 Muskmelon variety	调查样本数 Total	融合群 Anastomosis group
法库县 Faku	思维特 Siweite	8	AG-4 HGI
新民市 Xinmin	精品糖王 Jingpin Tangwang	6	AG-4 HGI
海城市 Haicheng	白糖罐 Baitangguan	4	AG-4 HGI
台安县 Taian	白糖罐 Baitangguan	6	AG-4 HGI
彰武县 Zhangwu	金妃 Jinfei	10	AG-4 HGI

2.4 病菌 ITS 序列测定结果

用一对真菌通用引物 ITS4/ITS5 对待测菌株进行 PCR 扩增,电泳检测结果得到大小约 667 bp 的片段(图 7)。

将待测菌株 rDNA ITS 序列与 GenBank 中相关菌株的 ITS 序列进行同源性比较,结果表明待测菌株与 *Rhizoctonia solani* AG-4 HGI (GenBank 收录号: JN254788.1) 的同源性达到 99%。经查阅相关资料,结合鉴定结果表明,本试验中采集分离的甜瓜果腐病菌,其分类归属为真菌界,无性态类群,丝孢纲,无孢目,丝核菌属,茄丝核菌 (*Rhizoctonia solani*), AG-4 HGI 融合群。

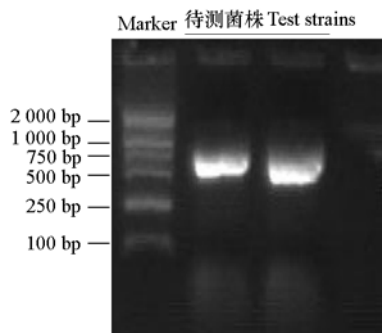


图 7 病菌 DNA 的 PCR 扩增产物检测图

Fig. 7 Detection profile of DNA template after PCR reaction

2.5 病菌生物学特性测定结果

测定结果表明,病菌在甜瓜煎汁培养基上生长最快,其次为黄瓜煎汁等培养基,在理查培养基上生长最慢。从菌核产生干质量看,理查培养基上产生菌核量最大,其次为查氏培养基,水琼脂产生菌核量最少。菌核萌发在不同培养基上差异明显,胡萝卜煎汁培养基萌发率最高达 95%,而 2% 水琼脂培养基萌发率最低。

菌丝生长适宜温度为 25~30℃,以 28℃ 最适,菌丝生长致密。从菌核干质量看,25℃ 下产生菌核量最大,5、10、40℃ 无菌核产生。菌核萌发测定结果表明,在 15~30℃ 范围内菌核均可萌发,28℃ 为最适温度,萌发率 100%。病菌对酸碱要求不严格,pH 3~11 范围内均可生长。pH 6~8 时菌落扩展最快,生长致密,pH 7 时最适。从菌核干质量看,pH 7 条件下最易产生菌核。pH 7 时萌

发率最高,达 85%以上。光照对病菌菌丝生长影响不明显。黑暗条件利于菌核产生。从菌核萌发看,黑暗条件略优,而光暗交替较差,萌发率 75%。

病菌在供试 9 种碳源生长差异显著,在以可溶性淀粉为碳源的培养基上生长最快,木糖培养基上最慢。从菌核干质量看,山梨醇利于菌核产生,干重质量最大;而木糖不利,菌核量最少。菌核萌发对 9 种碳源的利用差异显著,麦芽糖促进作用明显,萌发率达 85%以上。

菌丝生长对不同氮源的利用差异显著,以蛋白胨为最适。 KNO_3 为氮源有利于菌核产生,菌核干质量最大,而 L-半胱氨酸产生菌核量最少。不同碳源对菌核萌发影响差异明显,蛋白胨为氮源时有利,萌发率达 90%。

经 $\geq 50^\circ\text{C}$ 温度处理后,菌丝均未生长,确定菌丝致死温度为 50°C , 10 min; 经 $\geq 53^\circ\text{C}$ 的温度处理后,菌核均不萌发,确定菌核致死温度为 53°C , 10 min。

3 讨论

试验中通过对甜瓜丝核菌进行 rDNA-ITS 序列分析,可缩小菌丝融合群的鉴定范围,并通过菌丝融合群及形态学鉴定方法进一步确认分子鉴定结果,运用分子和生物学双重手段使得鉴定方法方便、快速、准确。

在试验中多次重复回接过程中发现,丝核菌对甜瓜果实的侵染力较强,有伤和无伤接种,病菌均可侵染,而且伤口越大侵染发病越快,病情越重。由此分析认为病原菌主要经虫伤、机械伤侵染果实,也可通过果实表皮直接侵入。这也印证了田间土层表面有划痕的甜瓜发病严重的现象。而且在温暖多雨多雾的环境中病菌更易侵染和传播。据此认为病害防治时应注意减少伤口和合理调节温、湿度,或选用吊蔓式栽培。

测定结果表明,病原菌菌丝致死温度为 50°C , 10 min,与杨子祥等(2009)报道的香石竹立枯病菌的菌丝致死温度相同,而人工培养的菌核致死温度为 53°C 、10 min,高于菌丝,说明菌核具有一定的抗逆性。生产实际中,该病菌抗逆性较强,病菌老熟菌核可在土壤中越冬存活几年,生产上较难防治。

本研究结果表明,甜瓜丝核菌果腐病的病原茄丝核菌(*Rhizoctonia solani*)菌丝在 $10\sim 35^\circ\text{C}$ 范围内均可生长,适宜范围 $25\sim 30^\circ\text{C}$,与肖功年等(1999)和陈京元等(2006)的报道相似,而与旷玲等(2008)和刘志恒等(2011)的研究结果略有差异。据此认为,病原同为茄丝核菌(*Rhizoctonia solani*),在不同作物上,由于其各自发生环境不同或是菌群分化等的影响,致使病原菌某些生物学特性也随之具有一定差异,尚待深入研究。

试验结果表明:该病菌在 $15\sim 30^\circ\text{C}$ 间均可产生菌核,温度 $\leq 10^\circ\text{C}$ 或温度 $\geq 35^\circ\text{C}$ 均无菌核产生。菌核在 15°C 培养 3 d 后可以萌发,温度 $\leq 10^\circ\text{C}$ 不能萌发,所以在初春季节即应对该病早期及时进行防控。

本研究中针对辽宁省新见病害——甜瓜丝核菌果腐病病原菌的研究,在病菌生物学特性研究方面尚需更加全面,病菌寄主范围尚待测定,病菌侵染特性及其机制有待于深入研究,以便为生产上病害防治提供系统的理论依据。

References

- Bi Shu-juan, Liu Yu-xia, Wang Fei, Liu Hong-yan, Dong Cheng-ming. 2012. Biological characteristics of two pathogenic *Fusarium* species from honeysuckle. Journal of Henan Agricultural Science, 41 (6): 115 - 118. (in Chinese)
- 毕淑娟, 刘玉霞, 王 飞, 刘红彦, 董诚明. 2012. 2种忍冬致病镰刀菌的生物学特性研究. 河南农业科学, 41 (6): 115 - 118.

- Chen Jing-yuan, Huo Xian-qi, Cai San-shan, Xu Hong-mei, Tu Jun-jie, Hou Ming-sheng, Ji Bao-zhong. 2006. Identification and characterization of the pathogen causing damping-off on seedlings of Slash Pine. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 25 (2): 128 - 131. (in Chinese)
- 陈京元, 霍宪起, 蔡三山, 徐红梅, 涂俊杰, 侯明生, 嵇保中. 2006. 湿地松猝倒病原鉴定及其生物学特性的观察. *华中农业大学学报*, 25 (2): 128 - 131.
- Chen Yan-xi, Zhang Dun-hua, Duan Xia-yu, Lu Su-yun. 1985. *Rhizoctonia solani* anastomosis classification and study of sexual generation. *Acta Phytopathologica Sinica*, 15 (3): 139 - 143. (in Chinese)
- 陈延熙, 张敦华, 段霞渝, 鲁素芸. 1985. 关于 *Rhizoctonia solani* 菌丝融合分类和有性世代的研究. *植物病理学报*, 15 (3): 139 - 143.
- Corazza L, Luongo L, Chilosi G. 1992. Characterization of a strain of *Rhizoctonia solani* Kuehn from melon in Italy. *Phytopathologia Mediterranea*, 31 (2): 121 - 122.
- Fang Zhong-da. 1998. Plant pathology research methods. Beijing: China Agriculture Press. (in Chinese)
- 方中达. 1998. 植病研究方法. 北京: 中国农业出版社.
- Ge Lin-mei, Li Hong-ye, Zhang Ming-fang, Du Yi-feng. 2006. Identification of the pathogen inducing fruit soft rot of melon. *Journal of Fruit Science*, 23 (3): 427 - 430. (in Chinese)
- 葛林梅, 李红叶, 张明方, 杜一丰. 2006. 甜瓜细菌性软腐病原鉴定. *果树学报*, 23 (3): 427 - 430.
- Guo L D, Hyde K D, Liew E C Y. 2000. Identification of endophytic fungi from *Livistona chinensis* based on morphology and rDNA sequences. *New Phytologist*, 147: 617 - 630.
- Kuang Ling, Zhou Ru-jun, Fu Jun-fan. 2008. The pathogenic biological characteristics of *Sessileflower acanthopanax* root rot. *Journal of Shenyang Agricultural University*, 39 (1): 20 - 32. (in Chinese)
- 旷玲, 周如军, 傅俊范. 2008. 短梗五加根腐病菌生物学特性研究. *沈阳农业大学学报*, 39 (1): 20 - 32.
- Li Hua-rong. 1999. Recent research achievement in anastomosis grouping and genetic diversity of *Rhizoctonia* genus fungi. *Mycosystema*, 18 (1): 100 - 107. (in Chinese)
- 李华荣. 1999. 丝核菌的菌丝融合群及其遗传多样性研究的新进展. *菌物系统*, 18 (1): 100 - 107.
- Li Jin-tang. 2010. Watermelon and melon pests and diseases prevention control map. Ji'nan: Shandong Science and Technology Press. (in Chinese)
- 李金堂. 2010. 西瓜甜瓜病虫害防治图谱. 济南: 山东科学技术出版社.
- Liu Zhi-heng, Ma Jia-rui, Yang Hong, Han Xiang-yu, Lü Bin, Wang Yue. 2010. Biological characteristics of the pathogen of the tomato stem rot. *Plant Protection*, 36 (2): 94 - 97. (in Chinese)
- 刘志恒, 马家瑞, 杨红, 韩翔宇, 吕彬, 王悦. 2010. 番茄茎基腐病原菌的生物学特性. *植物保护*, 36 (2): 94 - 97.
- Lu Dong-sheng, Yang Ji-hong. 2006. Identification and pathogen of refrigerated apple brown spot. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 12: 76 - 77. (in Chinese)
- 卢东升, 杨霁虹. 2006. 冷藏苹果褐斑病原菌鉴定及致病性研究. *河南农业科学*, 12: 76 - 77.
- Lu Ning-hai, Xu Rui-fu, Wu Li-min, Tian Xue-liang. 2005. Infection conditions and pathogenicity of *Penicillium italicum* Wehmer. *Fujian Fruits*, (1): 6 - 7. (in Chinese)
- 陆宁海, 徐瑞富, 吴利民, 田雪亮. 2005. 柑桔青霉菌侵染条件及致病性研究. *福建果树*, (1): 6 - 7.
- Lü Pei-ke. 1996. Vegetable diseases and insect pests in China color atlas of the sequel. Hohhot: Yuanfang Press.
- 吕佩珂. 1996. 中国蔬菜病虫害原色图谱续集. 呼和浩特: 远方出版社.
- 马跃. 2011. 透过国际分析, 看中国西瓜甜瓜的现状与未来. *中国瓜菜*, 24 (2): 64 - 67.
- O'Brien R G, Martin H L. 1999. Bacterial blotch of melons caused by strains of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Australian J Exp Agri*, 39: 479 - 485.
- Saghai M A, Solman K M, Jorgensen R A, Allard R W. 1984. Ribosomal DNA spacer-length polymorphisms in barley: Mendelian inheritance, chromosomal location and population dynamics. *Pnas*, 81 (24): 8014 - 8018.
- Shi Ren-cai, Shang Hong-sheng, Zhang Jing-ze. 2007. *Rhizoctonia* nuclear research in turf grasses. *Mycosystema*, 26 (2): 221 - 225. (in Chinese)
- 石仁才, 商鸿生, 张敬泽. 2007. 草坪禾草丝核菌的核相研究. *菌物学报*, 26 (2): 221 - 225.
- Sneh B, Burpee L, Ogoshi A. 1991. Identification of *Rhizoctonia* species. St Paul, Minnesota: APS Press: 18 - 78.

- Wang Hong-kai, Liu Kai-qi, Wu Xun-chi. 1997. Advance of taxonomy of *Rhizoctonia*. Journal of Shandong Agricultural University, 28 (3): 375 - 382. (in Chinese)
- 王洪凯, 刘开启, 吴洵耻. 1997. 丝核菌分类研究进展. 山东农业大学学报, 28 (3): 375 - 382.
- 王叶筠. 2003. 西瓜甜瓜危险性病害——细菌性果腐病. 中国西瓜甜瓜, (5): 32 - 34
- Wu Hai-yan, Xin Hui-pu, Jin Xue-hui. 2001. The study on the biological characteristics of the pathogenic fungi of small round sclerotia of rice. Journal of Heilongjiang August First Land Reclamation University, 13 (4): 122 - 125. (in Chinese)
- 吴海燕, 辛惠普, 靳学慧. 2001. 水稻小球菌核病病原菌生物学特性的研究. 黑龙江八一农垦大学学报, 13 (4): 122 - 125.
- Xiao Gong-nian, Pang Zong-wen, Li Xiang-ping, Yang Sheng-yuan, Liang Zhi-qun. 1999. Identification of *Rhizoctonia solani* Kühn from Mango and studies of its biological characteristics. Journal of Guangxi University: Nat Sci Ed, 4: 268 - 270. (in Chinese)
- 肖功年, 庞宗文, 李湘萍, 杨胜远, 梁智群. 1999. 芒果果腐病原菌 (*Rhizoctonia solani* Kühn) 的鉴定及生物学特性研究. 广西大学学报: 自然科学版, 4: 268 - 270.
- Yang Zi-xiang, Fan Jing-hua, Kong Bao-hua, Chen Hai-ru, Yang Pan-chuan. 2009. Biological characteristics and screen of chemical fungicide of the pathogen causing basal stem blight on *Dianthus caryophyllus*. Journal of Yunnan Agricultural University, 24 (6): 818 - 824. (in Chinese)
- 杨子祥, 范静华, 孔宝华, 陈海如, 杨泮川. 2009. 香石竹立枯病菌生物学特性与药剂筛选. 云南农业大学学报, 24 (6): 818 - 824.

新书推荐

《中国蔬菜作物图鉴》

中国拥有的栽培蔬菜作物 (含食用菌和西瓜、甜瓜), 按照植物学分类法, 至少有 298 种 (包括亚种、变种), 分属于 50 个科。然而面对众多形态各异的蔬菜作物, 社会公众对其大部分种类的认知却很有限, 甚至一些专业研究人员在鉴别蔬菜作物时, 有时也会感到困惑。因此, 编辑出版一本能够直观地表达各种蔬菜作物的形态特征及生态多样性的彩色图册, 成为广大读者的迫切企望。

鉴于此, 由中国农业科学院蔬菜花卉研究所方智远院士和台湾中兴大学园艺学系张武男教授担任主任委员, 联合编著了《中国蔬菜作物图鉴》, 于 2012 年由凤凰出版集团江苏科学技术出版社出版。

按照农业生物分类法, 本书收录的蔬菜作物包括: 根菜类、白菜类、甘蓝类、芥菜类、茄果类、豆类、瓜类、葱蒜类、叶菜类、薯芋类、水生类、多年生及杂类、食用菌类、香草类、芽苗菜共 15 类 237 种 (亚种、变种) 蔬菜作物, 1 900 余幅彩色照片, 表现每一种蔬菜作物的幼苗、植株、花、果实、种子、栽培生长情况、生态和产品类型, 同时配以简短的文字, 介绍各种蔬菜作物的名称、别名、学名、英文名、染色体数、起源或分布、生育周期与授粉习性、类型、植株性状、栽培分布、栽培环境与方法、收获及采后处理、病虫害、营养及用途。依据传统中医学的观点, 分别介绍各种蔬菜的气 (寒、凉、温、热)、味 (酸、辛、咸、甘、淡、苦) 及其医疗保健作用。

本书所列蔬菜作物, 大部分为生产和消费中常见的种类, 也包括栽培地域性较强的名特蔬菜, 从国外新引进并已少量栽培的蔬菜, 近年驯化栽培成功的野生蔬菜以及少数虽主要作中药材、花卉或地被植物栽培, 但民间常采作蔬菜食用, 并具有一定菜用开发价值的植物。个别尚未人工栽培的常见野生蔬菜, 则收录于附录之中。

编者力图用精美的彩色图片直观、多角度、科学地表达各种蔬菜作物的形态特征和生态多样性, 尤其是通过各种蔬菜作物的种子 (果实)、花器放大图像, 试图为有效鉴别蔬菜种类提供方便。考虑到一些蔬菜作物具有某些特殊的生长发育特征, 如大蒜的二次生长和面包蒜, 受黑粉菌侵染的茭白变态肉质茎, 搅瓜的丝状果肉, 佛手瓜的发芽过程, 区分南瓜、笋瓜和西葫芦的重要标志之一不同形状的果梗梗座, 青花菜与花椰菜花枝分枝习性等, 也尽可能予以表达。可供广大蔬菜科技工作者、生产者、经营者以及其他读者对各种蔬菜鉴别和认知之用, 也是农业院校不可或缺的实用专业辅助教材。

定价: 400 元 (含邮费)。

购书者请通过邮局汇款至北京中关村南大街 12 号中国农科院蔬菜花卉研究所《园艺学报》编辑部, 邮编 100081。

