

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2021.06.005

# 重庆地区天竺桂煤污病与日本壶链蚧发生的关系研究<sup>①</sup>

胡月<sup>1,2</sup>, 田立超<sup>1,2</sup>, 唐玉兰<sup>1</sup>

1. 重庆市风景园林科学研究院, 重庆 401329;
2. 重庆市城市园林绿化工程技术研究中心, 重庆 401329

**摘要:** 为明确重庆地区天竺桂煤污病分级, 并研究煤污病与日本壶链蚧发生的关系, 本文采用单位叶面积煤污层称质量的方式建立煤污病分级标准, 利用 Pearson 和 Spearman 相关性分析对煤污病病情指数随日本壶链蚧发生量变化的关系进行研究。结果表明, 以单位叶面积煤污层称质量的方式可较好地反应植物叶片煤污病发生严重程度; 相关性研究显示, 煤污病病情指数与日本壶链蚧发生量呈对数关系, 拟合的公式为  $y=0.0909 \ln(x)+0.2411$ , 决定系数  $R^2$  为 0.8023。表明初期煤污病病情随着日本壶链蚧发生而快速增长, 当日本壶链蚧发生达到一定数量后, 病情增长速度放缓或停止增长。该结果为预测天竺桂煤污病发生, 指导生产一线开展防控工作具有重要意义。

**关键词:** 煤污病; 分级; 病情指数; 相关性

中图分类号: S436.8 文献标志码: A 文章编号: 1007-1067(2021)06-0024-04

## Study on the Relationship Between *Asterococcus muratae* Kuwana and Sooty Blotch and Flyspeck of *Cinnamomum japonicum* Sieb in Chongqing

HU Yue<sup>1,2</sup>, TIANLichao<sup>1,2</sup>, TANG Yulan<sup>1</sup>

1. Chongqing Landscape and Gardening Research Institute, Chongqing 401329 China;
2. Chongqing Urban Landscaping Engineering Technology Research Center, Chongqing 401329, China

**Abstract:** In order to clarify the classification standards of sooty blotch and flyspeck (SBAF) of *Cinnamomum japonicum* Sieb. in Chongqing, and to study the correlation between SBAF and the occurrence of *Asterococcus muratae* Kuwana, a classification standard of SBAF is established in this paper with the method of weighing the SBAF layer per leaf area, and Pearson and Spearman correlation analysis is used to study the relationship between the disease index and the occurrence of *A. muratae*. The results indicate that the weighting method can satisfactorily reflect the severity of SBAF. Correlation studies show that disease index is in a logarithmic relationship with the occurrence of *A. muratae*, the fitted formula being  $y=0.0909 \ln(x)+0.2411$  and the coefficient of determination  $R^2$  being 0.8023, thus suggesting that at the initial stage, SBAF will rapidly increase with the occurrence of *A. muratae*, and when the occurrence of *A. muratae* reaches a certain level, the growth rate of the disease slows down or stops growing. This result is of great significance for predicting the occurrence of *C. japonicum* Sieb. SBAF and guiding the front-line prevention and control work.

**Key words:** sooty blotch and flyspeck; classification standard; disease index; correlation

① 收稿日期: 2021-08-15

基金项目: 重庆市城市管理科研项目(城管科字 2019 第(09)号).

作者简介: 胡月, 中级工程师, 主要从事农药药效试验与园林病虫害防控技术研究. E-mail: 821200638@qq.com

煤污病(Sooty blotch and flyspeck)是一种寄生于植物表面的真菌性病害,易发生于温暖潮湿的环境,重庆地区在香樟 *Cinnamomum camphora*、天竺桂 *C. japonicum* Sieb.、黄葛树 *Ficus virens* Aiton 等多种园林植物上普遍发生,严重影响植物长势及城市景观效果<sup>[1]</sup>,因随着人们对城市形象的重视而受到关注.煤污病的形成原因与病原物和维持病原物生长的营养物质密切相关,据报道煤污病病原菌生长的营养物质多为植物表面的葡萄糖、果糖及氨基酸等.以果树为例,在果实成熟的过程中,渗透出来的营养物质是煤污病发生的主要原因<sup>[2]</sup>;而对于园林植物,叶片及果实渗透的营养物较少,煤污病多与刺吸类害虫取食植物后分泌的蜜露直接相关<sup>[3-4]</sup>.徐勤明等<sup>[5]</sup>、刘倩等<sup>[6]</sup>的研究也表明,园林植物煤污病的危害程度与刺吸类害虫数量存在正相关关系,但均未对相关系数进行方程拟合分析,难以明确具体的相关关系.

日本壶链蚧 *Asterococcus muratae* Kuwana 属同翅目,蚧总科,因虫体尾端向上斜举似壶状而得名,该虫一年发生一代,以卵越冬,卵孵化后初孵若虫可四处爬行,寻找合适位置固定取食,其口器为刺吸式,常刺入植物枝干部位吸取汁液并分泌蜜露,造成植物衰弱,诱发煤污病<sup>[7-8]</sup>.日本壶链蚧在重庆地区常年发生,受害园林植物主要包括香樟、广玉兰、天竺桂等,严重时可见枝干密布介壳虫虫体,叶片煤污病普遍发生,影响植物光合和呼吸作用,造成树势衰弱,甚至枝条枯死.

煤污病病原菌生活在植物表面,常形成厚薄不均的煤污层,因此借鉴常规病害以面积分级的形式难以准确反应煤污病发生严重程度.根据煤污层具有洗脱性的特点<sup>[4]</sup>,本研究采用对比煤污层洗脱前后叶片质量不同的方法,建立天竺桂行道树煤污病分级标准,然后以该标准计算天竺桂单株植物煤污病病情指数,明确病情指数随日本壶链蚧发生的相关性,为重庆地区行道树的养护管理及煤污病防控相关研究提供理论依据.

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

2021年5月27日,应用高枝剪采集了重庆市北碚区、江北区、渝中区及九龙坡区天竺桂行道树40株的叶片及枝条样本,装入自封袋后带回重庆市风景园林科学研究院植保实验室进行相关研究.

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 煤污病分级标准建立

首先对采集的叶片进行样本初筛,根据煤污层厚度、面积、有无菌丝体等进行对比观察,将上述叶片按照极严重、严重、较严重、一般、较轻、无煤污病6个等级进行分类.在每个类别中随机选出4片叶,采用ML204电子天平(0.1 mg精度)对叶片进行称量,然后用干净纸巾或棉花将煤污层擦除干净并再次进行称量,计算两次质量差用以表示叶片煤污层质量.采用AM350便携式叶面积仪对上述叶片面积进行测定,然后计算单位叶面积煤污层质量,通过平均值及k-均值聚类分析初步建立煤污病分级.然后除去无煤污叶片,对剩余每组至少20片叶,总共121个样本.测量单位叶面积煤污层质量,对比分级结果与k-均值聚类匹配的叶片数,如果匹配度较高,则认为分级结果是合理的.

#### 1.2.2 煤污病与日本壶链蚧发生关系研究

害虫发生情况调查:以带有煤污病的12株天竺桂为研究对象,每株树为一个取样点,分别于东、南、西、北4个方位,每个方位剪取1个枝条,每个枝条在体式显微镜下随机选取5个视野调查日本壶链蚧活虫数.

植物煤污病发生病情指数调查:每株树为一个取样点,与上述天竺桂植物对应,分别于东、南、西、北4个方位,每个方位选取5片叶(第2年生枝条,由前往后数第5片叶开始),计算单位叶面积煤污层质量(公式1).通过单位叶面积煤污层质量的不同确定煤污病发生等级,并计算病情指数(公式2),分析病情指数与日本壶链蚧发生量之间的关系.

$$\text{单位叶面积煤污层质量} = \frac{\text{原始叶片质量} - \text{擦除煤污层后叶片质量}}{\text{叶片总面积}} \quad (1)$$

$$\text{植物煤污病病情指数} = \frac{\sum(\text{各级病叶数} \times \text{各级代表值})}{\text{调查总数} \times \text{最高病情级数}} \quad (2)$$

### 1.3 数据处理

试验数据采用WPS Excel软件进行处理,利用SPSS软件对试验结果采用邓肯氏新复极差(Duncan)法

进行显著性分析,采用 k-均值聚类分析对数据初始分类进行对比,采用 Pearson 和 Spearman 相关性分析法对数据相关性进行分析<sup>[9]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 天竺桂煤污病的病级划分

由表 1 可知,严重程度不同的煤污病叶片单位叶面积煤污层质量不同,对叶片进行分类并测量后发现,煤污病极严重、严重、较严重、一般和较轻叶片单位叶面积煤污层质量分别为 1.39, 1.03, 0.65, 0.46 和 0.24 mg/cm<sup>2</sup>,且均有显著性差异;无煤污病叶片经过纸张擦除后质量也会降低,与煤污病较轻叶片对比无显著性差异.将数据去掉极值后采用 SPSS 软件进行 k-均值聚类分析,其聚类中心分别为 1.35, 1.07, 0.69, 0.53, 0.35 和 0.18 mg/cm<sup>2</sup>,与上述均值结果基本一致,因此根据不同分类的煤污病叶片单位叶面积煤污层质量极值和平均值,初步拟定天竺桂煤污病分级.0 级:无煤污病;1 级:叶片单位面积煤污层质量 < 0.30 mg/cm<sup>2</sup>;2 级:叶片单位面积煤污层质量 0.31~0.50 mg/cm<sup>2</sup>;3 级:叶片单位面积煤污层质量 0.51~0.80 mg/cm<sup>2</sup>;4 级:叶片单位面积煤污层质量 0.81~1.20 mg/cm<sup>2</sup>;5 级:叶片单位面积煤污层质量 > 1.20 mg/cm<sup>2</sup>.其中煤污病 0 级和 1 级的筛选需通过 SZ680 连续变倍体视显微镜观察进行确认。

表 1 天竺桂不同分类叶片单位叶面积煤污层质量对比

| 分类  | 极值        | 平均值   | k-均值聚类 |
|-----|-----------|-------|--------|
| 极严重 | 1.24,1.65 | 1.39a | 1.35   |
| 严重  | 0.99,1.13 | 1.03b | 1.07   |
| 较严重 | 0.55,0.74 | 0.65c | 0.69   |
| 一般  | 0.36,0.55 | 0.46d | 0.53   |
| 较轻  | 0.19,0.29 | 0.24e | 0.35   |
| 无   | 0.08,0.17 | 0.13e | 0.18   |

注: 同列数字后面小写字母不同表示差异有统计学意义( $p < 0.05$ ). 表 2 同。

### 2.2 天竺桂煤污病分级标准的验证

为进一步验证煤污病分级对反映煤污病发生严重程度的准确性,作者对收集的大量叶片进行肉眼分类,并测定单位叶面积煤污层质量与上述分级标准进行对比研究.结果看出,煤污病初筛分类与叶片单位面积煤污层质量分类匹配度可达 76.86%,匹配度的波动范围为 68.00%~82.14%,能较好地反映采集叶片煤污病发生的严重程度.采用 k-均值聚类进行对比发现,121 个样本经 k-均值聚类分类后,不同病级中最少仅 1 个,最多达 43 个,与样本初筛分类结果差别较大,因此,舍弃 k-均值聚类分类(表 2).选择 2.1 中的分类方法(0 级:无煤污病;1 级:叶片单位面积煤污层质量 < 0.30 mg/cm<sup>2</sup>;2 级:叶片单位面积煤污层质量 0.31~0.50 mg/cm<sup>2</sup>;3 级:叶片单位面积煤污层质量 0.51~0.80 mg/cm<sup>2</sup>;4 级:叶片单位面积煤污层质量 0.81~1.20 mg/cm<sup>2</sup>;5 级:叶片单位面积煤污层质量 > 1.20 mg/cm<sup>2</sup>)作为本研究煤污病分级标准。

表 2 天竺桂煤污病肉眼分级与叶片单位面积煤污层质量分级匹配度

| 分级  | 调查叶片数/片 | 符合叶片数/片 | 匹配度/% | 煤污层质量极值/<br>mg · cm <sup>-2</sup> | 煤污层质量平<br>均值/mg · cm <sup>-2</sup> | 煤污层质量 k-均值<br>聚类/mg · cm <sup>-2</sup> | k-均值聚类分类<br>差异个数 |
|-----|---------|---------|-------|-----------------------------------|------------------------------------|--|------------------|
| 5 级 | 21      | 16      | 76.19 | 1.10~2.82                         | 1.47a                              | 2.82                                   | 1                |
| 4 级 | 25      | 20      | 80.00 | 0.62~1.56                         | 1.01b                              | 2.15                                   | 2                |
| 3 级 | 22      | 17      | 77.27 | 0.43~0.90                         | 0.72c                              | 1.25                                   | 32               |
| 2 级 | 25      | 17      | 68.00 | 0.22~0.90                         | 0.47d                              | 0.72                                   | 43               |
| 1 级 | 28      | 23      | 82.14 | 0.10~0.57                         | 0.25e                              | 0.29                                   | 43               |
| 总   | 121     | 93      | 76.86 | —                                 | —                                  | —                                      | —                |

### 2.3 天竺桂煤污病与日本壶链蚧发生的关系

试验对天竺桂煤污病病情指数与日本壶链蚧发生量相关性进行分析,对单株植物煤污病病情指数进行

了计算,将计算结果与天竺桂日本壶链蚧发生情况进行了统计,并对比了 Pearson 和 Spearman 相关性分析结果.结果看出,煤污病病情指数与日本壶链蚧发生量 Pearson 相关系数为 0.773,但明显低于 Spearman 相关系数的 0.925,说明煤污病病情指数与日本壶链蚧发生量呈正相关关系,但线性相关性不强,即煤污病病情指数随日本壶链蚧发生量增加而增加,但增加速率并不是直线型的.

为进一步明确煤污病病情指数与日本壶链蚧发生量的相关关系,文章采用 Excel 软件,以日本壶链蚧数为横坐标,以煤污病病情指数为纵坐标,绘制了散点图及趋势线,并计算趋势线公式及决定系数.结果看出,煤污病病情指数与日本壶链蚧发生量拟合的公式为  $y=0.0909 \ln(x)+0.2411$ ,决定系数  $R^2$  为 0.8023,呈对数曲线且拟合程度较好,说明初期天竺桂煤污病病情随着日本壶链蚧发生而快速增长,但日本壶链蚧发生量达到一定数量后,煤污病病情增长速度放缓或停止增长(图 1).

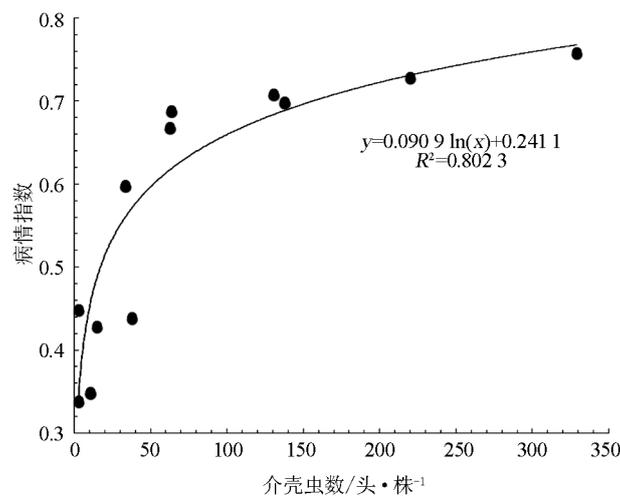


图 1 天竺桂煤污病病情指数随日本壶链蚧发生变化曲线

### 3 结论与讨论

园林行道树煤污病是一种植物表面寄生性病害,在重庆地区普遍发生,严重影响植物长势及园林景观效果<sup>[1]</sup>.其特殊的寄生方式导致煤污病分级标准难以借鉴其他病害以面积进行分级,因此本研究建立了一种以单位叶面积煤污层质量差异进行分级的方式,能较好地反应煤污病发生严重程度.此外,园林行道树煤污病发生与刺吸类害虫分泌蜜露密切相关<sup>[3-4]</sup>,为明确其相关关系,文章采用 Pearson 和 Spearman 相关性分析,并通过方程拟合明确了天竺桂煤污病病情指数与日本壶链蚧发生呈对数曲线关系,即初期煤污病病情随着日本壶链蚧发生而快速增长,但日本壶链蚧发生量达到一定数量后,病情增长速度放缓或停止增长.

#### 参考文献:

- [1] 高瑜. 重庆合川区主要行道树病虫害调查 [J]. 安徽农业科学, 2019, 47(19): 152-155.
- [2] 高柳. 接瓶霉属、链丝孢属、杯梗孢属等煤污病相关属系统学及多样性研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2016.
- [3] 杨益众, 陆宴辉, 薛文杰, 等. 转基因棉花中糖类和游离氨基酸含量的变化对棉蚜泌蜜量及蜜露主要成分的影响 [J]. 昆虫学报, 2005, 48(4): 491-497.
- [4] 吴跃开. 园林植物煤污病研究报告 [J]. 贵州林业科技, 2005, 33(4): 51-55.
- [5] 徐勤明, 何志堃. 无锡市香樟煤污病和日本壶链蚧的危害情况分析 [J]. 江苏林业科技, 2017, 44(5): 32-34.
- [6] 刘倩, 阳红, 周明强, 等. 川东北 4 县区林业煤污病发生的流行病学调查研究 [J]. 西华师范大学学报(自然科学版), 2017, 38(3): 261-268.
- [7] 李枷霖, 毛安元, 蔡平. 日本壶链蚧发生及防治技术研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2013, 41(4): 1521-1523, 1525.
- [8] 韩国璋. 藤壶链蚧生活习性及其防治研究 [J]. 西南科技大学学报(哲学社会科学版), 1984, 1(1): 47-50.
- [9] 樊嵘, 孟大志, 徐大舜. 统计相关性分析方法研究进展 [J]. 数学建模及其应用, 2014, 3(1): 1-12.