

# 辣椒疫霉菌全球传播与危害及生物学特性研究进展

席亚东<sup>1,2,3</sup>, 陈国华<sup>1</sup>, 谢丙炎<sup>1</sup>, 彭化贤<sup>2,3</sup>

(1. 中国农业科学院 蔬菜花卉研究所, 北京 100081; 2. 四川省农业科学院 植物保护研究所, 四川 成都 610066;

3. 农业部西南作物有害生物综合治理重点实验室, 四川 成都 610066)

**摘要:**辣椒疫霉菌(*Phytophthora capsici*)是一种毁灭性、世界性的植物病原菌。现对辣椒疫霉菌的发现、命名、全球不同地区的传播与危害、生物学特性的研究进展进行了综述,以期了解辣椒疫霉菌的起源、扩散路径和可持续性治理提供依据和思路。

**关键词:**辣椒疫霉菌;寄主;危害;生物学特性

**中图分类号:**S 436.418.1<sup>+</sup>9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)11-0199-05

辣椒疫霉菌是世界范围内农作物、花卉及林木植物上的一种重要病原菌,能够给寄主造成毁灭性的灾害。从最初在美国辣椒上发现辣椒疫霉菌至今的 90 多年,辣椒疫霉菌相继在世界上其他地区也有所发现,寄主范围从辣椒扩大到其它多种蔬菜、花卉、林木等。阐明辣椒疫霉菌在全球传播与危害,对于辣椒疫霉菌的起源和扩散路径具有重要意义;对辣椒疫霉菌生物学特性研究的持续关注和研究,能够了解辣椒疫霉菌的变异动态,并为辣椒疫霉菌的防控提供理论依据。

## 1 辣椒疫霉菌的发现、传播、危害与寄主范围的扩大

### 1.1 辣椒疫霉菌的发现与命名

辣椒疫霉菌是由美国新墨西哥农业研究站 LEONIAN<sup>[1]</sup>于 1922 年首次鉴定和描述,定名为 *Phytophthora capsici* Leonian,并确定该新病原菌是造成 1918 年和 1919 年该实验站田地红辣椒严重减产和辣椒疫病危害的病原菌<sup>[2]</sup>。

美国首先发现、分离鉴定到辣椒疫霉菌后,在世界

其他地区包括北美、南美、欧洲、非洲、亚洲到大洋洲相继也发现了辣椒疫霉菌,寄主范围从葫芦科、茄科、豆科扩大到其它多年生草本植物。

### 1.2 辣椒疫霉菌在北美的传播、扩散与危害

辣椒疫霉菌,在希腊语中是辣椒植株的毁灭者<sup>[3]</sup>。辣椒疫霉菌虽最初在美国的新墨西哥州农业试验站辣椒上发现的,随后在美国其他州的辣椒及其它作物上发现了该病原菌。20 世纪 30 年代后期和 40 年代初,该病原菌再次为害,并造成了阿肯色州科罗拉多河谷地区多种蔬菜的严重减产<sup>[4-9]</sup>。

首先报道的是 1937 年发生在葫芦科上的辣椒疫霉菌造成了该地区 3.2 hm<sup>2</sup> 黄瓜果实的全部腐烂<sup>[4]</sup>。至 1940 年,辣椒疫霉菌危害的寄主范围扩大到茄子、甜瓜果实、西葫芦和番茄果实<sup>[5-6]</sup>。辣椒疫霉菌对番茄的危害曾经严重到危及番茄加工业的生存<sup>[2]</sup>。1967 年, SATOUR 等<sup>[10]</sup>报道了 14 个不同科的 45 种栽培植物和野生植物均可被辣椒疫霉菌侵染为害。2000 年和 2001 年夏天,美国的特拉华、马里兰和新泽西州在商用栽培的利马豆品种上分离出了辣椒疫霉菌<sup>[11]</sup>。2003 年,密歇根北部商用栽培菜豆品种上发现了辣椒疫霉菌<sup>[12]</sup>。2008 年 9 月在纽约州菜豆上首次发现了辣椒疫霉菌<sup>[13]</sup>。2009 年,在康涅狄格州刀豆上首次发现了辣椒疫霉菌<sup>[14]</sup>。

1994 年,在加拿大安大略州甜椒上首次发现了辣椒疫霉菌<sup>[15]</sup>。2004 年,在加拿大的英属哥伦比亚省的南瓜上首次分离到了辣椒疫霉菌<sup>[16]</sup>。

2002 年 8 月,首次发现了墨西哥的米却肯地区的番

**第一作者简介:**席亚东(1981-),男,硕士,助理研究员,现主要从事植物病害防治等研究工作。E-mail:xiyadong2002@126.com.

**责任作者:**陈国华(1979-),女,博士,副研究员,现主要从事植物病害防治等研究工作。

**基金项目:**公益性行业(农业)科研专项资助项目(201303014);四川省财政基因工程资助项目(2011JYGC06-021);四川优势农业产业科技创新与示范工程建设资助项目;国家产业体系四川省蔬菜创新团队资助项目。

**收稿日期:**2016-02-15

茄遭受辣椒疫霉菌的危害<sup>[17]</sup>。随后,墨西哥于 2005 年首次发现了侵染黄瓜的辣椒疫霉菌<sup>[18]</sup>。

辣椒疫霉菌在北美洲的 3 个国家均有发现和报道,危害的寄主范围和地域范围也较广泛,这是否揭示了该病原菌从美国向其他国家传播的路径,还有待试验验证和确定。

### 1.3 辣椒疫霉菌在南美洲地区的传播与危害

2005 年,在巴西首次报道了辣椒疫霉菌能够侵染基诺茄<sup>[19]</sup>。1985 年,在智利首次发现了侵染印度南瓜的辣椒疫霉菌<sup>[20]</sup>。1993 年,在智利首次发现了辣椒疫霉菌能够侵染密生西葫芦<sup>[21]</sup>。2002 年,在阿根廷的科连特斯的观赏草本植物小叶喜林芋上首次发现被辣椒疫霉菌侵染危害<sup>[22]</sup>。至此,辣椒疫霉菌在南美洲的大部分地区均有报道。

至今为止,哥斯达黎加、危地马拉、巴拿马、波多黎各、特立尼达岛、玻利维亚、秘鲁、委内瑞拉等国家的辣椒疫霉菌对当地的生产造成了一定的威胁。

### 1.4 辣椒疫霉菌在欧洲地区的传播与危害

挪威于 2004 年首次在黄瓜上发现了辣椒疫霉菌<sup>[23]</sup>。黑山(前南斯拉夫联盟共和国加盟国之一)于 1979 年首次发现了辣椒疫霉菌<sup>[24]</sup>。意大利于 2010 年首次在北部的皮埃蒙特大区发现了嫁接番茄能够被辣椒疫霉菌侵染和危害<sup>[25]</sup>。西班牙于 1999 年首次在西南部的格拉纳达地区发现了辣椒疫霉菌危害黄瓜,并于 2001 年首次在阿尔梅利亚地区的温室内发现辣椒疫霉菌危害甜瓜并造成了根、冠腐症状<sup>[26]</sup>。

法国、希腊、俄罗斯、保加利亚等欧洲国家的辣椒疫霉菌危害也较普遍和严重。

### 1.5 辣椒疫霉菌在非洲地区的传播与危害

埃及于 1997 年在该国首次发现了辣椒疫霉菌,并造成了辣椒的根、冠腐症状<sup>[27]</sup>。南非于 1994 年首次发现了在该国的辣椒疫霉菌,寄主为辣椒<sup>[28]</sup>;2000 年南非报道了该国的南瓜首次被辣椒疫霉菌侵染危害<sup>[29]</sup>。

尼日利亚、摩洛哥等国家也发现了该病原菌的危害。

### 1.6 辣椒疫霉菌在亚洲地区的传播与危害

巴基斯坦辣椒疫霉菌首次在 1987 发现,是在旁遮普省的辣椒上分离并鉴定的<sup>[30]</sup>。印度于 1996 年首次报道了在班加罗尔的萎叶上分离到了辣椒疫霉菌,该菌能够促使萎叶的根、叶腐烂<sup>[31]</sup>。

中国、韩国、日本、印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、土耳其等国的辣椒疫霉菌危害也较为严重,给农业、林业等生产造成了威胁。

### 1.7 辣椒疫霉菌在澳洲地方的传播与危害

澳大利亚于 1999 年在昆士兰州的番荔枝和艳花飘香藤上首次发现了辣椒疫霉菌,这也是第 1 次在这 2 种寄主上发现的病原物,不仅是在昆士兰州首次报道的辣椒疫霉菌,而且是第 2 次在澳大利亚报道的病原菌<sup>[32]</sup>。

### 1.8 辣椒疫霉菌在中国的传播与危害

中国于 1940 年首次报道辣椒疫病<sup>[33]</sup>,20 世纪 80 年代辣椒疫霉菌在大陆各省辣椒上普遍严重危害发生<sup>[34-42]</sup>。目前,在中国的各个省份均有辣椒疫霉菌的分布与危害,已成为重要的病害之一。除辣椒外,中国包括台湾地区在其它作物上也发现了辣椒疫霉菌。这些寄主包括洋葱、芦荟属、木瓜、大波斯菊属、须苞石竹、麝香石竹、吊钟华、橡胶树、番茄、黄瓜、菜豆属、萎叶、胡椒、茄子、香荚兰、豇豆、白菜、甘蓝、菜花、萝卜、胡萝卜、桃、杏、苹果等<sup>[43-44]</sup>。

### 1.9 辣椒疫霉菌寄主范围的扩大

综上所述,辣椒疫霉菌除在南极洲外的其他六大洲均已发现,且危害严重。寄主范围广阔,从双叶子到单子叶植物,从一年生植物到多年生植物均能被其侵染危害,截至目前发现多达 18 科 78 种的植物可被危害。辣椒疫霉菌能够侵染的寄主范围见表 1。

## 2 辣椒疫霉菌生物学特性研究

### 2.1 病原菌形态特征

菌丝简单,无隔;在 CA 培养基上呈均匀的放射状或棉絮状,气生菌丝中等到繁茂<sup>[45]</sup>,菌丝直径  $1.0 \sim 2.5 \mu\text{m}$ ;在 PDA 和 V8 平板上菌落均呈白色,浓密平铺状;但 V8 比 PDA 平板上浓密,易产孢(图 1)。无性孢子为孢子囊,孢子囊一般呈卵形、长圆形、扁圆形或肾形乃至不规则,内或有颗粒状内含物,孢子囊大小不一,李智军等<sup>[46]</sup>鉴定了广东的 5 株辣椒疫霉菌的孢子囊平均大小为  $(40.8 \sim 45.9) \mu\text{m} \times (23.2 \sim 30.9) \mu\text{m}$ ,长宽比为  $1.4 \sim 1.8$ 。杨学辉等<sup>[47]</sup>鉴定的贵州辣椒疫霉菌的孢子囊平均大小为  $(43.5 \sim 52.7) \mu\text{m} \times (33.3 \sim 38.8) \mu\text{m}$ ,长宽比为  $1.0 \sim 2.3$ 。孢子囊单乳突,偶见双乳突,乳突大小差别也较大,沈崇尧等<sup>[48]</sup>鉴定的甘肃省辣椒疫霉菌的乳突大小为  $2.7 \sim 3.1 \mu\text{m}$ ,孢子囊萌发后产生芽管或游动孢子,游动孢子肾形,双鞭毛。王燕华等<sup>[49]</sup>鉴定上海地区的游动孢子大小为  $9.5 \sim 13.2 \mu\text{m}$ ,游动孢子在水中游动一段时间后变为休止孢子,休止孢子呈圆球形,直径  $8 \sim 10 \mu\text{m}$ ,休止孢子可以直接萌发生芽管或间接萌发形成小孢子囊,小孢子囊卵形,大小为  $(8 \sim 13) \mu\text{m} \times (6 \sim 8) \mu\text{m}$ <sup>[45]</sup>。

表 1 辣椒疫霉菌能够侵染的寄主

Table 1 Crops susceptible to *Phytophthora capsici*

| 科名<br>Family        | 种名<br>Species  |
|---------------------|--|
| 葫芦科 Cucurbitaceae   | 哈密瓜 黄瓜 葫芦 蜜瓜 南瓜 甜瓜 西葫芦 西瓜 冬瓜 绿皮密生西葫芦 佛手瓜 泻根                      |
| 茄科 Solanaceae       | 甜椒 朝天椒 茄子 番茄 蓝英花 烟草 曼陀罗 银杯花 矮牵牛花 野生多毛番茄 百万小铃 龙葵 光果龙葵 非洲紫龙葵 北美刺龙葵 |
| 豆科 Leguminosae      | 菜豆 利马豆 豇豆 豌豆 羽扇豆 苜蓿 蚕豆   |
| 十字花科 Cruciferae     | 芜菁 白菜 甘蓝 菜花 萝卜   |
| 藜科 Chenopodiaceae   | 莧苣菜 菠菜 甜菜  |
| 蔷薇科 Rosaceae        | 木瓜 桃 杏 苹果 锐刺山楂   |
| 石竹科 Caryophyllaceae | 须苞石竹 麝香石竹 康乃馨  |
| 锦葵科 Malvaceae       | 苘麻 秋葵 棉花   |
| 夹竹桃科 Apocynaceae    | 艳花飘香藤  |
| 番茄枝科 Annonaceae     | 番茄枝  |
| 菊科 Asteraceae       | 大波斯菊属  |
| 杜鹃花科 Ericaceae      | 吊钟花  |
| 大戟科 Euphorbiaceae   | 橡胶树  |
| 伞形科 Apiaceae        | 胡萝卜  |
| 仙人掌科 Cactaceae      | 仙人掌  |
| 柿科 Ebenaceae        | 柿树   |
| 牻牛儿苗科 Geraniaceae   | 野老鹳草   |
| 樟科 Lauraceae        | 鳄梨   |
| 亚麻科 Linaceae        | 亚麻   |
| 桑科 Moraceae         | 无花果  |
| 马齿苋科 Portulacaceae  | 马齿苋  |
| 山龙眼科 Proteaceae     | 澳洲胡桃 针垫花   |
| 芸香科 Rutaceae        | 柑桔   |
| 梧桐科 Sterculiaceae   | 可可树  |
| 胡椒科 Piperaceae      | 菱叶 胡椒  |
| 天南星科 Araceae        | 小叶喜林芋  |
| 百合科 Liliaceae       | 洋葱   |
| 芦荟科 Alocaceae       | 芦荟   |
| 兰科 Orchidaceae      | 香荚兰 香草   |
| 松科 Pinaceae         | 冷杉   |

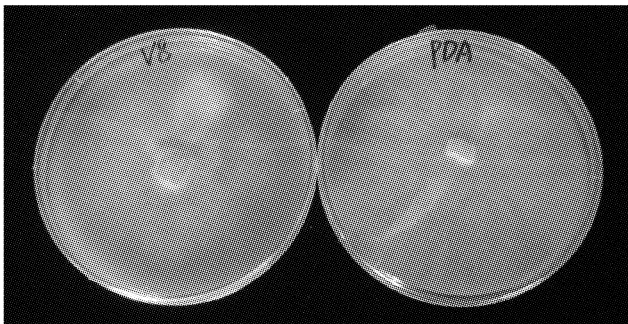


图 1 辣椒疫霉菌菌丝在 V8 及 PDA 平板上的生长  
Fig. 1 The mycelium of *Phytophthora capsici* in the V8 and PDA culture

辣椒疫霉菌有性生殖产生大量球形的藏卵器,壁薄而平滑,柄多为棍棒状,偶有圆锥状,雄器围生,近球形,内生卵孢子,余永年等<sup>[45]</sup>测定来自于橡胶树的辣椒疫霉菌的藏卵器直径大小为 20~31  $\mu\text{m}$ ,雄器大小为(10~16)  $\mu\text{m} \times$  (5~14)  $\mu\text{m}$ ,球形卵孢子直径大小为 16~26  $\mu\text{m}$ ,卵孢子壁厚 0.5~2.5  $\mu\text{m}$ ,平滑而不满器。而沈崇尧等<sup>[48]</sup>测定的藏卵器大小为(28.3~33.9)  $\mu\text{m} \times$  (26.3~32.7)  $\mu\text{m}$ ,雄器大小为(13.5~14.9)  $\mu\text{m} \times$  (9.0~11.5)  $\mu\text{m}$ ,卵孢子大小为 23.6~27.4  $\mu\text{m}$ 。孢子囊、游动孢子和藏卵器、雄器及卵孢子(图 2~6)。

由此可见,不同地区的辣椒疫霉菌孢子囊、游动孢子、卵孢子的大小、形态存在一定的差异。

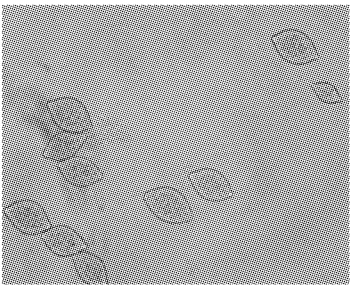


图 2 孢子囊  
Fig. 2 Sporangia

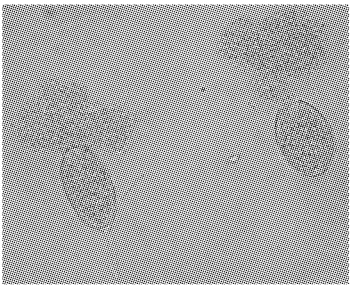


图 3 孢子囊释放游动孢子  
Fig. 3 Zoospores released from the germinating sporangia

2.2 产孢特性

辣椒疫霉菌在 12~35  $^{\circ}\text{C}$  均可以生长,最适生长温度为 25~28  $^{\circ}\text{C}$ <sup>[47]</sup>,在 V8 培养基上产孢量较大,在适宜



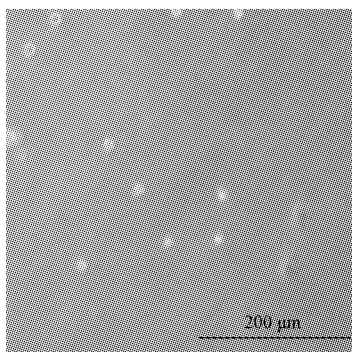


图4 休止孢子

Fig. 4 Encysted zoospore



图5 萌发的游动孢子

Fig. 5 Germinated zoospore with germ tube

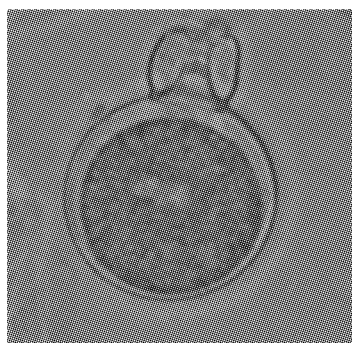


图6 雄器、藏卵器及卵孢子

Fig. 6 Antheridium, oogonium and oospore

的光照条件下可以诱集孢子囊的产生,将孢子囊悬浮液放置于4℃下30 min可以产生大量的游动孢子。

### 2.3 流行与传播途径

对辣椒疫霉菌孢子传播机制的研究是了解其致病性和流行性最重要的途径。辣椒疫霉菌的孢子在毛细管力条件下通过水的作用进行传播,而风力不可能起到田块间传播的作用<sup>[50]</sup>。

辣椒疫霉菌的卵孢子在不良环境条件下越冬,可引起下一季的初侵染。

昆虫在侵染中是否起作用目前还未在辣椒疫霉菌中有所报道,但在腐霉菌中有报道。如GARDINER等<sup>[51]</sup>进行了腐霉菌和蚊子的互作试验,推测蚊子的幼虫

阶段可能是卵孢子产生的媒介。

### 3 结论

辣椒疫霉菌目前在世界各大洲均已发现,寄主范围不断扩大,目前可危害18科78种植物,给植物的生产造成了严重威胁。随着辣椒疫霉菌生物学特性的深入研究,利于其可持续性治理和产业、生态与社会安全。

### 参考文献

- [1] LEONIAN L H. Stem and fruit blight of peppers caused by *Phytophthora capsici* sp. nov. [J]. Phytopathology, 1922(12): 401-408.
- [2] MARY K, HAUSBECK, KURT H L. *Phytophthora capsici* on vegetable crops: research progress and management challenges [J]. Plant Disease, 2004, 88(12): 1292-1303.
- [3] BOSLAN, PAUL W. 'Think Global, Breed Local: Specificity and complexity of *Phytophthora capsici*' Chili pepper institute, New Mexico State University Available [EB/OL]. [2015-10-31]. [http://njveg.rutgers.edu/Njpepperconference-10.23.08/assets/pepper/pdfs/01\\_Bosland.pdf](http://njveg.rutgers.edu/Njpepperconference-10.23.08/assets/pepper/pdfs/01_Bosland.pdf), 2008.
- [4] KREUTZER W A. A *Phytophthora* rot of cucumber fruit [J]. Phytopathology, 1937(27): 955.
- [5] KREUTZER W A, BODINE E W, DURREL L W. Cucurbit diseases and rot of tomato fruit caused by *Phytophthora capsici* [J]. Phytopathology, 1940(30): 972-976.
- [6] WIAN T J S. A rot of winter queen watermelons caused by *Phytophthora capsici* [J]. J Agric Res, 1940, 60: 73-88.
- [7] KREUTZER W A, BODINE E W, DURREL L W. A sexual phenomena exhibited by certain isolates of *Phytophthora capsici* [J]. Phytopathology, 1940(30): 951-957.
- [8] KREUTZER W A, BRYANT L R. A method of producing an epiphytic of tomato fruit rot in the field [J]. Phytopathology, 1944(34): 845-847.
- [9] KREUTZER W A, BRYANT L R. Certain aspects of the epiphytology and control of tomato fruit rot caused by *Phytophthora capsici* Leonian [J]. Phytopathology, 1946(36): 329-339.
- [10] SATOUR M M, BUTLER E E. A root and crown rot of tomato caused by *Phytophthora capsici* and *P. parasitica* [J]. Phytopathology, 1967, 57: 510-515.
- [11] DAVIDSON C R, CARROLL R B, EVANS T A, et al. First report of *Phytophthora capsici* infecting lima bean (*Phaseolus lunatus*) in the Mid-Atlantic Region [J]. Plant Dis, 2002, 86(9): 1049.
- [12] GEVENS A, HAUSBECK M K. *Phytophthora capsici* in irrigation water and isolation of *P. capsici* from snap beans in Michigan [J]. Mich State University Ext Veg Crop Advisory Team Alert, 2003(18): 3.
- [13] SMCGRATH M T, TRAUSS J, DILLARD H R. First report of *Phytophthora* blight caused by *Phytophthora capsici* on snap bean in New York [J]. Plant Disease, 2011, 95(8): 1028.
- [14] LAMONDIA J A, LI D W, VOSSBRINCK C R. First report of blight of common bean caused by *Phytophthora capsici* in Connecticut [J]. Plant Disease, 2010, 94(1): 134.
- [15] ANDERSON T R, GARTON R. First report of blight of field peppers caused by *Phytophthora capsici* in Ontario [J]. Plant Disease, 2000, 84(6): 705.
- [16] SHOLBERG P L, WALKER M C, O' GORMAN D T, et al. First report of *Phytophthora capsici* on cucurbits and peppers in British Columbia [J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 2007, 29(2): 153-158.
- [17] FERNANDEZ-PAVIA S P, RODRIGUEZ-ALVARADO G, SANCHEZ-YANEZ J M. Buckeye rot of tomato caused by *Phytophthora capsici* in Michoacan, Mexico [J]. Plant Disease, 2003, 87(7): 872.
- [18] FERNANDEZ-PAVIA S P, RODRIGUEZ-ALVARADO G, LOPEZ-

- ORDAZ A, et al. First report of *Phytophthora capsici* causing wilt on hydroponically grown cucumber in Mexico[J]. Plant Disease, 2006, 90(12): 1552.
- [19] CARVALHO A D O D, SOARES D J, BARRETO R W, et al. Fruit rot of *Solanum gilo* caused by *Phytophthora capsici* [J]. Fitopatologia Brasileira, 2005, 30(4): 435.
- [20] FERNANDEZ M C. *Phytophthora capsici* Leonian, an organism that causes wilting of squash *Cucurbita maxima* (Duch.) [J]. Agricultura Tecnica (Santiago), 1991, 51(4): 353-355.
- [21] BESOAIN X, GONZALES M, LATORRE B A, et al. *Phytophthora capsici* associated with crown rot and blight of zucchini in Chile[J]. Fitopatologia, 1996, 31(2): 148-151.
- [22] CUNDOM M A, CABRERA M G. First report of *Phytophthora capsici*, pathogen of philodendron (*Philodendron scandens*) in Argentina[J]. Agricultura Tecnica, 2004, 64(4): 421-425.
- [23] HERRERO M L, BRURBERG M B, HERMANSEN A. First report of crown and root rot caused by *Phytophthora capsici* on hydroponically grown cucumbers in Norway[J]. Plant Disease, 2008, 92(7): 1138-1139.
- [24] MIJUSKOVIC M, VUCINIC Z, TIODOROVIC J. *Phytophthora* diseases of crops in the Mediterranean zone of Montenegro (Yugoslavia) [J]. Bulletin OEPP, 1990, 20(1): 123-127.
- [25] GARIBALDI A, GILARDI G, BAUDINO M, et al. *Phytophthora capsici*: a soilborne pathogen dangerous on grafted tomato (*Solanum lycopersicum* × *S. hirsutum*) in Italy[J]. Plant Disease, 2012, 96(12): 1830-1831.
- [26] HERRERO M L, BLANCO R, SANTOS M, et al. First report of *Phytophthora capsici* on cucumber and melon in Southeastern Spain[J]. Plant Disease, 2002, 86(5): 558.
- [27] MOSA A A, ZAKI K I, EL-SHERBEIN S N. *Phytophthora* root and crown rot of pepper in Egypt[J]. Annals of Agricultural Science (Cairo), 2002, 47(3): 975-991.
- [28] THOMPSON A H, BOTHA W J, UYS M D R. *Phytophthora capsici* (Oomycota; Fungi), a first report from South Africa[J]. South African Journal of Botany, 1994, 60(5): 257-260.
- [29] LABUSCHAGNE N, BROEKHUIZEN W, van THOMPSON A H. First report of wilt and sudden death of pumpkin caused by *Phytophthora capsici* in South Africa[J]. African Plant Protection, 2000, 6(2): 61-63.
- [30] AHMAD S M A A I. Root and collar rot of chillies caused by *Phytophthora capsici* (van BREEDA AS HAAN) Waterhouse. A new record for Pakistan [J]. Journal of Agricultural Research (Lahore), 1989, 27(2): 155-156.
- [31] RAO N N R. Reaction of betelvine germplasm to *Phytophthora capsici*. Leonaina new record from India[J]. Current Research-University of Agricultural Sciences (Bangalore), 1996, 25(2): 31-32.
- [32] WEINERT M P, SMITH B N, WAGELS G, et al. First record of *Phytophthora capsici* from Queensland[J]. Australasian Plant Pathology, 1999, 28(1): 93.
- [33] 方中达, 陆家云, 叶钟音, 等. 中国农业百科全书植物病理学卷[M]. 北京: 农业出版社, 1996: 274-275.
- [34] 任光地, 马平虎, 王廷杰, 等. 甘肃辣椒疫病的发生与防治研究[J]. 植物保护, 1990, 16(5): 16-17.
- [35] 周启明, 李林英, 杨淑华, 等. 辣椒疫病的调查研究[J]. 中国蔬菜, 1981(1): 40-43.
- [36] 王志田. 哈密地区辣椒疫霉菌的鉴定及部分生物学测定[J]. 新疆农业科学, 1990(2): 69-71.
- [37] 王燕华, 杨顺宝. 上海地区甜椒疫病病菌的鉴定[J]. 上海农业科技, 1992(1): 20-21.
- [38] 李志强. 杭州市郊辣椒疫病的初步研究[J]. 长江蔬菜, 1991(3): 20.
- [39] 程运, 沈崇尧, 段道怀, 等. 青椒疫菌为北京地区青椒死秧的主要原因[J]. 植物病理学报, 1988, 18(1): 7-11.
- [40] 马辉刚. 云南辣椒疫病菌种的鉴定[J]. 云南农业大学学报, 1988, 3(2): 127-130.
- [41] 段道怀. 辣椒疫病趋于严重的原因及防治对策[J]. 农业科技通讯, 1985(5): 21-23.
- [42] 魏成贵. 青椒疫病防治研究初报[J]. 辽宁农业科学, 1989(1): 35-39.
- [43] 余永年. 余永年菌物学论文选集[M]. 北京: 化学工业出版社, 1993: 522-523.
- [44] 任光地, 马平虎, 王廷杰, 等. 辣椒疫病病原研究[J]. 甘肃农业科技, 1990(10): 33-35.
- [45] 余永年, 李金亮, 杨雄飞. 中国橡胶树疫霉菌的研究[J]. 真菌学报, 1986, 5(4): 193-207.
- [46] 李智军, 龙卫平, 郑锦荣, 等. 广东辣椒疫霉菌分离鉴定及其致病力和生理小种分化研究[J]. 华南农业大学学报, 2007, 28(1): 50-54.
- [47] 杨学辉, 肖崇刚, 袁洁. 贵州辣椒疫病病原鉴定及生物学特性研究[J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2004, 26(4): 413-416.
- [48] 沈崇尧, 王有琪, 田林, 等. 甘肃省辣椒疫病病原菌鉴定及生物学特性研究[J]. 云南农业大学学报, 1990, 5(2): 72-78.
- [49] 王燕华, 杨顺宝. 上海地区甜椒疫病病菌的鉴定[J]. 上海农业科技, 1982(1): 20.
- [50] GRANKE L L, WINDSTAM S T, HOCH H C, et al. Dispersal and movement mechanisms of *Phytophthora capsici* Sporangia[J]. Phytopathology, 2009, 99(1): 1258-1264.
- [51] GARDINER R B, JARVIS W R, SHIPP J L. Ingestion of *Pythium* spp. by larvae of the fungus gnat *Bradysia impatiens* (Diptera: Sciaridae)[J]. Ann Appl Biol, 1990, 116(2): 205-212.

## Research Progress of Global Spread, Damage and Biological Characteristics of *Phytophthora capsici*

XI Yadong<sup>1,2,3</sup>, CHEN Guohua<sup>1</sup>, XIE Bingyan<sup>1</sup>, PENG Huaxian<sup>2,3</sup>

(1. Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081; 2. Institute of Plant Protection, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu, Sichuan 610066; 3. Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Southwest, Ministry of Agriculture, Chengdu, Sichuan 610066)

**Abstract:** *Phytophthora capsici* Leonian is a destructive plant pathogen worldwide. This paper summarized the first time discovery, description, naming, biological characteristic, threat and spread all over the world for the pathogen *Phytophthora capsici*. This could provide a reference and thought to understand the pathogen origination, spread path and sustainable control of *Phytophthora capsici*.

**Keywords:** *Phytophthora capsici*; host; damage; biological characteristics