

真菌感染性果树流胶病研究进展

李树江, 孙爱群, 杨友联

(六盘水师范学院 生命科学系, 贵州 水城 553004)

摘要:流胶病是蔷薇科、芸香科等果树普遍发生的严重病害之一。流胶病影响到植物的输导组织,使树势逐渐衰落,直接影响果树的产量。流胶病分非感染性流胶与真菌感染性流胶。该研究对真菌感染性流胶病的病原菌种类及其防治进行了分析总结,旨在为流胶病的病原菌识别及其防治工作提供参考。

关键词:流胶病;果树;葡萄座腔菌科;疫霉属

中图分类号:S 436.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)03-0179-05

流胶病是果树常见病害之一,主要发生在蔷薇科桃、樱桃、杏、李、苹果以及芸香科柑橘、柠檬、甜橙等果树的主干、主枝或果上,其中以主干发病最为突出。3年以上植株感染率为30%,高者可超过90%,如桃树、李树^[1-2],特别严重的感染率可达100%^[3]。流胶病影响到植物的输导组织,造成流胶、枯枝,使树势逐渐衰落,甚至死亡,严重的可摧毁整个果园,直接影响到果树的稳产、高产^[4]。

导致果树流胶病的原因,国内外过去主要认为是一种非传染性病害,由机械损伤、昆虫叮咬、冰雹袭击以及生理状态等引起。近年来,国内外对桃树、李树、杏树等

果树流胶病病原菌的分离和基于科赫原则的致病性测试表明,果树既有非感染性流胶,又有真菌感染而引起的流胶^[2,4-5],而机械损伤对病原菌的侵入提供了更为有利的条件。非创伤接种的致病性测试表明,在无创伤处接种分离的病原菌同样可引起流胶症状,与创伤接种相比,出现明显症状所需时间要长一些,首先是病原菌侵入韧皮部,然后感染至木质部,除引起流胶症状外,常伴随着溃疡病,严重时引起木质部坏死,导致整株树木死亡,甚至摧毁整个果园。

1 流胶病病原菌分离及鉴定

1.1 病原菌分离及其科赫法则验证

自20世纪90年代以来,我国江苏、浙江、广州、重庆、山东、湖北等地区先后开展了桃树流胶病的发生、流行及病原菌等方面的研究^[2,4,6]。从病原菌分离方法来看,主要采用组织分离法^[6-8]进行分离。

采用组织分离法常可从同一染病组织块分离出一种以上真菌。原因有下列几种:一是由于多种真菌复合感染引起植物病变;二是植物被某一病原真菌感染后,引起植物局部坏死,从而为腐生性真菌生长繁殖创造条

第一作者简介:李树江(1983-),男,贵州水城人,本科,助理实验员,现主要从事真菌学等研究工作。E-mail:596918894@qq.com.

责任作者:杨友联(1975-),男,博士,副教授,现主要从事真菌学研究和微生物学教学等工作。E-mail:yangyoulianl@163.com.

基金项目:贵州省教育厅青年英才资助项目(黔教专字[2012]147);贵州省科技厅自然科学基金资助项目(黔科合J字[2012]2304);六盘水市科技人才与创新团队建设计划资助项目(52020-2012-04-01-01)。

收稿日期:2014-09-11

Research Progress on Lignocellulose Degradation Enzyme System of Fungi

WANG Xiao-e^{1,2}, YAO Fang-jie¹

(1. Engineering Research Center of the Chinese Ministry of Education for Edible and Medicinal Fungi, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118; 2. College of Food Engineering, Jilin Teacher's Institute of Engineering and Technology, Changchun, Jilin 130052)

Abstract: Macrofungi is the main source of degrading lignocellulose in nature. Degradation enzyme system component, genetic engineering and genomics of lignocellulose degradation enzymes were summarized in this paper, to providing reference to degrading lignocellulose for macrofungi.

Keywords: fungi; lignocellulose; degradation enzyme; genome

件;此外,还可能分离出植物的内生真菌。为此,需要对分离物回接进行科赫法则验证,以准确判断分离物是病原菌还是后续性腐生菌或是内生真菌。如罗会江等^[6]采用组织块分离法从桃树流胶病病斑处分离到 2 个优势菌群(LJ1 和 LJ2),进行回接验证时,仅 LJ1 能引起桃树流胶病,而 LJ2 不能引起桃树流胶。这表明科赫法则验证分离物是否为病原菌的重要性。

1.2 病原菌鉴定方法

流胶病病原菌的鉴定,国内主要采用传统形态学方法进行病原菌的鉴定^[1,8-10],仅张勇等^[2]采用分子手段(核糖体转录间隔期,ITS)对山东桃树流胶病病原进行鉴定和 Wang 等^[5]采用基于 β -微管蛋白(β -tubulin)、ITS 和翻译延伸因子-1 α (translation elongation factor 1- α , EF-1 α) 3 个基因,采用多基因分析法,对湖北地区桃树流胶病的病原菌进行鉴定。从国外研究手段来看,由于形态学鉴定和单基因(ITS)对真菌鉴定的不可靠性^[11],目前主要以多基因分子系统学为主,并结合形态学方法等对流胶病及其它植物的病原真菌进行鉴定^[12-14]。对流胶病病原菌而言,多基因主要采用了 EF-1 α 、ITS、 β -tubulin、线粒

体细胞色素氧化酶亚基 I 基因(mitochondrial cytochrome oxidase subunit I, *cox I*)、核糖体大亚基基因(Ribosomal Large Subunit, LSU)等中的 2 个或多个进行多基因分析,以准确识别调查地区引起流胶病的病原菌种类。

1.3 果树流胶病病原菌种类

引起果树流胶病的病原菌见表 1。引起蔷薇科桃、李、苹果以及芸香科柑橘、甜橙、柠檬等果树流胶的主要病原菌为葡萄座腔菌科真菌。其中,该科中葡萄座腔菌属的 *Botryosphaeria dothidea* 是报道频率最高的流胶病病原菌,可引起桃、李、梅、芒果等果树流胶。引起芸香科流胶的病原真菌除葡萄座腔菌科中的多属真菌外,另一主要病原菌为疫霉属(*Phytophthora*)中的 4 个种(表 1),但未见疫霉属真菌引起蔷薇科植物流胶病的相关报道,由此可见,蔷薇科流胶病与芸香科流胶病的病原菌间存在一定的差异。在我国除疫霉属和葡萄座腔菌科部分属引起果树流胶外,链格孢属(*Alternaria*)、镰刀菌属等属真菌也可引起果树流胶病,但仅鉴定到属级水平,确切的种名有待进一步深入研究。

表 1

果树流胶病病原真菌种类

Table 1

Species causing gummosis of fruit trees

种 ^a Species	寄主 Host	参考文献 References
<i>Alternaria</i> sp.	金柑	[10]
	柠檬	[15]
¹ <i>Botryosphaeria berengeriana</i> De Not.	桃树	[16]
<i>B. dothidea</i> (Moug.) Ces. & De Not.	桃树	[2,4,5]
	李树	[1,6]
	梅树	[17-18]
	芒果	[19]
² <i>B. ribis</i> Grossenb. & Duggar	桃树	[20]
³ <i>B. obtusa</i> (Schwein.) Shoemaker	桃树	[5]
	甜橙	[21]
	柠檬	[21]
	酸橙	[21]
⁴ <i>Botryosphaeria rhodina</i>	桃树	[5,22]
⁴ <i>Botryodiplodia theobromae</i>	梅树	[17]
	芒果	[23]
<i>Cephalosporium</i> sp.	杏树	[9]
<i>Cucurbitaria</i> sp.	桃树	[24]
<i>Diplodia mutila</i> (Fr.) Mont.	甜橙	[21]
	柠檬	[21]
<i>Diplodia bulgarica</i>	苹果	[25]
<i>Diplodia</i> sp.	柠檬	[26]
<i>Dothiorella iberica</i> A. J. L. Phillips, J. Luque & A. Alves	甜橙	[21]
⁵ <i>Do. viticola</i> A. J. L. Phillips & J. Luque	甜橙	[21]
	酸橙	[21]
<i>Fusarium</i> sp.	金柑	[10]
	柠檬	[15,26]
<i>Lasioidiplodia parva</i> , J. L. Phillips, A. Alves & Crous	Citrus sp.	[21]

表 1(续)
Table 1(Continue)

种 ^a Species	寄主 Host	参考文献 References
<i>Leptosphaeria pruni</i> Woron.	桃树	[24]
<i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi) Goid.	柑橘	[27]
<i>Neofusicoccum australe</i> (Slippers, Crous & M. J. Wingf.) Crous, Slippers & A. J. L. Phillips	甜橙	[21]
	温州蜜柑	[21]
<i>Neo. luteum</i> (Pennycook & Samuels) Crous, Slippers & A. J. L. Phillips	甜橙	[21]
	柠檬	[21]
<i>Neo. mediterraneum</i> Crous, M. J. Wingf. & A. J. L. Phillips	甜橙	[21]
<i>Ne. parvum</i> (Pennycook & Samuels) Crous, Slippers & A. J. L. Phillips	柠檬	[21]
	甜橙	[21]
<i>Neosectalidium hyalinum</i> (C. K. Campb. & J. L. Mulder) A. J. L. Phillips, Groenewald & Crous	西柚	[21]
⁶ <i>Phomopsis mali</i> (Schulzer & Sacc.) Died	扁桃	[28]
⁷ <i>Phomopsis cytospora</i> (Penz. & Sacc.) H. S. Fawc. & H. A. Lee	柑橘	[29]
<i>Phomopsis</i> sp.	柠檬	[15]
<i>Phyllosticta citriasiana</i> Wulandari, Crous & Gruyter	柚	[30]
<i>Phyllosticta</i> sp.	金柑	[10]
<i>Pythium</i> sp.	柠檬	[15]
<i>Physalospora persicae</i> Abiko & Kitaj.	桃	[31]
<i>Phytophthora citricola</i> Sawada	甜橙	[32]
<i>Phytophthora citrophthora</i> (R. E. Sm. & E. H. Sm.) Leonian	柠檬	[33]
	甜橙	[32]
<i>Phytophthora nicotianae</i> Breda de Haan	柠檬	[34]
	甜橙	[32]
⁸ <i>Phytophthora parasitica</i> Dastur	甜橙	[35]
<i>Phytophthora syringae</i> (Kleb.) Kleb.	柠檬	[33]
<i>Phytophthora</i> sp.	柠檬	[15, 26]

注:^a粗体字病原菌为葡萄座腔菌科真菌;根据 Phillips 等^[36],¹, *Botryosphaeria berengeriana* 为 *B. dothidea* 的同物异名;², *Botryosphaeria ribis* 为 *Neofusicoccum ribis* (Slippers, Crous & M. J. Wingf.) Crous, Slippers & A. J. L. Phillips 的同物异名;³, *B. obtusa* 为 *Diplodia seriata* De Not. 的同物异名;⁴, *Botryosphaeria rhodina*, *B. theobromae* 为 *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff. & Maubl. 的同物异名;⁵, *Dothiorella viticola* 为 *Spencermartinsia viticola* 的同物异名;⁶, 经查无 *Phomopsis mali* (Schultz et Sacc) Rob. 的存在, 正确拼写为 *Phomopsis mali* (Schulzer & Sacc.) Died., 为 *Phomopsis prunorum* (Cooke) Grove 的同物异名(Index Fungorum; <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp>);⁷, *Phomopsis cytospora* 为 *Phomopsis citri* H. S. Fawc. 的同物异名;⁸, *Phytophthora parasitica* 为 *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan 的同物异名。

2 流胶病的防治

流胶病通常是非侵染性和侵染性流胶同时存在,致病因子复杂,防治非常困难。非侵染性流胶病主要采用农业防治,而感染性流胶病主要采用化学防治^[37]。农业防治即在每年冬季清理果园,清除引起流胶病的虫害源,剪除流胶枝条,科学管理果园^[38]。感染性流胶病往往在果树生理状态较差或受到机械损伤时更容易发生,因此农业防治也是感染性流胶病防治的一个基本环节。

2.1 葡萄座腔菌科真菌引起的流胶病化学防治

在发病初期向树体上喷施 5 波美度石硫合剂或 50%退菌特可湿性粉剂等药剂,可杀灭病原菌;在发病高峰时期,可在每次高峰期前喷施 70%代森锰锌可湿性粉剂等药剂,每隔 7~10 d 喷 1 次,连喷 3~4 次^[37]。此外,在发病期间喷施 70%甲基托布津 1 000 倍液或 50%多菌灵 800 倍液也可起到较好的防治效果^[38-39]。

2.2 疫霉属及其它真菌引起的流胶病化学防治

对疫霉属真菌引起的芸香科柑橘等流胶病化学防

治采用疫霜灵(fosetyl-Al)、瑞毒霉(metalaxyl)、亚磷酸喷酒或涂抹于感病枝干有较好的效果^[40];近年的研究显示,采用 2 种杀菌剂联合作用防治比单独使用的效果要好得多,如以 Cymoxynil 与代森锰锌联合使用时对 *Phytophthora citrophthora* 的抑菌率可达到 88.2%^[41]。国内芸香科柑橘、柠檬等流胶病由于与国外的病原菌差异较大,因而在防治方法上有一定的差异,主要采取刮除流胶病株的粗皮后,选用退菌特、多菌灵、托布津、瑞毒霉进行防治,其中以托布津使用效果最好^[42]。

2.3 流胶病的生物防治

由于化学防治常带来农药残留,存在食品安全隐患,部分研究者探索采用生物防治方法防治流胶病。室内筛选抑制流胶病病原疫霉属真菌表明,木霉属绿色木霉(*Trichoderma viride*)和哈茨木霉(*T. harzianum*)对疫霉属 *Phytophthora nicotianae* 和 *P. citrophthora* 的生长有较好抑制作用,而对绿粘帚霉(*Gliocladium virens*)以及荧光假单胞菌(*Pseudomonas fluorescens*)抑制效果较

差^[41]。细菌中粘质沙雷氏菌(*Serratia marcescens*, 菌株 R-35)对流胶病原菌(*Phytophthora parasitica*)具有较强的抑制能力^[43]。此外,还有学者通过对链霉菌属放线菌的筛选,已选出能抑制疫霉属病原菌活性的放线菌类来进行生物防治^[44]。

2.4 其它防治方法

除筛选活性菌株进行生物防治外,对流胶病的防治还开展了植物源杀菌剂的筛选研究。如室内研究显示洋葱(*Allium cepa*)、大蒜(*Allium sativum*)、印度楝树(*Azadirachta indica*)等提取液对流胶病原 *Phytophthora nicotianae* 有一定的抑制作用,其中以大蒜提取液效果最好,抑菌率可达 47.26%^[41]。国内以狼毒(*Alocasia odora*)提取液原液或混合硫酸铜、冰醋酸中的 1~2 种的系列制剂,防治柑橘流胶,治愈率可达 80%~85%^[29],表明狼毒制剂有较好的防治作用。

3 讨论

流胶病是普遍发生在果树上的一种病害,危害程度严重。由于有非侵染性流胶和侵染性流胶,加之从病斑分离时往往可得到多种真菌,进行回接致病性验证是否为流胶病原菌时就显得十分重要。尤其是分离到的那些没有报道过的病原菌种类,更要进行严格的回接验证。在进行致病性验证时,建议采用无创伤回接,因为机械损伤本身也会引起果树流胶。若采用创伤接种,极有可能误判一些分离到的植物内生菌或腐生菌为流胶病的病原菌。

由于形态学鉴定真菌较为困难,而且往往难以鉴定到种(表 1),对流胶病的防治造成影响,也不利于植物病理学界与真菌分类学界等真菌相关领域学者之间的交流。如从金柑、柠檬流胶病斑上不同研究者都分离到了镰刀菌属真菌^[10,15,26],三者报道的是否是镰刀菌属同一种真菌,还有待深入研究。随着真菌分类学的发展,从 20 世纪末基于 DNA 序列的分子生物学分类方法的迅速发展,发现了过去采用形态学鉴定产生的错误,并且采用 ITS 结合形态学鉴定也未必能鉴定到种,如对金柑流胶的病原菌采用形态学结合 ITS 鉴定也仅鉴定到属^[10]。因此,部分学者提出重新鉴定病原真菌种类,尤其是一些危害严重的病原菌^[11,45]。如对引起流胶病等植物病害的疫霉属真菌,部分研究者已采用分子生物学方法对过去基于形态学鉴定的结果进行重新鉴定^[13-14,46-47]。日本对疫霉属真菌采用多基因方法进行重新鉴定时发现,过去基于形态学鉴定的 161 株(151 株到种、10 株仅鉴定到属)菌株中,仅 124 菌株是正确的^[14]。广泛引起蔷薇科、芸香科果树流胶的葡萄座腔菌科真菌基于形态学鉴定更是困难,依赖多基因系统学为主的鉴定方法,使该类的分类无论是在种的鉴定,还是属、科等高阶元分

类都发生了较大的变化^[36,48-50]。鉴于此,建议对流胶病的真菌识别时,采用多基因系统学方法并结合形态学、生理特征等多相鉴定法,以准确识别分离到的病原真菌。

参考文献

- [1] 刘琪,何朝辉,黄丹敏,等. 李树流胶病原特性及发病规律研究[J]. 植物保护, 2003, 29(1): 39-42.
- [2] 张勇,李晓军,曲健禄,等. 山东桃树流胶病原菌研究[J]. 果树学报, 2010, 27(6): 965-968.
- [3] Li H Y, Cao R B, Mu Y T. *In vitro* inhibition of *Botryosphaeria dothidea* and *Lasiodiplodia theobromae*, and chemical control of gummosis disease of Japanese apricot and peach trees in Zhejiang Province, China[J]. Crop Protection, 1995, 14(3): 187-191.
- [4] Beckman T G, Pusey P L, Bertrand P F. Impact of fungal gummosis on peach trees[J]. Hortscience, 2003, 8: 1141-1143.
- [5] Wang F, Zhao L N, Li G H. Identification and characterization of *Botryosphaeria* spp. causing gummosis of peach trees in Hubei Province, Central China[J]. Plant Disease, 2011, 95(11): 1378-1384.
- [6] 罗江会,漆巨容,张镜,等. 重庆地区桃流胶病原菌研究[J]. 西南农业大学学报, 2005, 27(1): 50-54.
- [7] 李仲芳,乔旭,高彦明. 花椒流胶病原菌的初步研究[J]. 中国林副特产, 1989(3): 14-16.
- [8] 李红叶,曹若彬,方华生,等. 梅树流胶病原真菌的研究[J]. 云南农业大学学报, 1990, 5(1): 11-17.
- [9] 李莉莉,蒋萍,庞华,等. 吐鲁番和且末地区杏树流胶病原菌的初步研究[J]. 新疆农业大学学报, 2010, 33(4): 335-338.
- [10] 刘娟,胡军华,姚廷山,等. 金柑流胶病致病菌的分离与鉴定[J]. 中国南方果树, 2011, 40(3): 20-24.
- [11] Cai L, Udayanga D, Manamgoda D S, et al. The need to carry out re-inventory of plant pathogenic fungi[J]. Tropical Plant Pathology, 2011, 36: 205-213.
- [12] Mehl W M J, Slippers B, Roux J, et al. *Botryosphaeriaceae* associated with *Pterocarpus angolensis* (kiaan) in South[J]. Africa Mycologia, 2011, 103(3): 534-553.
- [13] Wikee S, Lombard L, Nakashima C, et al. A phylogenetic re-evaluation of *Phyllosticta* (*Botryosphaeriales*) [J]. Studies in Mycology, 2013, 76: 1-29.
- [14] Rahman M Z, Uematsu S, Coffey M D, et al. Re-evaluation of Japanese *Phytophthora* isolates based on molecular phylogenetic analyses[M]. Mycoscience, 2014.
- [15] 陈时周,李剑泉,谭万忠,等. 柠檬流胶病原菌类型研究[J]. 西南农业大学学报, 1999, 21(2): 162-165.
- [16] 王杰志,王永杰,杨立新,等. 阜新市山桃流胶病的初步观察[J]. 中国森林病虫, 2003, 22(2): 11-12.
- [17] 李红叶,曹若彬. 梅树流胶病原菌鉴定[J]. 植物病理学报, 1988(20): 234.
- [18] Ko Y, Liu C W, Chen S S, et al. First report of gummosis disease of Japanese apricot caused by *Botryosphaeria dothidea* in Taiwan [J]. Plant Disease, 2011, 95: 77.
- [19] Mo Y J, Li Q L, Guo T X, et al. First report of gummosis caused by *Botryosphaeria dothidea* on Mango trees in Guangxi, South China[J]. Journal of Plant Pathology, 2013, 95(3): 665.
- [20] 曹若彬,申屠广仁,周述尹. 浙江桃树枝干上几种新病害[J]. 植物保护, 1982(4): 17.
- [21] Adesemoye A O, Mayorquin J S, Wang D H, et al. Identification of species

- of botryosphaeriaceae causing bot gummosis in citrus in California [J]. Plant Disease, 2014, 98; 55-61.
- [22] Slippers B, Smit W A, Crous P W, et al. Taxonomy, phylogeny and identification of *Botryosphaeriaceae* associated with pome and stone fruit trees in South Africa and other regions of the world [J]. Plant Pathology, 2007, 56; 128-139.
- [23] 文衍堂, 范建颂. 芒果枝干流胶病的病原及影响因素 [J]. 热带作物研究, 1996(2); 37-40.
- [24] 张宝禄, 周伯扬, 董群娟. 广州地区桃树流胶病病原菌的研究 [J]. 华南农业大学学报, 1994, 15(4); 37-42.
- [25] Abdollahzadeh J. First report of gummosis, canker and dieback of apple caused by *diplodia bulgarica* in Iran [J]. Plant Disease, 2013 (ja).
- [26] 魏胜利. 柠檬流胶病病原菌的初步研究 [J]. 中国柑桔, 1993, 22(4); 33-34.
- [27] Das R C, Banik R, Bhuiyan R H, et al. Antimicrobial and cytotoxic activity of *Macrophomina phaseolina* isolated from gummosis infected *Citrus reticulata* [J]. Chittagong University Journal of Biological Sciences, 2010, 5(1); 125-133.
- [28] 张勇, 李晓军, 曲健禄, 等. 扁桃流胶病病原菌及其生物学特性研究 [J]. 中国果树, 2008(1); 41-44.
- [29] 李文华. LD 系列环保型药物治疗柑桔流胶病试验 [J]. 现代农业科技, 2008(20); 108-109.
- [30] Wang X H, Chen G Q, Huang F, et al. Phyllosticta species associated with citrus diseases in China [J]. Fungal Diversity, 2012, 52; 209-224.
- [31] Abiko K O, Kitaima H. Blister canker, a new disease of peach tree [J]. Annals of the Phytopathological Society of Japan, 1970, 36; 260-265.
- [32] Alvarez L A, Vicent A, Roca E, et al. Branch cankers on citrus trees in Spain caused by *Phytophthora citrophthora* [J]. Plant Pathology, 2008, 57; 84-91.
- [33] Mounde L G, Ateka E M, Kihurani A W, et al. Morphological characterization and identification of *Phytophthora* species causing citrus gummosis in Kenya [J]. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development, 2012, 12; 7072-7087.
- [34] Shekari A, Banihashemi Z, Nazerian A, et al. Distribution, Population density, And virulence of *Citrus gummosis* and brown rot in mazandaran province [J]. Plant Path, 2012, 48; 11-12.
- [35] Farih A, Menge J A, Tsio P H, et al. Metalaxyl and fosfite aluminum for control of *Phytophthora gummosis* and root rot on citrus [J]. Plant Disease, 1980, 65(8); 654-657.
- [36] Phillips A J L, Alves A, Abdollahzadeh J, et al. The Botryosphaeriaceae; genera and species known from culture [J]. Studies in Mycology, 2013, 76; 51-167.
- [37] 陈彦, 王璠, 蔡东, 等. 桃流胶病研究进展 [J]. 湖北农业科学, 2011, 50(4); 649-651.
- [38] 赵玲. 桃树流胶病防治方法 [J]. 河北果树, 2012(1); 42-43.
- [39] 张华东. 桃树流胶病防治 [J]. 果树之友, 2010(5); 48.
- [40] Matheron M E, Matejka J C. Persistence of systemic activity of fungicides applied to citrus trunks to control *Phytophthora gummosis* [J]. Plant Disease, 1988, 72; 170-174.
- [41] Jagtap G P, Dhavale M C, Dey U. Evaluation of natural plant extracts, antagonists and fungicides in controlling root rot, collar rot, fruit (brown) rot and gummosis of citrus caused by *Phytophthora* spp. *in vitro* [J]. Scientific Journal of Microbiology, 2012, 1; 27-47.
- [42] 饶兴祥, 翦忠华, 肖顺恒, 等. 柑桔流胶病在云南的发生与防治 [J]. 中国南方果树, 1998, 27(6); 24.
- [43] de Queiroz B P V, de Melo I S. Antagonism of *Serratia marcescens* towards *Phytophthora parasitica* and its effects in promoting the growth of citrus [J]. Brazilian Journal of Microbiology, 2006, 37; 448-450.
- [44] Sadeghy B, Salari M, Shahidi Bonjar G H, et al. A preliminary study of biological control of citrus gummosis by soil-borne *Streptomyces* sp. isolates *in vitro* condition [J]. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 2013, 47(7); 774-779.
- [45] Hyde K D, Chomnunti P, Crous P W, et al. A case for re-inventory of Australia's plant pathogens [J]. Persoonia, 2010, 25; 50-60.
- [46] Burgess T I, Webster J L, Ciampini J A, et al. Re-evaluation of *Phytophthora* species isolated during 30 years of vegetation health surveys in western Australia using molecular techniques [J]. Plant Disease, 2009, 93; 215-223.
- [47] Jung T, Burgess T I. Re-evaluation of *Phytophthora citricola* isolates from multiple woody hosts in Europe and North America reveals a new species, *Phytophthora plurivora* sp. nov. [J]. Research Article, 2009, 22; 95-110.
- [48] Schoch C L, Shoemaker R A, Seifert K A, et al. A multigene phylogeny of the Dothideomycetes using four nuclear loci [J]. Mycologia, 2006, 98; 1041-1052.
- [49] Phillips A J L, Alves A, Pennycook S R, et al. Resolving the phylogenetic and taxonomic status of dark-spored teleomorph genera in the *Botryosphaeriaceae* [J]. Persoonia, 2008, 21; 29-55.
- [50] Slippers B, Boissin E, Phillips A J L, et al. Phylogenetic lineages in the *Botryosphaeriales*: A systematic and evolutionary framework [J]. Studies in Mycology, 2013, 76; 31-49.

Research Progress on Fungal Gummosis of Fruit Trees

LI Shu-jiang, SUN Ai-qun, YANG You-lian

(Department of Life Science, Liupanshui Normal University, Shuicheng, Guizhou 553004)

Abstract: Gummosis is one of the most important diseases of fruit trees worldwide. Especially on plant of *Rosaceae* and *Rutaceae*, which mainly harmed the conducting tissue of branches and weakened the tree, and thereby declined the fruit yield. To promote phytopathogen identification and management gummosis of fruit trees, the fungal species causing gummosis and method for control of gummosis were analysed and summarized in this paper.

Keywords: gummosis; fruit trees; Botryosphaeriaceae; *Phytophthora*