

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2023.06.009

茶叶斑病的发生特点及防控策略

蒲运丹, 张金峰, 李帅, 孟泽洪

贵州省茶叶研究所, 贵阳 550006

摘 要: 茶叶斑病是为害茶树嫩叶和新梢的真菌性病害之一, 发生严重的茶园可造成茶叶产量和品质大幅下降. 本文对茶叶斑病的发生分布规律、致病菌种类、发病症状、侵染特点等方面的研究进展进行了综述, 并对病害发生预警、抗病品种选育、高效绿色防控药剂筛选等方面进行了展望, 以期为茶叶斑病的防治提供参考.

关 键 词: 茶叶斑病; 病原菌; 生物学特性;
防控技术

中图分类号: S432.4

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 2097-1354(2023)06-0071-09

Occurrence Characteristics and Control Strategies on Tea Leaf Spot in *Camelliae sinensis*

PU Yundan, ZHANG Jinfeng, LI Shuai, MENG Zehong

Guizhou Tea Research Institute, Guiyang 550006, China

Abstract: Tea leaf spot is one of the fungal diseases that damages the young leaves and shoots of tea plants, which can cause a significant decrease in tea yield and quality when it occurs severely in tea plantations. This paper reviews the research progress on the occurrence and distribution of this disease, the kind of pathogenetic fungi, symptoms and infection characteristics. The early warning of disease occurrence, breeding of disease-resistant varieties and screening of efficient prevention and control agents were prospected, in order to provide reference for the prevention and control of tea leaf spot.

Key words: tea leaf spot; pathogenetic fungi; biological characteristics; control technique

茶树 [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] 起源于中国, 是热带和亚热带地区广泛种植的重要经济作物, 目前已在 50 多个国家进行种植^[1]. 作为世界上最受欢迎的饮料作物之一, 茶不仅风味独特, 还因其含多酚类^[2]、多糖、多肽、色素、生物碱等多种生物活性成分而具有保健功

收稿日期: 2023-10-23

基金项目: 贵州省现代农业产业技术体系项目“贵州省茶叶产业技术体系”(GZMARS-Tea).

作者简介: 蒲运丹, 硕士, 研究实习员, 主要从事茶树植保相关研究.

通信作者: 张金峰, 博士, 助理研究员.

能^[3]. 近年来,随着饮茶人数的增加,茶叶需求量及茶树种植面积越来越大,部分茶区茶树品种单一、栽培方式变化、管理模式粗放等因素使得茶树病害愈发严重^[4]. 茶叶斑病是一种真菌性病害,主要为害茶树嫩叶和新梢,该病害于2006年在印度被首次报道^[5],亦被称作茶叶斑点病^[6]. 茶叶斑病发病初期表现为嫩叶尖端和叶面边缘产生灰褐色斑点,随后向叶面中脉延伸,导致叶片卷曲、死亡和脱落^[5],严重影响茶叶的产量和品质. 为进一步减轻该病对茶树造成的危害,笔者对茶叶斑病的病原菌及发病症状、生物学特性、侵染特点等研究结果进行了综述,旨在为茶叶斑病的防控提供参考依据.

1 茶叶斑病的发生分布

茶叶斑病首次报道于印度孟加拉北部,该地区茶园苗圃中“T-17”品种超70%感病,且罹病茶树叶片后期卷曲、死亡并凋落^[5]. 在我国贵州^[6-16]、湖北^[17]、安徽^[18-19]、云南^[20]、重庆^[21-22]、台湾^[23]、江西^[24]等产茶区也记载了该病害的发生. 通常在湿度大、海拔高、多云雾、寡日照的茶园发病严重,尤其以贵州省茶园发病最为突出.

2012年,湖北省罗田县茶园发生茶叶斑病,超过20%的茶树受到影响^[17]. Thangaraj等^[18]和Cheng等^[19]分别于2016年9月和2018年9月对安徽省池州市茶园进行调查,发现茶叶斑病发病率达20%. 受倒春寒天气影响,贵州省部分茶园叶斑病发生较为严重,2016—2019年,开阳县茶园茶叶斑病发生率为84%~92%,感病叶片脆弱,色泽暗淡,导致茶叶产量降低^[9-10]. 2018年,独山县茶叶斑病发生严重,部分茶园发病率达85%,感病茶园长势衰弱,新梢和嫩芽形成少,影响产量^[14]. 2017—2019年,余庆县“福鼎大白茶”发生较严重的叶斑病,发病率为75%~83%,造成春茶产量损失达68%以上^[15]. 2021年10月至2021年12月,云南普洱一地方茶园约60%的茶树感染茶叶斑病,影响新芽抽发,造成茶叶的品质和产量下降^[20].

2 病原菌种类及感病症状

据报道,目前能够引起茶叶斑病的病原有14种,由于病原的多样性,导致茶叶斑田间发病症状各异,有关病原的系统分类地位及其引起的病害症状如表1.

Chakraborty^[5]于2006年在印度孟加拉北部地区的茶园苗圃中首次发现茶叶斑病,结合形态特征和致病性验证试验将其病原鉴定为*Alternaria alternata*;而后,该病原在我国湖北^[17]、重庆^[21]、福建^[25]、安徽^[25]等地发生茶叶斑病的茶园中相继被鉴定并报道. 相关研究表明,*A. alternata*在茶树品种上的专化性不强,能够侵染大多数茶树品种^[25].

近年来,相关研究人员对贵州省多个地区茶园的茶叶斑病发生情况展开了调查,并先后报道了*A. longipes*, *Pestalotiopsis trachicarpicola*, *Epicoccum sorghinum*, *Didymella bellidis*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Pseudopestalotiopsis theae*, *Didymella segeticola* (同种异名 *Phoma segeticola* var. *Camelliae*) 7种病原. 上述病原除了能引起茶叶斑病外,还可导致多种蔬菜、中药材、果树及粮食作物发生叶斑病^[6-16, 26-42]. 其中*L. theobromae*能够侵染500多种寄主^[43],致病力强,侵染茶树后病斑快速扩展,最终导致叶片枯萎和脱落,且由该病原引起的茶叶斑病可能具有流行性^[10]. Thangaraj等^[18]和Cheng等^[19]的研究中,分别将发生在安徽池州一茶园的茶叶斑病病原菌鉴定为*Phoma herbarum*和*Phyllosticta capitalensis*. Linghu等^[20]将采自于云南普洱的茶叶斑病病原菌进行分离,并结合形态特征和序列比对将其鉴定为*Clonostachys rosea*,该病原还可引起蚕豆、甜菜、大蒜等多种植物的病害^[44-46]. Ariyawansa等^[23]开展了台湾省茶叶斑病的病原鉴定及其生物学特性和致病性研究,共分离鉴定间座壳菌属(*Diaporthe*)内6个种,但只有*D. hongkongensis*符合Koch's法则,被认定为茶叶斑病的病原. 此外,该病原

亦可侵染葡萄、桃、猕猴桃等多种寄主,可引起枝干、果实腐烂^[47-50]. Chen 等^[22]对发生于重庆二圣地区的茶叶斑病样本进行了分离,结合形态特征和系统发育分析将其病原鉴定为 *E. layuense*,除侵染茶树外,该病原还可导致燕麦和锦带花发生叶斑病^[51-52]. Zhang 等^[24]将发生于江西庐山一茶园发生的茶叶斑病病原鉴定为 *Fusarium proliferatum*,且该病原已在烟草、黄精及其他作物等多种寄主上被发现^[53-54]. 综上所述,茶叶斑病已在我国多个产茶省份发生,其病原呈多样性,且不同病原侵染引起的茶叶斑病症状有所差异.

表 1 不同病原菌的系统分类地位及引起茶叶斑病的症状

病原菌	系统分类	发病症状
<i>A. Alternata</i> 交链格孢	隶属格孢腔菌目 Pleosporales, 格孢菌科 Pleosporaceae, 链格孢属 <i>Alternaria</i>	最初表现为嫩叶尖端和边缘发生红褐色或灰褐色病斑,部分叶片病斑中央灰白,病斑上散生有黑色霉点,这些病斑向中脉延伸,导致叶片卷曲、干枯或落叶 ^[25]
<i>A. Longipes</i> 长柄链格孢	隶属格孢腔菌目 Pleosporales, 格孢菌科 Pleosporaceae, 链格孢属 <i>Alternaria</i>	最初症状呈褐色圆形小病斑,后期扩大到直径为 2.5~3.5 mm 的斑点,病斑中心颜色变为白色,相邻的病斑相互融合成更大的病斑 ^[9-10]
<i>C. rosea</i> 粉红螺旋聚孢霉	隶属肉座菌目 Hypocreales, 生壳科 Bionectriaceae, 螺旋聚孢霉属 <i>Clonostachys</i>	症状表现为叶子萎缩和变黄,病斑为圆形或不规则的棕色斑点,后期病斑边缘呈淡黄色 ^[20]
<i>Didymella bellidis</i> 荸荠茎点霉	隶属格孢腔菌目 Pleosporales, 亚隔孢壳科 Didymellaceae, 亚隔孢壳属 <i>Didymella</i>	发病初期病斑颜色为淡褐色,然后逐渐扩大为 1~2 mm 的圆形病斑,病斑周围为淡黄色的晕圈,中部则为浅黄色 ^[16]
<i>Didymella segeticola</i>	隶属假球壳目 Pleosporales, 隔孢假壳科 Didymosphaeriaceae, 亚隔孢壳属 <i>Didymella</i>	病害初期产生水渍状圆形褐色斑点,且斑点边缘略微带有黄色晕圈,后病斑扩散至 1.3 mm 左右,中央呈灰褐色至灰白色,边缘有紫褐色或黑褐色隆起线;病害后期,圆形褐色斑点会扩散至 4.4 mm 左右,周围形成 2.5~3.0 mm 暗绿色晕圈;相邻病斑可融合成不规则大病斑,可进一步形成孔洞 ^[6-7]
<i>Diaporthe hongkongensis</i>	隶属间座壳目 Diaporthales, 间座壳科 Diaporthaceae, 间座壳属 <i>Diaporthe</i>	发病初期在茶树叶子顶端形成灰色病变,发病处观察到直径大小为 6.38 mm 病斑,且有同心圆子实体产生 ^[23]
<i>E. sorghinum</i> 高粱附球菌	隶属格孢腔菌目 Pleosporales, 亚隔孢壳科 Didymellaceae, 附球菌属 <i>Epicoccum</i>	病斑从叶片边缘开始产生,随后病斑面积逐渐扩大;最初出现淡褐色或者深褐色病斑,形状不规则,边缘有深褐色边界线;病害发生后期,病斑初始侵染点逐渐产生坏死;染病茶树表现出树势衰弱,新梢和新芽形成减少 ^[14]
<i>E. layuense</i>	隶属格孢腔菌目 Pleosporales, 亚隔孢壳科 Didymellaceae, 附球菌属 <i>Epicoccum</i>	最初在茶树叶片上产生褐色小斑或坏死斑,后期进一步发展为深棕色病斑 ^[22]
<i>F. Proliferatum</i> 层出镰刀菌	隶属肉座菌目 Hypocreales, 丛壳科 Nectriaceae, 镰孢属 <i>Fusarium</i>	最初表现为轻微的灰色病变,后来扩大为直径 10~15 mm 圆形或不规则斑点,病斑中心为浅棕色,边缘为灰色 ^[24]
<i>L. theobromae</i> 可可毛色二孢菌	隶属葡萄座腔菌目 Botryosphaeriales, 葡萄座腔菌科 Botryosphaeriaceae, 毛双孢属 <i>Lasiodiplodia</i>	病害初期叶片产生斑点,茶叶褪绿,随后出现褐色或黑色点状病斑,边缘略呈黄褐色,然后逐渐扩大成不规则病斑,最后叶片坏死、脱落 ^[11-12]
<i>Pestalotiopsis trachicarpicola</i>	隶属炭角菌目 Xylariales, 附毛孢科 Sporocadaceae, 拟盘多毛孢属 <i>Pestalotiopsis</i>	病斑初期为圆形,褐色,直径为 2.0~3.0 mm,病斑上产生黑色的子实体,病斑外侧有淡黄色的晕圈,病害主要集中在嫩叶上 ^[15]
<i>Phoma herbarum</i> 草茎点霉菌	隶属格孢腔菌目 Pleosporales, 亚隔孢壳科 Didymellaceae, 茎点霉属 <i>Phoma</i>	病症初期表现为边缘不规则的棕色病斑,后期病斑扩大至 10 mm;病斑中心呈棕色或灰色,边缘呈深棕色 ^[18]
<i>Phyllosticta capitata</i>	葡萄座腔菌目 Botryosphaeriales, 球壳孢科 Phyllostictaceae, 叶点霉属 <i>Phyllosticta</i>	病斑最开始是红棕色的针状小斑点,后期病斑扩散并合并成大斑点 ^[19]
<i>Ps. theae</i> 茶拟盘多毛孢	隶属炭角菌目 Xylariales, 附毛孢科 Sporocadaceae, 假拟盘多毛孢属 <i>Pseudopestalotiopsis</i>	初期病斑直径一般为 2 mm 左右;叶片上病斑增多后,病斑可相互融合形成较大的病斑,后期病斑上有墨汁小点 ^[8]

3 病原菌生物学特性和侵染循环

3.1 病原菌的生物学特性

研究病原菌的生物学特性有助于了解其侵染寄主后的繁殖能力、致病特点及发生规律,对相应病害的发生预报及其防控都有重要的指导作用^[4]。尽管已报道的茶叶斑病病原菌有10余种,但有关病原生物学特性的研究并不多,主要集中在温度、pH值、碳源、氮源和不同培养基对产孢、菌丝生长、发育及色素分泌的影响等方面。韦唯等^[55]开展 *Phoma segeticola* var. *camelliae* 的生物学特性研究发现,该病原生长不受培养基的限制,最适生长温度为25℃,但碳、氮元素缺失会抑制病原菌丝的生长及色素形成。此外,OA培养基有利于分生孢子器和分生孢子的形成。程宇豪等^[6]在此研究基础上发现,病原菌 *Didymella segeticola* 致死温度为40℃,35℃时停止生长,最适培养碳源和氮源分别为麦芽糖、亮氨酸。安小丽等^[8]研究发现,病原菌 *Ps. theae* 的体外最适培养温度为28℃,最佳培养基为PDA,最适pH值为中性。Ariyawansa等^[23]研究表明, *Diaporthe hongkongensis* 在25~30℃、pH值弱酸偏碱性(pH值5~10)的培养基中生长最快,当温度达到40~45℃时生长缓慢,甚至会死亡。黄鉉琳等^[14]发现病原菌 *E. sorghinum* 在OA培养基上生长最快,淀粉培养基上菌丝量最丰富,最适生长温度为22℃,最适pH值为6,且培养基氮源含量影响菌丝丰度及色素分泌。吴双等^[16]的研究表明,病原菌 *Didymella bellidis* 在OA培养基上的生长速率最快,最适生长温度为25℃,最佳pH值范围为6~9,不同的碳、氮源均影响菌丝的生长速率、菌素丰度和色素形成。

3.2 病害发生特点和流行规律

茶叶斑病是一种喜好低温高湿环境的病害,它的发生和流行一般需要满足两个方面的条件:一是茶树萌发新芽,存在大量的嫩叶和鲜芽,二是气温骤降(特别是倒春寒时期),低温凝冻高湿度的气候^[8-10]。茶叶斑病主要侵染茶树嫩叶和新芽^[16],春末寒潮,日照有限,低温、高湿及阴雨的茶区该病较易发生^[9]。赵永田等^[56]认为茶园的地理环境和气候条件(温度、湿度、降雨量、风力)可直接影响茶叶斑病的发生及流行,其中温湿度影响最大。茶叶斑病在高海拔,偏施氮肥及迎风面或周边未种植防风林、行道树的茶园发生偏重^[8]。

引起茶叶斑病的病原菌种类较多,其发生特点及发生时间在不同地区有所差异,一般在气温波动大、阴雨潮湿天气,该病发生频繁。如贵州茶区的茶叶斑病大都发生在早春时节,始发于3月,一直持续到11月,发生流行为4—6月,海拔1100 m以上的阴风、高海拔茶园发病严重^[8-10, 13-14]。在贵州,全省平均气温不高,除1—2月空气湿度小不利于茶叶斑病的发生外,全年其他时间都有可能发生流行。

一般而言,茶叶斑病发生特点与流行时期因不同茶区、年份而异,同时与外界环境、茶区小气候、茶树品种及茶园管理等综合情况相关。

4 茶叶斑病的综合防控技术

4.1 农业防治

茶树的长势与茶树的抗病性有关^[4],对茶园采取科学的农艺管理措施,可提升茶树的抗逆性,防止病原菌的侵入和感染。常见的农业防治措施如下:①合理施肥,结合不同茶区土壤条件,增施钾肥、磷肥和微生物肥,提高茶树的抗病性,避免长期施用氮肥^[56];②合理种植,根据不同茶区地理条件和实际情况,合理密植,适度间作、套作^[56];③适度修剪,结合茶树长势和

发病情况进行适时修剪,调节茶树枝条和幼芽的生长^[57],塑造茶树的树态^[57-58],保持良好的通风光照条件,对于发病严重的茶园,可适度重修或台刈,并将感病枝条带出茶园销毁,从而大幅降低病原基数^[58];④选择抗病良种,根据当地茶园小气候,选择适宜种植的优良抗病品种^[59]。

4.2 生物防治

生物防治是一种通过抑制病原菌来提高植物免疫力或通过有益微生物、化合物的作用来控制植物病害发生的方法^[60]。Huang等^[61]研究发现,灰黄霉素能抑制茶叶斑病病原菌 *D. segeticola* 的菌丝生长,当灰黄霉素浓度为 10.0 $\mu\text{g/mL}$ 时,其抑菌率达 87.83%,有效中浓度(EC_{50})为 0.37 $\mu\text{g/mL}$,施用较低浓度(25 $\mu\text{g/mL}$)时能有效减轻 *D. segeticola* 引起的茶树叶斑症状。Jiang等^[62]研究表明,春雷霉素能在体外抑制 *D. segeticola* 菌丝的生长,其 EC_{50} 为 141.18 $\mu\text{g/mL}$ 。随着其浓度的增加(500 $\mu\text{g/mL}$ ~2 000 $\mu\text{g/mL}$),其对离体叶片上 *D. segeticola* 引起的茶叶斑病有明显的防治作用。Ren等^[63]和李冬雪^[64]分别采用菌丝生长速率法测定了中生霉素和宁南霉素对病原菌 *D. segeticola* 的体外抑菌活性,结果表明,中生霉素能有效抑制菌丝的生长, EC_{50} 为 5.9 $\mu\text{g/mL}$,宁南霉素 EC_{50} 为 2 553.85 $\mu\text{g/mL}$ 。沈国强等^[65]开展了 1 000 亿 CFU/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂、37%井冈·蜡芽菌可湿性粉剂和 5 亿 CFU/g 多粘芽孢杆菌可湿性粉剂 3 种生物农药对茶叶斑病的防效试验,结果表明当 3 种药剂施用浓度分别为 1 000 倍液、600 倍液、500 倍液时,防效均在 60%以上。

4.3 化学防治

化学防治是防治茶树叶面病害的一种有效措施,然而,过度依赖化学杀菌剂控制叶面病害,存在农药残留和危害生态系统中其他有益生物的风险^[66]。因此,在使用化学农药防治茶树叶部病害时,需根据病害发生情况,科学选择高效、低毒、低水溶性、环境友好型的化学药剂^[59]。赵晓珍等^[66]通过室内对峙培养试验开展了 5 种化学杀菌剂对茶叶斑病病原菌茎点霉 *Phoma* sp. 的抑菌活性研究,结果表明 5 种杀菌剂均能有效抑制病原菌的菌丝生长,其中 1%申嗪霉素悬浮剂抑菌效果最佳, EC_{50} 为 0.74 $\mu\text{g/mL}$ 。在室内抑菌试验基础上,将 5 种化学杀菌剂进行桶配施药,在连续施药 3 次,每次间隔 10 d 后进行田间调查,结果发现,5%氨基寡糖素水剂:20%噁菌酯悬浮剂:1%申嗪霉素悬浮剂的桶配对茶叶斑病田间防效最佳,相对防效为 86.48%。沈国强等^[65]于 2019—2021 年连续 3 年对茶叶斑病开展了田间药效试验,结果表明,施用 10%苯醚甲环唑水分散粒剂 1 000 倍液、25%咪鲜胺乳油 750 倍液、250 g/L 噁菌酯悬浮剂 1 500 倍液、25%吡唑醚菌酯乳油 1 000 倍液和 80%代森锰锌可湿性粉剂 600 倍液时,5 种化学农药均能较好地防治茶叶斑病,防效在 64%以上。

5 问题与展望

茶叶斑病已在我国几个省份茶园发生,尤以贵州发生最为普遍,发生严重的茶园可造成茶叶产量和品质下降^[67],从而造成巨大的经济损失。研究人员前期在茶叶斑病的发生分布、病原菌种类鉴定、生物学特性和综合防治等方面开展了研究,但仍存在以下不足:①针对不同地区、不同生态环境下茶叶斑病病原菌的生物学特性研究不足;②茶叶斑病的发病机制、侵染循环以及流行规律研究有待加强;③茶叶斑病抗性品种选育尚未开展;④病原种类多样,感病症状不一,是否能断定为同一种病害的依据尚未验证;⑤高效、精准的防控措施手段欠缺。

随着全球气候变化,茶树病害种类、发生特点及流行规律也随之改变。因此,在今后茶叶斑病的研究方面,需加强对不同地区茶叶斑病发生规律的调查,建立病害流行预报预警机制;

深入研究不同病原菌的生物学特性,明确其致病特点及发病机制;通过分子技术手段,挖掘抗病基因,培育出抗病性好,稳定的优良品种;根据病害发生规律,筛选高效、环保的防控药剂,集成一套精准防控技术体系。

总之,茶叶斑病的防治应遵循“预防为主、综合防治”的植保方针,坚持农业防治、生物防治及化学防治相结合的综合防控路线,确保茶产业健康、可持续、高质量发展。

参考文献:

- [1] ZHOU L, XU H, MISCHKE S, et al. Exogenous Absciscic Acid Significantly Affects Proteome in Tea Plant (*Camellia sinensis*) Exposed to Drought Stress [J]. Horticulture Research, 2014, 1(1): 14029.
- [2] HO K K H Y, HAUFE T C, FERRUZZI M G, et al. Production and Polyphenolic Composition of Tea [J]. Nutrition Today, 2018, 53(6): 268-278.
- [3] SHANG A, LI J H, ZHOU D D, et al. Molecular Mechanisms Underlying Health Benefits of Tea Compounds [J]. Free Radical Biology & Medicine, 2021, 172(20): 181-200.
- [4] 刘威,袁丁,尹鹏,等.茶树炭疽病的研究进展 [J]. 热带农业科学, 2016, 36(11): 20-26.
- [5] CHAKRABORTY B N, DAS-BISWAS R, SHARMA M. *Alternaria alternata*- a New Foliar Fungal Pathogen of Tea in North Bengal, India [J]. Plant Pathology, 2006, 55(2): 303.
- [6] 程宇豪,黄小贞,张金峰,等.贵州茶叶斑点病病原系统发育学分析与生物学特性 [J]. 分子植物育种, 2022, 20(13): 4468-4476.
- [7] 赵晓珍,王勇,李冬雪,等.茶树新病害病原菌 *Phoma segeticola* var. *camelliae* 的形态学特征及系统学分析 [J]. 植物病理学报, 2018, 48(4): 556-559.
- [8] 安小丽,武娴,任亚峰,等.茶叶斑病病原菌茶拟盘多毛孢(*Pseudopezalotiopsis theae*)鉴定及生物学特性 [J]. 中国植保导刊, 2020, 40(1): 12-19, 47.
- [9] YIN Q X, AN X L, WU X, et al. First Report of *Alternaria longipes* Causing Leaf Spot on Tea in China [J]. Plant Disease, 2021, 105(12): 4167.
- [10] 杨志英,卢佳欣,李涛,等.贵州开阳地区茶叶斑病相关病原菌长柄链格孢菌(*Alternaria longipes*)的研究 [J]. 中国植保导刊, 2020, 40(11): 5-12, 34.
- [11] 任亚峰,包兴涛,李冬雪,等.茶树叶斑病病原菌可可毛色二孢菌的鉴定 [J]. 植物病理学报, 2019, 49(6): 857-861.
- [12] LI D X, BAO X T, REN Y F, et al. First Report of *Lasiodiplodia theobromae* Causing Leaf Spot on Tea Plant in Guizhou Province of China [J]. Plant Disease, 2019, 103(2): 374.
- [13] BAO X T, DHARMASENA D S P, LI D X, et al. First Report of *Epicoccum sorghinum* Causing Leaf Spot on Tea in China [J]. Plant Disease, 2019, 103(12): 3282.
- [14] 黄敏琳,尹桥秀,江仕龙,等.茶叶斑病病原菌高粱附球菌(*Epicoccum sorghinum*)的鉴定及生物学特性 [J]. 热带作物学报, 2021, 42(11): 3269-3277.
- [15] 李涛,尹桥秀,武娴,等.余庆县茶叶斑病致病菌 *Pestalotiopsis trachicarpicola* 鉴定及其生物学研究 [J]. 中国植保导刊, 2021, 41(1): 24-30, 23.
- [16] 吴双,杨志英,杨蕤,等.茶叶斑病病原菌的鉴定及生长特性研究 [J]. 山地农业生物学报, 2023, 42(4): 10-17, 32.
- [17] ZHOU L X, XU W X. First Report of *Alternaria alternata* Causing Leaf Spots of Tea (*Camellia sinensis*) in China [J]. Plant Disease, 2014, 98(5): 697.
- [18] THANGARAJ K, DENG C, CHENG L L, et al. Report of *Phoma herbarum* Causing Leaf Spot Disease of *Camellia Sinensis* in China [J]. Plant Disease, 2018, 102(11): 2373.
- [19] CHENG L L, THANGARAJ K, DENG C, et al. *Phyllosticta capitalensis* Causes Leaf Spot on Tea Plant (Ca-

- mellia Sinensis) in China [J]. Plant Disease, 2019, 103(11): 2964.
- [20] LINGHU M L, TANG X X, ZHENG C Q, et al. First Report of Leaf Spot Caused by *Clonostachys rosea* on Tea (*Camellia sinensis*) in China [J]. Plant Disease, 2023, 107(8): 2537.
- [21] CHEN Y J, MENG Q, ZENG L, et al. Phylogenetic and Morphological Characteristics of *Alternaria alternata* Causing Leaf Spot Disease on *Camellia sinensis* in China [J]. Australasian Plant Pathology, 2018, 47(3): 335-342.
- [22] CHEN Y J, WAN Y H, ZOU L J, et al. First Report of Leaf Spot Disease Caused by *Epicoccum layuense* on *Camellia sinensis* in Chongqing, China [J]. Plant Disease, 2020, 104(7): 2029.
- [23] ARIYAWANSA H A, TSAI I, WANG J Y, et al. Molecular Phylogenetic Diversity and Biological Characterization of *Diaporthe* Species Associated with Leaf Spots of *Camellia sinensis* in Taiwan [J]. Plants, 2021, 10(7): 1434.
- [24] ZHANG X Y, YI J, HUO D, et al. First Report of *Fusarium proliferatum* Causing Leaf Spot on Tea Plants in Jiangxi Province, China [J]. Plant Disease, 2022, 106(7): 2220.
- [25] 周园园, 吴治然, 贡长怡, 等. 茶树链格孢叶斑病的病原鉴定 [J]. 植物保护, 2019, 45(6): 145-148, 155.
- [26] VINTAL H, SHTIENBERG D, SHLEVIN E, et al. First Report of Leaf Blight Caused by *Alternaria longipes* on Carrots in Israel [J]. Plant Disease, 2002, 86(2): 186.
- [27] SHOAI B A, AKHTAR N, AKHTAR S, et al. First Report of *Alternaria longipes* Causing Leaf Spot of Potato Cultivar Sante in Pakistan [J]. Plant Disease, 2014, 98(12): 1742.
- [28] LIU P Q, WEI M Y, ZHU L, et al. First Report of Leaf Spot on Taro Caused by *Epicoccum sorghinum* in China [J]. Plant Disease, 2018, 102(3): 682.
- [29] YU L, SHE X M, LAN G B, et al. First Report of Leaf Spot Caused by *Epicoccum sorghinum* on Chinese Flowering Cabbage (*Brassica parachinensis*) in China [J]. Plant Disease, 2019, 103(11): 2966.
- [30] TAN G, YUAN Z, YANG Z L, et al. First Report of Leaf Spot Caused by *Alternaria longipes* on *Atractylodes macrocephala* in China [J]. Plant Disease, 2012, 96(4): 588.
- [31] LI S J, LI S Y, ZHANG Z Y, et al. First Report of *Pestalotiopsis trachicarpicola*, a Causal Agent of Leaf Spot of *Eucommia ulmoides* in Southwest China [J]. Plant Disease, 2018, 102(12): 2656.
- [32] ZHANG X Y, YANG Y L, LI S J, et al. First Report of Leaf Spots on *Gentiana rhodantha* Caused by *Pestalotiopsis trachicarpicola* [J]. Journal of General Plant Pathology, 2021, 87(5): 316-321.
- [33] ZENG H, LU Q, LI R. First Report of Leaf Spot of Lily Caused by *Epicoccum sorghinum* in China [J]. Plant Disease, 2018, 102(12): 2648.
- [34] ZHOU H, LIU P P, QIU S, et al. Identity of *Epicoccum sorghinum* Causing Leaf Spot Disease of *Bletilla striata* in China [J]. Plant Disease, 2018, 102(5): 1039.
- [35] FU R, CHEN C, WANG J, et al. First Report of *Epicoccum sorghinum* Causing Leaf Spot on *Paris polyphylla* in China [J]. Plant Disease, 2019, 103(6): 1426.
- [36] KANG Y, ZHANG J X, WAN Q, et al. First Report of Leaf Brown Spot Caused by *Epicoccum sorghinum* on *Digitaria sanguinalis* in China [J]. Plant Disease, 2019, 103(7): 1787.
- [37] LEE D H, CHOI K M, JUNG C R, et al. First Report of *Didymella bellidis* Causing Leaf Spots on *Angelica gigas* in South Korea [J]. Journal of Plant Pathology, 2020, 102(4): 1297.
- [38] 石凌波, 李媛, 费诺亚, 等. 蓝莓拟盘多毛孢叶斑病病原菌鉴定 [J]. 中国南方果树, 2017, 46(1): 24-28.
- [39] SHU J A, YU Z H, SUN W X, et al. Identification and Characterization of Pestalotioid Fungi Causing Leaf Spots on Mango in Southern China [J]. Plant Disease, 2020, 104(4): 1207-1213.
- [40] ZOU M F, WANG Y X, YAN M F, et al. First Report of Leaf Spot on Kiwifruit Caused by *Didymella bellidis* in China [J]. Plant Disease, 2020, 104(1): 287.

- [41] CHEN T M, XIE Y J, SUN Q, et al. First Report of *Epicoccum sorghinum* Causing Leaf Sheath and Leaf Spot on Maize in China[J]. Plant Disease, 2021, 105(11): 3741.
- [42] LIU L M, ZHAO Y, ZHANG Y L, et al. First Report of Leaf Spot Disease on Rice Caused by *Epicoccum sorghinum* in China [J]. Plant Disease, 2020, 104(10): 2735.
- [43] ALVES A, CROUS P, CORREIA A, et al. Morphological and Molecular Data Reveal Cryptic Speciation in *Lasiodiplotia theobromae*[J]. Fungal Diversity, 2008, 28(2): 1-13.
- [44] AFSHARI N, HEMMATI R. First Report of the Occurrence and Pathogenicity of *Clonostachys rosea* on Faba Bean [J]. Australasian Plant Pathology, 2017, 46(3): 231-234.
- [45] HAQUE M E, PARVIN M S. Retracted: First Report of *Clonostachys rosea* Causing Root Rot of *Beta vulgaris* in North Dakota, USA [J]. New Disease Reports, 2020, 42(1): 21.
- [46] DIAZ R, CHAVEZ E C, DELGADO ORTIZ J C, et al. First Report of *Clonostachys rosea* Causing Root Rot on Garlic in Mexico[J]. Plant Disease, 2022, 106(11): 3000.
- [47] DISSANAYAKE A J, LIU M, ZHANG W, et al. Morphological and Molecular Characterisation of *Diaporthe* Species Associated with Grapevine Trunk Disease in China [J]. Fungal Biology, 2015, 119(5): 283-294.
- [48] ZHANG Z, ZHANG Z B, HUANG Y T, et al. First Report of *Diaporthe hongkongensis* Causing Fruit Rot on Peach (*Prunus persica*) in China[J]. Plant Disease, 2021, 105(7): 2017.
- [49] ERPER I, TURKKAN M, OZEAN M, et al. Characterization of *Diaporthe hongkongensis* Species Causing Stem-end Rot on Kiwifruit in Turkey[J]. Journal of Plant Pathology, 2017, 99(3): 779-782.
- [50] HUDA-SHAKIRAH A R, KEE Y J, WONG K L, et al. *Diaporthe* Species Causing Stem Gray Blight of Red-fleshed Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) in Malaysia[J]. Scientific Reports, 2021, 11(1): 3907.
- [51] CHEN H, LI C J, WHITE J F. First Report of *Epicoccum layuense* Causing Brown Leaf Spot on Oat (*Avena sativa*) in Northwestern China [J]. Plant Disease, 2020, 104(3): 990.
- [52] TIAN Y E, ZHANG Y Y, QIU C D, et al. First Report of Leaf Spot of *Weigela florida* Caused by *Epicoccum layuense* in China [J]. Plant Disease, 2021, 105(8): 2243.
- [53] LI F J, YUAN G Q, LIAO T, et al. Leaf Spot of Tobacco Caused by *Fusarium proliferatum* [J]. Journal of General Plant Pathology, 2017, 83(4): 264-267.
- [54] ZHOU X Z, RAO B R, CHEN Y H, et al. First Report of Leaf Blight Caused by *Fusarium proliferatum* on *polygonatum cyrtoneura* in China [J]. Journal of Plant Pathology, 2021, 103(1): 369.
- [55] 韦唯, 任亚峰, 李冬雪, 等. 茶树叶部病害病原菌 *Phoma segeticola* var. *camelliae* 的生物学特性研究 [J]. 中国植保导刊, 2018, 38(12): 14-19.
- [56] 赵永田, 马悦, SHETH S, 等. 我国茶树叶部主要真菌病害绿色防控现状与展望 [J]. 植物保护, 2023, 49(5): 133-144, 166.
- [57] ZHANG L P, LI M H, LI X, et al. Summer Pruning Improves the Branch Growth and Tea Quality of Tea Trees (*Camellia sinensis*) [J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2021, 43(4): 65.
- [58] LU L, LUO W W, ZHENG Y N, et al. Effect of Different Pruning Operations on the Plant Growth, Phytohormones and Transcriptome Profiles of the Following Spring Tea Shoots [J]. Beverage Plant Research, 2022, 2(1): 1-9.
- [59] 柏增凯. 茶树常见病害及绿色防控技术 [J]. 乡村科技, 2023, 14(10): 82-85.
- [60] HE D C, HE M H, AMALIN D M, et al. Biological Control of Plant Diseases: an Evolutionary and Eco-Economic Consideration [J]. Pathogens, 2021, 10(10): 1311.
- [61] HUANG H K, LI D X, JIANG S L, et al. Integrated Transcriptome and Proteome Analysis Reveals that the Antimicrobial Griseofulvin Targets *Didymella segeticola* Beta-Tubulin to Control Tea Leaf Spot [J]. Phytopathology, 2023, 113(2): 194-205.

- [62] JIANG X Y, JIANG S L, HUANG H K, et al. Multi-Omics Analysis Reveals that the Antimicrobial Kasugamycin Potential Targets Nitrate Reductase in *Didymella segeticola* to Achieve Control of Tea Leaf Spot [J]. *Phytopathology*, 2022, 112(9): 1894-1906.
- [63] REN Y F, LI D X, JIANG S L, et al. Integration of Transcriptomic and Proteomic Data Reveals the Possible Action Mechanism of the Antimicrobial Zhongshengmycin Against *Didymella segeticola*, the Causal Agent of Tea Leaf Spot [J]. *Phytopathology*, 2021, 111(12): 2238-2249.
- [64] 李冬雪. 防治 *Phoma segeticola* var. *camelliae* 的药剂筛选及作用机制研究 [D]. 贵阳: 贵州大学, 2019.
- [65] 沈国强, 梁梦琦, 李佳琦, 等. 不同生物农药在茶叶斑病防治上的应用效果研究 [J]. *现代农业科技*, 2022(15): 108-110, 114.
- [66] PARAMASIVAM M, DEEPA M, SELVI C, et al. Dissipation Kinetics and Safety Evaluation of Tebuconazole and Trifloxystrobin in Tea under Tropical Field Conditions [J]. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 2017, 34(12): 2155-2163.
- [66] 赵晓珍, 段长流, 李冬雪, 等. 茶叶斑点病的药剂筛选及田间防治技术初步研究[C]//中国植物保护学会. 绿色生态可持续发展与植物保护——中国植物保护学会第十二次全国会员代表大会暨学术年会论文集. 中国农业科学技术出版社, 2017: 309.
- [67] DENG X Y, YANG J, WAN Y H, et al. Characteristics of Leaf Spot Disease Caused by *Didymella* Species and the Influence of Infection on Tea Quality [J]. *Phytopathology*, 2023, 113(3): 516-527.

责任编辑 苏荣艳