

烟草叶斑病菌 *Cumuliphoma indica* 的生物学特性及室内药剂筛选

安宣鲜¹, 桑维钧^{1*}, 张得平², 李昊熙¹, 杨江敏¹, 雷雪梅¹, 王五权², 杨茂发¹

1. 贵州大学烟草学院/贵州省烟草品质重点实验室, 贵州贵阳 550025; 2. 中国烟草总公司广西壮族自治区公司科技处, 广西南宁 530022

摘要: 烟草是重要的经济作物, 其叶具有较高的经济价值。近年来, 随着烟草种植面积增加, 叶部病害种类呈上升趋势。前期从广西壮族自治区贺州市烟区烟叶病样中分离得到 2 株烟草叶斑病致病菌, 经多基因系统发育分析, 确定为 *Cumuliphoma indica*, 是国内关于该病原菌引起烟草叶斑病的首次报道。为明确该病原菌的生物学特性并筛选防治药剂, 本研究采用菌丝生长速率法, 研究分离菌株菌丝的致死温度, 以及其在不同培养基、温度、pH、碳源、氮源、光照周期条件下的生长情况, 并测定病原菌对 9 种化学药剂的敏感性。生物学特性研究结果表明: *C. indica* 菌丝生长的温度范围广, 最适温度为 28 ℃; 弱酸性环境更利于菌丝生长, 最适 pH 为 5; 在玉米粉琼脂培养基 (CMA) 和察氏培养基 (CDA) 上生长最快; 最适氮源为蛋白胨; 最适碳源为可溶性淀粉; 菌丝致死温度为 49 ℃, 水浴 10 min; 光照对菌丝生长有显著影响, 24 h 全光照对其最有利。室内防治药剂筛选结果表明: 9 种供试杀菌剂对 *C. indica* 菌丝生长均有不同程度的抑制作用, 其中 50%啶酰菌胺 WG 抑菌效果最好, EC₅₀ 为 0.025 mg/L; 其次分别是 50%咯菌腈 FS (0.084 mg/L)、500 g/L 异菌脲 SC (0.217 mg/L)、450 g/L 咪鲜胺 EW (1.354 mg/L)、80%代森锰锌 WP (6.565 mg/L)、10%苯醚甲环唑 ME (9.576 mg/L)、25%吡唑醚菌酯 (34.237 mg/L) 和 40%腈菌唑 SC (38.804 mg/L); 430 g/L 戊唑醇 SC 的抑制作用最弱, EC₅₀ 为 42.574 mg/L。本研究揭示了 *C. indica* 的生物学特性, 推荐 50%啶酰菌胺 WG 作为防治候选杀菌剂, 本结果可为由 *C. indica* 引起烟草叶斑病的有效防治提供参考和依据。

关键词: 烟草; 叶斑病; *Cumuliphoma indica*; 生物学特性; 药剂筛选

中图分类号: S435.72 文献标志码: A

Biological Characteristics of Tobacco Leaf Spot Pathogen and Laboratory Screening of Fungicides

AN Xuanxian¹, SANG Weijun^{1*}, ZHANG Deping², LI Haoxi¹, YANG Jiangmin¹, LEI Xuemei¹, WANG Wuquan², YANG Maofa¹

1. College of Tobacco Science, Guizhou University / Guizhou Provincial Key Laboratory for Tobacco Quality Research, Guiyang, Guizhou 550025, China; 2. Science and Technology Department, Guangxi Branch, China National Tobacco Corporation, Nanning, Guangxi 530022, China

Abstract: Tobacco is an important economic crop, and its leaves have great economic value. In recent years, with the increase of tobacco planting areas, the varieties of leaf diseases are on the rise. Two strains of tobacco leaf spot disease pathogenic bacteria were isolated from the tobacco leaf disease samples in Hezhou, Guangxi. Through polygenic phylogenetic analysis, they were identified as *Cumuliphoma indica*, which is the first report on the tobacco leaf spot disease caused by *C. indica* in China. To clarify the biological characteristics of the pathogen and screen the control agents, this study used the mycelial growth rate method to study the lethal temperature of the mycelia of the strain, and its growth in

收稿日期 2022-12-08; 修回日期 2023-03-17

基金项目 中国烟草总公司广西壮族自治区公司项目 (No. 202145000024006)。

作者简介 安宣鲜 (1997—), 男, 硕士, 研究方向: 烟草病原真菌学。*通信作者 (Corresponding author): 桑维钧 (SANG Weijun), E-mail: 984139246@qq.com。

different media, temperatures, pH, carbon sources, nitrogen sources, light cycles and to determine the sensitivity of the pathogen to nine chemical agents. The biological characteristics showed that the temperature range of *C. indica* mycelium growth was wide, and the optimum temperature was 28 °C. Weak acid environment was more favorable for mycelium growth, and the optimal pH was 5. It grew fastest on CMA and CDA. The optimum nitrogen source was peptone. The optimum carbon sources was soluble starch. The lethal temperature of mycelium was 49 °C, and the water bath was 10 min. Light had a significant effect on the growth of the mycelia, and 24 h full light was the most favorable. The results of laboratory screening showed that the nine tested fungicides had different inhibition on the growth of *C. indica* mycelia, among which boscalid 50% WG had the best inhibitory effect, EC_{50} was 0.025 mg/L. The second was fludioxonil 50% FS (0.084 mg/L), iprodione 500 g/L SC (0.217 mg/L), prochloraz 450 g/L EW (1.354 mg/L), mancozeb 80% WP (6.565 mg/L), difenoxazole 10% ME (9.576 mg/L), pyraclostrobin 25% SC (34.237 mg/L) and myclobutanil 40% SC (38.804 mg/L). The inhibitory effect of tebuconazole 430 g/L SC was the weakest, EC_{50} was 42.574 mg/L. The study revealed the biological characteristics of *C. indica* for the first time, and recommended 50% acetanilide WG as a candidate fungicide for the prevention and control. The results could provide a reference for the effective prevention and control of tobacco leaf spot disease caused by *C. indica*.

Keywords: tobacco; leaf spot disease; *Cumuliphoma indica*; biological characteristics; fungicides screening

DOI: 10.3969/j.issn.1000-2561.2024.04.020

烟草 (*Nicotiana tabacum* L.) 隶属于茄科烟草属, 原产于美洲, 是一年生的草本植物, 其叶是烟草产品生产中最主要的材料, 是世界上种植十分普遍的一种重要经济作物^[1-2]。近年来, 随着烟草种植制度的改变, 气候条件变化, 品种单一以及烟草连作障碍等问题的加重, 烟草病害流行范围变广, 危害程度愈发严重, 经济损失也越来越大^[3-6]。其中, 烟草叶斑类病害是烟草生产上威胁最大的病害之一, 在烟草的整个生育期都有发生, 可直接导致烟草产量下降, 品质降低^[7-8]。

2021 年, 课题组在广西壮族自治区贺州市发现一种发生在烟草生育中后期, 病斑为白色, 外周有黄色晕圈的叶斑病, 对病原进行了分离鉴定, 明确该病原菌为 *Cumuliphoma indica*, 此为国内该病原菌在烟草上的首次报道^[9]。*C. indica* 隶属于子囊菌门 (Ascomycota)、腔菌纲 (Loculoascomycetes)、格孢腔菌目 (Pleosporales)、亚隔孢壳科 (Didymellaceae)、*Cumuliphoma* 属^[10]。*Cumuliphoma* 是 2018 年 VALENZUELA-LOPEZ 等建立的新属, 其模式种为 *C. omnivirens*, 该模式种由基物异名 *Phoma omnivirens* 新组合而来^[10]。早在 2009 年 AVESKAMP 等^[11]报道了 *P. omnivirens* 可引起菊科、豆科和白花丹科多种植物病害。2018 年, 江艳等^[12]将在贵州发生的烟草茎点病的病原鉴定为 *P. omnivirens*, 其后, 商胜华等^[13]的研究明确了 *P. omnivirens* 菌丝生长的最适培养基为牛肉膏蛋白胨培养基、燕麦培养基和马铃薯葡萄糖琼脂培养基, 最适温度为 30 °C, 最适 pH 为 10, 最佳碳源为蔗糖, 最佳氮源为硝酸钾和硝酸钙,

致死温度为 58 °C, 以及发现 3% 中生菌素对该病原菌菌丝生长的抑制效果最好。

2021 和 2022 年对广西壮族自治区主要植烟区烟草真菌性叶斑病害种类的调查发现, 该病害在钟山县公安镇、燕塘镇以及富川瑶族自治县朝东镇、石家乡、福利镇、新华乡、柳家乡等乡镇均有发生, 田间发病率在 30% 左右, 该病对烟叶生产具有潜在的危害性。目前, 关于 *C. indica* 生物学特性以及防治方面的研究基本处于空白, 亟待进一步研究。本研究通过测定分离菌株的致死温度以及不同培养基、温度、pH、碳氮源、光照周期对菌丝生长的影响, 以明确 *C. indica* 的生物学特性, 同时探究 9 种化学药剂对病原菌生长的抑制作用, 旨在为该病害的有效防控提供理论支撑。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试菌株 2021 年, 采用常规组织分离法^[14]从 15 份广西壮族自治区贺州市钟山县烟草 (品种: K326) 病叶样品中分离得到 2 株 *C. indica* 菌株 (编号分别为 HZGA75、HZGA79), 保存于贵州大学烟草学院植物病理实验室, 选用菌株 HZGA75 用于后续试验研究。

1.1.2 供试培养基 供试培养基分别为马铃薯葡萄糖琼脂培养基 (PDA, 青岛高科技工业园海博生物技术有限公司)、玉米粉琼脂培养基 (CMA, 北京索莱宝科技有限公司)、察氏培养基 (CDA,

北京索莱宝科技有限公司)、燕麦培养基(OA, 北京索莱宝科技有限公司)和自配番茄汁琼脂培养基(TomA, 自配)、山药汁琼脂培养基(YA, 自配)、烟叶汁琼脂培养基(TobA, 自配)和水

琼脂培养基(WA, 自配)。自配培养基配方参照方中达^[14]的方法等量配比。

1.1.3 供试药剂 本试验所用的杀菌剂种类、厂家及处理浓度详见表 1。

表 1 供试药剂及处理浓度
Tab. 1 Test fungicides and treatment concentrations

药剂 Fungicide	生产厂家 Manufacture factory	浓度 Concentration/(mg·L ⁻¹)
50%啉酰菌胺 WG	山西德威本草生物科技有限公司	3.704、1.235、0.412、0.137、0.046、0.015
50%咯菌腈 FS	河北中保绿农作物科技有限公司	3.704、1.235、0.412、0.137、0.046、0.015
500 g/L 异菌脲 SC	上海沪联生物药业(夏邑)股份有限公司	11.111、3.704、1.235、0.412、0.137、0.046
450 g/L 咪鲜胺 EW	苏州富美实植物保护剂	100、33.334、11.111、3.704、1.235、0.412
80%代森锰锌 WP	巴斯夫植物保护(江苏)有限公司	300、100、33.334、11.111、3.704、1.235
10%苯醚甲环唑 ME	兴农股份有限公司	100、33.334、11.111、3.704、1.235、0.412
40%腈菌唑 SC	河北中保绿农作物科技有限公司	900、300、100、33.334、11.111、3.704
25%吡唑醚菌酯 SC	先正达南通作物保护有限公司	300、100、33.334、11.111、3.704、1.235
430 g/L 戊唑醇 SC	山西禾益化工股份有限公司	100、33.334、11.111、3.704、1.235、0.412

1.2 方法

1.2.1 病原菌生物学特性研究 (1)不同类型培养基对病原菌菌丝生长的影响。将菌株 HZGA75 接在 PDA 平板上于 28 ℃全黑暗培养 3 d。采用内径为 5 mm 的无菌打孔器在菌落边缘打取菌饼,菌丝面朝下(下同)接种至上述 8 种培养基上,每个培养基 3 个重复,置于 28 ℃恒温培养箱中黑暗培养。培养 7 d 后,采用十字交叉法测量菌落直径^[15]。下同。

(2)温度对病原菌菌丝生长的影响。将 5 mm 的菌饼接种在新的 PDA 培养基上,分别置于 5、10、15、20、25、28、30、35 ℃的恒温培养箱中黑暗培养 7 d,每个处理 3 次重复^[16]。

(3) pH 对病原菌菌丝生长的影响。以 PDA 为基础培养基,用 1% HCl 和 1% NaOH 溶液调配培养基的 pH 为 8 个不同梯度(4、5、6、7、8、9、10、11),将 5 mm 菌饼接在培养皿中央,置于恒温培养箱中黑暗培养 7 d,每个处理重复 3 次^[17]。

(4)碳、氮源对病原菌菌丝生长的影响。以察氏培养基(CDA)为基础培养基,以不加碳源的察氏培养基为对照,将培养基中的蔗糖用相同含量的葡萄糖、甘露醇、乳糖、肌醇、山梨糖醇和可溶性淀粉替代;同理,以不加氮源的查氏培养基为对照,以等量的蛋白胨、硝酸铵、牛肉浸粉、氯化铵、尿素、甘氨酸、丙氨酸代替培养基

中的硝酸钠,将 5 mm 菌饼分别接在含不同碳氮源的培养皿上,置于恒温培养箱中黑暗培养 7 d,每个处理重复 3 次^[18]。

(5)光照周期对病原菌菌丝生长的影响。将 5 mm 的菌饼接在 PDA 培养基中央,分别置于 28 ℃恒温培养箱中进行 24 h 持续光照、L/D=12 h/12 h 光暗交替和 24 h 持续黑暗培养 7 d,每个处理重复 3 次^[19]。

(6)菌丝致死温度测定。将 5 mm 的菌饼接入装有 1 mL 无菌水的离心管中,分别于 40、45、50、55、60、65 ℃的恒温水浴锅中持续处理 10 min(提前预热 1 min),计时结束后立即置于常温水中冷却至室温,随后将处理的菌饼接种于无菌 PDA 培养基中央,于 28 ℃恒温培养箱中黑暗培养 7 d,每个处理 3 次重复^[20]。

1.2.2 杀菌剂对病原菌菌丝生长的抑制作用 采用菌丝生长速率法测定 9 种药剂对菌株 HZGA75 菌丝生长的抑制效果。经初筛得出各药剂的试验终浓度(表 1)。将不同浓度的药剂溶液加入 PDA 培养基中充分混匀,制作表 1 浓度的含药平板,以添加相同体积无菌水的 PDA 平板作为对照,每个处理设 3 次重复。接菌后将平板置于 28 ℃恒温培养箱中黑暗培养,7 d 后用十字交叉法测量菌落直径,计算各药剂不同剂量处理对病原菌菌丝生长的抑制率,并求出各药剂对病原菌的抑制中浓度(EC₅₀)^[21]。

抑制率=(对照菌落直径-处理菌落直径)/
(对照菌落直径-菌饼直径)×100%。

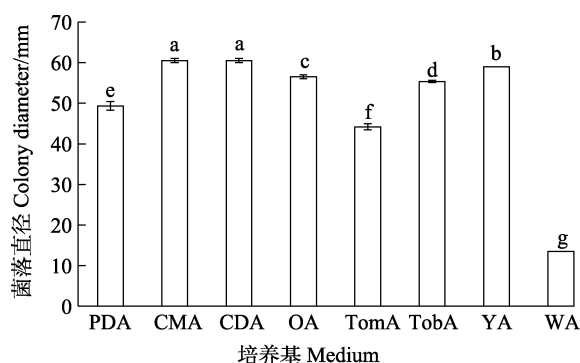
1.3 数据处理

试验数据使用 Excel 2010 和 SPSS Statistics 26 软件进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 病原菌的生物学特性

2.1.1 不同类型培养基对病原菌菌丝生长的影响
菌株 HZGA75 在 8 种供试培养基上均可生长, 在 CMA、CDA 两种培养基上生长最快, 二者间无显著差异, 但显著优于其他 6 种培养基; 在 CDA 培养基上培养 7 d 后菌落直径达到 60.50 mm; 在 WA 培养基上生长最慢, 其次是 TomA 培养基 (图 1)。



不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。
Different lowercase letters mean significant difference ($P<0.05$).

图 1 不同培养基对菌株菌丝生长的影响

Fig. 1 Effects of different media on mycelia growth

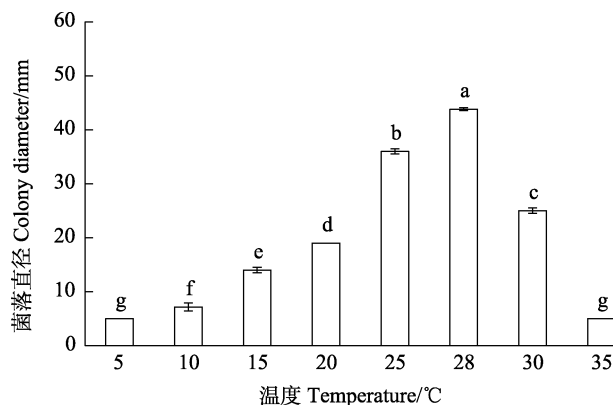
2.1.2 不同温度对病原菌菌丝生长的影响 菌株 HZGA75 在 10~30 °C 范围内均可生长且差异显著; 在 5 °C 和 35 °C 下菌株菌丝均不生长; 在温度为 28 °C 时菌丝生长最快, 显著高于其他温度处理, 培养 7 d 后菌落直径分别达到 43.83 mm (图 2)。因此 28 °C 为该病原菌菌丝生长的最适温度。

2.1.3 不同 pH 对病原菌菌丝生长的影响。菌株 HZGA75 对酸碱度的适应范围广, 在 pH 为 4~11 范围内均可生长 (图 3)。在 pH 为 5 时的菌落直径显著大于其他处理, 培养 7 d 后分别达到 38.33 mm。在 pH 为 4 时菌落直径与其他处理有显著差异, 培养 7 d 后仅达到 18.50 mm。

2.1.4 不同碳、氮源对病原菌菌丝生长的影响 菌株 HZGA75 在 8 种不同的碳、氮源培养基上均可生长。在供试碳源中, 菌株 HZGA75 对可溶性淀粉的利用效果最佳, 培养 7 d 后菌落直径达

66.33 mm; 在以甘露醇为碳源的培养基上菌落直径均明显小于对照, 但是对照的菌落菌丝生长极为稀疏 (图 4)。

在供试氮源中, 菌株 HZGA75 对蛋白胨的利用效果最佳, 其生长速度显著高于其他氮源处理, 培养 7 d 后菌落直径分别为 64.83 mm (图 5)。

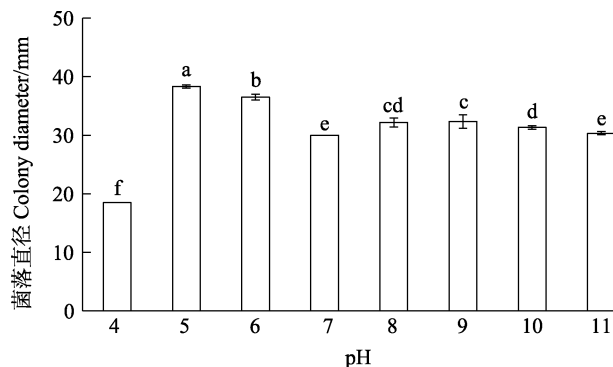


不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

Different lowercase letters mean significant difference ($P<0.05$).

图 2 不同温度对菌株菌丝生长的影响

Fig. 2 Effects of different temperatures on mycelia growth

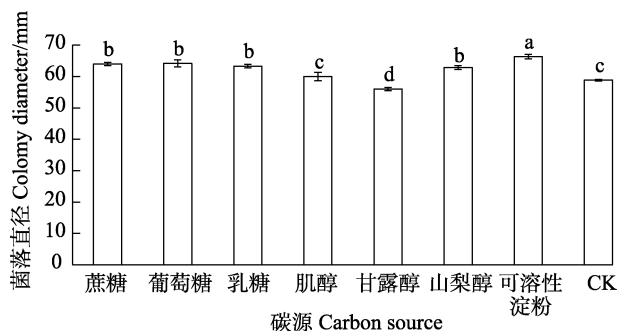


不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

Different lowercase letters mean significant difference ($P<0.05$).

图 3 不同 pH 对菌株菌丝生长的影响

Fig. 3 Effect of different pH on mycelia growth

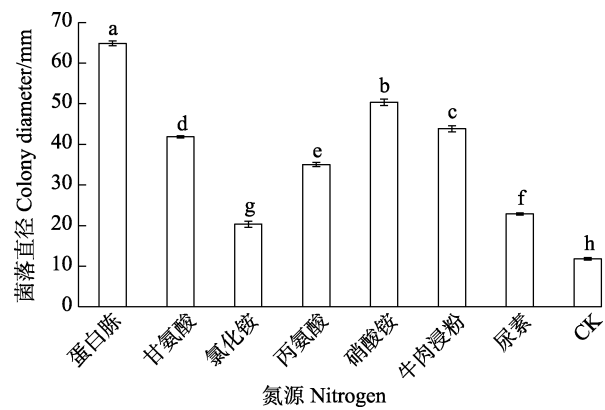


不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

Different lowercase letters mean significant difference ($P<0.05$).

图 4 不同碳源对菌株菌丝生长的影响

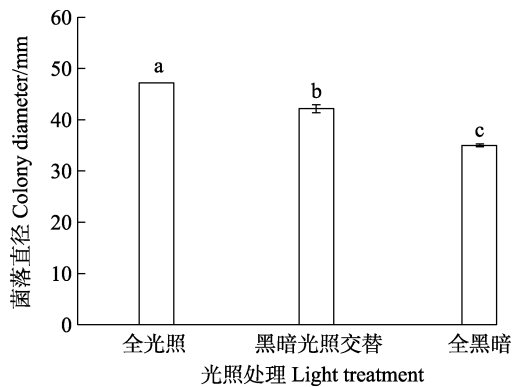
Fig. 4 Effects of different carbon sources on mycelia growth



不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。
Different lowercase letters mean significant difference ($P<0.05$).

图 5 不同氮源对菌株菌丝生长的影响
Fig. 5 Effects of different nitrogen sources on mycelia growth

2.1.5 不同光照周期对病原菌菌丝生长的影响
光照处理对病原菌菌丝生长有显著性影响。菌株 HZGA75 在持续光照培养条件下生长最快，培养 7 d 后菌落直径可达 47.16 mm，其次是在光暗交替的条件下；在连续黑暗处理下最慢，培养 7 d 后菌落直径分别为 35.00 mm（图 6）。



不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。
Different lowercase letters mean significant difference ($P<0.05$).

图 6 不同光照对菌株菌丝生长的影响
Fig. 6 Influence of different light on mycelial growth of strain

2.1.6 致死温度测定 菌株 HZGA75 在 45℃ 处理后菌丝均能生长，在 50℃ 处理下则未生长。再以 45℃ 为起始温度，1℃ 为梯度进行逐渐升温水浴处理，结果显示经 $\geq 49^\circ\text{C}$ 的温度水浴 10 min 处理后菌丝在培养基上不再生长，因此推断病原菌菌丝的致死温度为 49℃ 水浴 10 min。

2.2 杀菌剂对病原菌菌丝生长的抑制作用

由表 2 可知，9 种杀菌剂对菌株 HZGA75 菌丝生长表现出不同的抑制作用，其中 50% 啶酰菌

胺 WG 的抑制效果最好， EC_{50} 为 0.025 mg/L；其余依次为 50% 咯菌腈 FS、500 g/L 异菌脲 SC、450 g/L 咪鲜胺 EW、80% 代森锰锌 WP、10% 苯醚甲环唑 ME、25% 吡唑醚菌酯 SC 和 40% 腈菌唑 SC， EC_{50} 分别为 0.084 mg/L、0.217 mg/L、1.354 mg/L、6.565 mg/L、9.576 mg/L、34.237 mg/L 和 38.804 mg/L；430 g/L 戊唑醇 SC 的抑制效果较差， EC_{50} 为 42.574 mg/L。

表 2 9 种杀菌剂对 *C. indica* 菌丝生长的抑制效果
Tab. 2 Inhibitory effects of 9 fungicides on the mycelial growth of *C. indica*

药剂 Fungicide	回归方程(y=) Regression equation	相关系数 Correlation coefficient	EC_{50} /(mg·L ⁻¹)
50%啶酰菌胺 WG	1.823+2.921x	0.933	0.025
50%咯菌腈 FS	2.224+2.396x	0.970	0.084
500 g/L 异菌脲 SC	1.636+0.314x	0.972	0.217
450 g/L 咪鲜胺 EW	1.090-0.144x	0.991	1.354
80%代森锰锌 WP	1.126-0.920x	0.995	6.565
10%苯醚甲环唑 ME	0.792-0.778x	0.963	9.576
25%吡唑醚菌酯 SC	0.929-1.477x	0.960	34.237
40%腈菌唑 SC	0.634-0.973x	0.996	38.804
430 g/L 戊唑醇 SC	0.782-1.273x	0.990	42.574

3 讨论

Cumuliphoma 是 VALENZUELA-LOPEZ 等^[10]通过系统发育分析新建立的属，该属真菌可存在于土壤、植物以及人类呼吸道中。目前，有关 *C. indica* 引起植物病害方面的报道除本课题组报道的烟草叶部病害外^[9]，关于其生物学特性和防治方面的研究未见报道。本研究对已分离鉴定的病原菌菌株 HZGA75 进行了生物学特性测定及有效杀菌剂的筛选。其生物学特性研究结果表明，病原菌可在 10~30℃ 的温度范围内生长，28℃ 时病原菌菌丝生长最快，菌丝最低致死温度为 49℃ 水浴 10 min，此结果与 VALENZUELA-LOPEZ 等的研究结果存在差异，同时与同属真菌 *C. omnivirens* 的生物学特性存在较大差异，导致该差异的原因可能与不同寄主、地域以及物种进化有关。供试菌株对酸碱度的适应性较广，在 pH 为 4~11 的范围内菌丝均可生长，pH 为 5 时病原菌菌丝生长最快，其次是 pH 为 6，说明弱酸性的环境更适于该菌菌丝生长。供试菌株可利用多种碳、氮源，在供试的 8 种碳源和 8 种氮源的培养基上均可生长，病原菌最适碳源为可溶性淀粉，最适氮源均为蛋

白脉。由于本研究的供试菌株 HZGA75 分离自广西壮族自治区贺州市, 该地区属于中亚热带季风气候区, 具有雨热同季、高温高湿的气候条件^[22], 适宜该病原菌的生长。同时贺州市大部分地区土壤偏酸性^[23], 且前人研究分离的 *C. indica* 菌株可来自于土壤^[11], 推测土壤可作为该病原菌生存的重要场所, 在条件适宜的情况下可对烟草叶片进行侵染, 该病原菌引起的烟草叶斑病在贺州市烟区存在一定的潜在危害。针对该病原菌引起的病害, 在生产上应加强田间管理以及水肥合理管控来预防病害的暴发流行。

现阶段化学防治仍是烟草叶部病害防治中最有效的方法。鉴于 *C. indica* 较难培养产孢, 本研究采用菌丝生长速率法测定了 9 种化学药剂对病原菌菌丝生长的影响, 结果表明 50%啮酰菌胺 WG 对病原菌菌丝生长的抑制效果最佳, EC₅₀ 为 0.025 mg/L, 其次为 50%咯菌腈 FS, EC₅₀ 为 0.084 mg/L。已有研究表明啮酰菌胺对烟草生产中出现的赤星病、灰霉病、*Didymella segeticola* 叶斑病、烟叶霉烂病等叶部病害的病原菌均有较好的抑制效果和病害防效^[24-27]。为此, 在生产上可选用 50%啮酰菌胺 WG 对 *C. indica* 叶斑病进行防治。

参考文献

- [1] 韩梦, 杜雅馨, 赖荣泉, 杨晨, 米月娥. 龙岩烟区烟草病毒病生态位研究[J]. 中国农学通报, 2022, 38(10): 121-125. HAN M, DU Y X, LAI R Q, YANG C, MI Y E. The ecological niche characteristics of tobacco virus disease in Longyan[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2022, 38(10): 121-125. (in Chinese)
- [2] 任民, 王志德, 牟建民, 刘艳华, 张兴伟. 我国烟草种质资源的种类与分布概况[J]. 中国烟草科学, 2009, 30(增刊): 8-14. REN M, WANG Z D, MOU J M, LIU Y H, ZHANG X W. Overview of species and distribution of tobacco germplasm resources in China[J]. Chinese Tobacco Science, 2009, 30(Suppl.1): 8-14. (in Chinese)
- [3] 董小卫, 孔德才, 金立权, 王永, 吴健, 刘海伟, 冯俊喜, 韩硕, 高昕, 蒋龙. 我国烟草种植模式探讨[J]. 现代农业科技, 2022(12): 23-26. DONG X W, KONG D C, JIN L Q, WANG Y, WU J, LIU H W, FENG J X, HAN S, GAO X, JIANG L. Discussion on tobacco planting mode in China[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2022(12): 23-26. (in Chinese)
- [4] 时鹏, 张继光, 王正旭, 申国明, 高欣欣. 烟草连作障碍的症状机理及防治措施[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(1): 120-122. SHI P, ZHANG J G, WANG Z X, SHEN G M, GAO X X. Symptoms, mechanism and controlling measures of tobacco continuous cropping obstacles[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2011, 39 (1): 120-122. (in Chinese)
- [5] 滕凯, 张清壮, 彭镜先, 陈前锋, 田明慧, 巢进, 李鑫. 湘西州烟草根茎病害发生情况调查分析[J]. 湖南农业科学, 2022(2): 84-86. TENG K, ZHANG Q Z, PENG J X, CHEN Q F, TIAN M H, CAO J, LI X. Investigation and analysis of tobacco rhizome diseases in Xiangxi prefecture[J]. Hunan Agricultural Sciences, 2022(2): 84-86. (in Chinese)
- [6] 周挺, 梁颂捷, 张炳辉, 肖顺, 顾钢. 间套作防控烟草病虫害研究进展[J]. 中国烟草科学, 2020, 41(5): 105-112. ZHOU T, LIANG B J, ZHANG B H, XIAO S, GU G. The research progress of tobacco pest control by intercropping[J]. Chinese Tobacco Science, 2020, 41(5): 105-112. (in Chinese)
- [7] 冉茂, 李晗, 吴杰, 孙现超. 重庆烟草棒孢霉叶斑病防治药剂筛选[J]. 植物医生, 2019, 32(6): 39-43. RAN M, LI H, WU J, SUN X C. Screening of fungicides against corynespora leaf spot on tobacco in Chongqing[J]. Plant Health and Medicine, 2019, 32(6): 39-43. (in Chinese)
- [8] 李晗. 重庆烟草棒孢霉叶斑病病原生物学特性测定及防治药剂筛选[D]. 重庆: 西南大学, 2020. LI H. Identification and biological characteristics of tobacco corynespora leaf spot in Chongqing and screening of control agents[D]. Chongqing: Southwest University, 2020. (in Chinese)
- [9] AN X X, SANG W J, LI H X, YANG J M, LEI X M. First report of *Cumuliphoma indica* causing leaf spot on tobacco in China[J]. Journal of Plant Pathology, 2022, 105(1): 331-332.
- [10] VALENZUELA-LOPEZ N, CANO-LIRA J F, GUARRO J, SUTTON D A, WIEDERHOLD N, CROUS P W, STCHIGEL A M. Coelomycetous Dothideomycetes with emphasis on the families Cucurbitariaceae and Didymellaceae[J]. Studies in Mycology, 2018, 90: 1-69.
- [11] AVESKAMP M M, VERKLEY G J M, DE GRUYTER J, MURACE M A, PERELLÓ A, WOUDEMBERG J H C, GROENEWALD J Z, CROUS P W. DNA phylogeny reveals polyphyly of *Phoma* section Peyronellaea and multiple taxonomic novelties[J]. Mycologia, 2009, 101(3): 363-382.
- [12] 江艳, 桑维钧, 曾尔玲, 王勇, 王德凤, 覃可. 烟草茎点病在贵州省的发生及病原鉴定[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(10): 92-95. JIANG Y, SANG W J, ZENG E L, WANG Y, WANG D F, QIN K. Identification of pathogenic fungus causing tobacco

- black spot stalk in Guizhou province[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2018, 46(10): 92-95. (in Chinese)
- [13] 商胜华, 江艳, 桑维钧, 张开虹, 杨茂发. 烟草茎点病菌生物学特性及室内毒力测定[J]. 山地农业生物学报, 2021, 40(2): 1-8.
- SANG S H, JIANG Y, SANG W J, ZHANG K H, YANG M F. Biological characteristics and virulence determination of the pathogen causing tobacco black spot stalk[J]. Journal of Mountain Agriculture and Biology, 2021, 40(2): 1-8. (in Chinese)
- [14] 方中达. 植病研究方法[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- FANG Z D. Plant disease research method[M]. 3rd ed. Beijing: China Agriculture Press, 1998. (in Chinese)
- [15] 何世芳, 桑维钧, 曹毅, 孙光军, 潘忠梅, 陆宁, 陈兴江. 烟草弯孢菌叶斑病原菌鉴定及生物学特性研究[J]. 中国烟草科学, 2021, 42(5): 50-56.
- HE S F, SANG W J, CAO Y, SUN G J, PAN Z M, LU N, CHEN X J. Identification and biological characterization of *Curvularia clavata* causing the tobacco leaf spot disease[J]. Chinese Tobacco Science, 2021, 42(5): 50-56. (in Chinese)
- [16] 苟攀宁, 薛应钰, 陈军宏, 张欣, 张扬. 油桃酸腐病病原的分离鉴定及其生物学特性[J]. 甘肃农业大学学报, 2021, 56(6): 97-103.
- GOU P N, XUE Y Y, CHEN J H, ZHANG X, ZHANG Y. Isolation and identification of nectarine acid rot disease and its biological characteristic[J]. Journal of Gansu Agricultural University, 2021, 56(6): 97-103. (in Chinese)
- [17] 杨江敏, 桑维钧, 孔菲, 李昊熙, 卢燕回, 顾恒锋, 首安发, 甘国喜, 彭丽娟, 杨茂发. 烟草叶斑病新病原分离鉴定及其生物学特性测定[J]. 南方农业学报, 2022, 53(6): 1634-1644.
- YANG J M, SANG W J, KONG F, LI H X, LU Y H, GU H F, SHOU A F, GAN G X, PENG L J, YANG M F. Isolation, identification and biological characteristics of a new pathogen of tobacco leaf spot[J]. Journal of Southern Agriculture, 2022, 53(6): 1634-1644. (in Chinese)
- [18] 吴如慧, 李增平, 陈礼浪. 木麻黄茎腐病原菌的鉴定及其生物学特性测定[J]. 热带作物学报, 2019, 40(2): 334-340.
- WU R H, LI Z P, CHEN L L. Identification and biological characteristics of the pathogen causing stem rot on *Casuarina equisetifolia*[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2019, 40(2): 334-340. (in Chinese)
- [19] 温晓蕾, 齐慧霞, 孙伟明, 刘一健, 冯丽娜, 孟童瑶, 韩志玲, 曹佳, 王俊凤. 北苍术枝枯病原菌(*Fusarium equiseti*)的鉴定及其生物学特性研究[J]. 中国农业科技导报, 2020, 22(5): 115-121.
- WEN X L, QI H X, SUN W M, LIU Y J, FENG L N, MENG T Y, HAN Z L, CAO J, WANG J F. Identification and biological characteristics of the pathogen (*Fusarium equiseti*) causing shoot blight of *Atractylodes chinensis*[J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2020, 22(5): 115-121. (in Chinese)
- [20] 戴利铭, 刘一贤, 施玉萍, 李岚岚, 张璇, 蔡志英. 橡胶树嘴突凸脐蠕孢菌生物学特性研究[J]. 热带农业科技, 2020, 43(1): 1-4, 9.
- DAI L M, LIU Y X, SHI Y P, LI L L, ZHANG X, CAI Z Y. The biological characteristics of *Exserohilum rostratum* causing laef spot on rubber tree[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 2020, 43(1): 1-4, 9. (in Chinese)
- [21] 姚晨琥, 刘畅, 李小杰, 白静科, 徐敏, 邱睿, 陈玉国, 康业斌, 李淑君. 烟草镰刀菌根腐病防治药剂的筛选[J]. 河南农业科学, 2022, 51(4): 87-94.
- YAO C X, LIU C, LI X J, BAI J K, XU M, QIU R, CHEN Y G, KANG Y B, LI S J. Screening of fungicides for controlling fusarium root rot of tobacco[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2022, 51(4): 87-94. (in Chinese)
- [22] 李家文, 柴广萍, 吴炫柯. 基于 GIS 的广西贺州市春烟种植区划[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(32): 14324-14325.
- LI J W, QI G P, WU X K. Division of spring tobacco planting based on GIS in Hezhou city of Guangxi province[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2008, 36(32): 14324-14325. (in Chinese)
- [23] 廖曼玲, 张洪良. 贺州市耕地质量现状及提升对策[J]. 安徽农学通报, 2021, 27(21): 120-122.
- LIAO M L, ZHANG H L. The present situation of cultivated land quality in Hezhou city and its improvement countermeasures[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2021, 27(21): 120-122. (in Chinese)
- [24] 雷飞斌, 汪汉成, 代园凤, 张传清. 贵州省烟草赤星病菌对啮酰菌胺的敏感性基线[J]. 农药学报, 2021, 23(4): 812-816.
- LEI F B, WANG H C, DAI Y F, ZHANG C Q. Sensitivity baseline to boscalid of *Alternaria alternata* causing tobacco brown spot in Guizhou province[J]. Chinese Journal of Pesticide Science, 2021, 23(4): 812-816. (in Chinese)
- [25] 梁颂捷, 叶建如, 徐超, 张珊珊, 林海, 石妍, 顾钢, 李鸿浩, 张秀衢, 周挺, 肖顺. 4种杀菌剂对烟草灰霉病菌的毒力及田间防效[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(21): 142-144.
- LIANG B J, YE J R, XU C, ZHANG S S, LIN H, SHI Y, GU G, LI H H, ZHANG X Q, ZHOU T, XIAO S. Toxicity and field control efficiency of four fungicides against tobacco grey mould[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2019, 47(21): 142-144. (in Chinese)
- [26] 汪汉成, 黄宇, 杨金初, 李志莫, 蔡刘体, 韦克苏, 孟建玉, 李忠. 啮酰菌胺等8种杀菌剂对烟草叶斑病菌的生物活性[J].

农药学学报, 2022, 8: 1-6.

WANG H C, HUANG Y, YANG J C, LI Z M, CAI L T, WEI K S, MENG J Y, LI Z. Bioactivities of boscalid, etc. eight fungicides against *Didymella segeticola* in tobacco[J]. Chinese Journal of Pesticide Science, 2022, 8: 1-6. (in Chinese)

[27] 蔡刘体, 汪汉成, 陈乾丽, 谭清群, 杨学辉, 马骏. 烟草米

根霉对 6 种杀菌剂的敏感性及其菌株保存条件筛选[J]. 农药学学报, 2019, 21(4): 431-436.

CAI L T, WANG H C, CHEN Q L, TAN Q Q, YANG X H, MA J. Sensitivity of *Rhizopus oryzae* to six fungicides and the screening of its preservation conditions[J]. Chinese Journal of Pesticide Science, 2019, 21(4): 431-436. (in Chinese)