

## 龙血树真菌群及其对血竭形成的影响\*

江东福<sup>1</sup> 马萍<sup>1</sup> 王兴红<sup>1</sup> 张玲琪<sup>1</sup>

李祺德<sup>1</sup> 王锦亮<sup>2</sup> 程治英<sup>2</sup> 杨崇仁<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 云南大学云南微生物研究所, 昆明 650091) (<sup>2</sup> 中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650204)

**摘要** 从柬埔寨龙血树 (*Dracaena cochinchinensis*) 茎秆中分离到 303 株真菌, 其中镰刀菌属 (*Fusarium*) 菌株占总分离频率的 52%, 其次是短梗霉 (*Aureobasidium*) 和枝孢霉 (*Cladosporium*)。通过活体接种对血竭产生的影响试验表明, 对血竭形成起重要作用的真菌主要是禾谷镰刀菌龙血树变种 (*F. gramineum* var. *dracaena*) 等 4 株红色镰刀菌, 可使血竭形成量提高 66%—120%。

**关键词** 龙血树, 真菌, 血竭

## THE STUDIES OF FUNGAL POPULATION AND RELATIONSHIP BETWEEN FUNGI AND FORMING OF DRAGON'S BLOOD RESIN IN DRACAENA COCHINCHINENSIS

JIANG Dong-Fu<sup>1</sup>, MA Ping<sup>1</sup>, WANG Xing-Hong<sup>1</sup>, ZHANG Ling-Qi<sup>1</sup>  
LI Qi-De<sup>1</sup>, WANG Jin-Liang<sup>2</sup>, CHENG Zhi-Ying<sup>2</sup>, YANG Chong-Ren<sup>2</sup>

(Yunnan Institute of Microbiology, Yunnan University, Kunming 650091)

(Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204)

**Abstract** 303 strains of fungi were isolated from the stems of *Dracaena cochinchinensis* collected from Xishuang banna of Yunnan. The isolated frequency of *Fusarium* is 52% of total isolation frequency. Secondly, the isolation frequency of *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Rhizoctonia*, *Sporotrichum* are respectively 5.9%, 4.0%, 4.0%, 3.6% and 3.3%. The branches of *Dracaena cochinchinensis* were inoculated *in vivo* by some fungi indicated four strains of red *Fusarium*, *F. gramineum* var. *dracaena* and so on, play important effect on forming of blood resin in *Dracaena cochinchinensis* through the effect of yielding blood resin of fungi on *Dracaena cochinchinensis*. The yield of forming dragon blood resin was increased about 66%—120% by them.

**Key words** *Dracaena cochinchinensis*, Fungal population, Dragon blood resin

自然界的真菌进入植物体内, 形成植物-微生物或微生物-微生物之间的共处、共生、伴生、互惠、竞争、单方抑制和寄生等多种形式<sup>[1,2]</sup>, 从而产生植物-真菌群落的一种综合生态关系<sup>[3]</sup>, 其关系之一是植物被致病菌感染或外来刺激与受伤后, 便产生防卫反应而形成相应的防卫素<sup>[4,5]</sup>, 国外研究了受

伤与接种真菌对松树脂及萜烯的影响<sup>[6, 7]</sup>, 蛋白酶抑制剂与黑根霉内多聚半乳糖醛酸、果胶、脱乙酰壳多糖作为植物防卫素诱导活性的比较<sup>[8]</sup>, 国内作了产脂和生长素药剂处理割伤木质与次生形成层对产血竭的影响<sup>①</sup>。但至今未见有龙血树脂形成与真菌关系的报道。本文主要研究柬埔寨龙血树中的真菌类群及其对产血竭的影响。

## 材料和方法

**1. 真菌分离** 从云南孟连、勐腊等县的 20 株柬埔寨龙血树上切取含血竭的茎杆 50 切段, 以无菌操作削去表层后, 分别取内层血竭部位周围和离红色部位 0.5cm 的木质纤维, 捣碎后, 用含 5% 龙血树木屑汁的普通真菌培养基, 以平板法或直接取其木质纤维分菌。

**2. 接种真菌** 用自龙血树茎内分离到的对血竭形成有影响的正相关菌株 X 9017, X 9016, X 9058, X 9039, X 9057, X 9059, X 90193, X 9067, X 9025, X 9050, X 9007, X 9051, X 9037, X 9073, X 9023, X 9008, X 9012, X 9013 和 X 9019, 19 株分别发酵后, 在柬埔寨龙血树的枝条上以打孔 (大小为 1.5 mm × 10 mm) 和分别注射上述菌液作接种试验, 以打孔注射上述菌空白培养液为对照, 半年后将处理部位的变红部分切下, 分别以酒精抽提。

表 1 龙血树茎内各属真菌的分离频率

Table 1 The strains isolation frequency of various fungi in stems of *Dracaena cochinchinensis*

| 菌属 Genera                        | 分离频率 (%)<br>Isolation frequency |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 镰刀菌属 ( <i>Fusarium</i> )         | 52.0                            |
| 短梗霉属 ( <i>Aureobasidium</i> )    | 13.2                            |
| 枝孢霉属 ( <i>Cladosporium</i> )     | 7.3                             |
| 青霉属 ( <i>Penicillium</i> )       | 7.0                             |
| 丝核菌属 ( <i>Rhizoctonia</i> )      | 3.6                             |
| 侧孢霉属 ( <i>Sporotrichum</i> )     | 3.3                             |
| 拟青霉属 ( <i>Penicilliumopsis</i> ) | 2.0                             |
| 水霉属 ( <i>Trichoderma</i> )       | 2.0                             |
| 头孢菌属 ( <i>Cephalosporium</i> )   | 1.7                             |
| 交链孢霉属 ( <i>Alternaria</i> )      | 1.7                             |
| 外壳孢属 ( <i>Aposphaeria</i> )      | 1.7                             |
| 梨孢霉属 ( <i>Piricularia</i> )      | 1.7                             |
| 盘单毛孢属 ( <i>Monochaetia</i> )     | 1.3                             |
| 座枝孢属 ( <i>Ramulispora</i> )      | 1.3                             |
| 盘多毛孢属 ( <i>Pestalotia</i> )      | 1.0                             |
| 瓶梗青霉属 ( <i>Paecilomyces</i> )    | 1.0                             |
| 葡萄孢属 ( <i>Botrytis</i> )         | 1.0                             |
| 粘帚霉属 ( <i>Gliocladium</i> )      | 0.7                             |
| 茎点霉属 ( <i>Phoma</i> )            | 0.7                             |
| 丛梗孢属 ( <i>Monilia</i> )          | 0.7                             |
| 丛赤壳属 ( <i>Nectria</i> )          | 0.3                             |
| 长喙壳属 ( <i>Ceratocystis</i> )     | 0.3                             |
| 内座壳属 ( <i>Endothia</i> )         | 0.3                             |

## 结果和讨论

### 1. 龙血树茎内的真菌群

从 20 多株龙血树茎内分离到 303 株真菌, 分属于 23 个属, 其分离频率如表 1 所示。所分离的镰刀菌属菌株占总分离数的 52%, 其次是短梗霉属占 13%, 枝孢霉属和青霉属的菌株分别占 7.3% 与 7%, 丝核菌属和侧孢霉属的菌株均占 3% 以上, 其它各属菌株均占总分离数的 2% 以下。另外, 分别在旱季

①管康林等: 热带植物研究, 1974, (6): 18—24.

(1 月)、雨季 (8 月) 对龙血树茎内的主要真菌群进行分离, 发现镰刀菌、短梗霉和枝孢菌等属菌株的分离频率基本上没有变化, 但青霉、拟青霉、木霉等属菌株的分离频率雨季稍高于旱季, 而丝核菌、侧孢霉和头孢霉等属菌株的分离频率旱季稍高于雨季。

表 2 龙血树茎内几种镰刀菌的分离频率

Table 2 Isolation frequency of some *Fusarium* in stems of *Dracaena cochinchinensis*

| 种 Species                       | 分离频率 (%)<br>Isolation frequency |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 禾谷镰刀菌 ( <i>F. graminum</i> )    | 37.9                            |
| 雪腐镰刀菌 ( <i>F. nivale</i> )      | 19.5                            |
| 三隔镰刀菌 ( <i>F. tricinctum</i> )  | 18.2                            |
| 腐皮镰刀菌 ( <i>F. solani</i> )      | 13.0                            |
| 拟杆镰刀菌 ( <i>F. bactrioides</i> ) | 9.7                             |
| 粉红镰刀菌 ( <i>F. roseum</i> )      | 4.6                             |
| 节状镰刀菌 ( <i>F. merismoides</i> ) | 3.3                             |
| 砖红镰刀菌 ( <i>F. lateritium</i> )  | 2.6                             |
| 尖镰刀菌 ( <i>F. oxysporum</i> )    | 1.9                             |
| 串珠菌刀菌 ( <i>F. moniliforme</i> ) | 1.3                             |

表 3 龙血树枝条内接种不同真菌对血竭形成量的影响

Table 3 The effect on yielding of blood resin by inoculated various fungi in branches of *Dracaena cochinchinensis*

| 菌号<br>Number | 种<br>Species                                                   | 血竭量 *<br>Quantity (g) |
|--------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X 9017       | 出芽短梗霉 ( <i>Aureobasidium pullulans</i> )                       | 0.18                  |
| X 9016       | 枝孢嗜果疮霉 ( <i>Cladosporium carpophilum</i> )                     | 0.16                  |
| X 9058       | 土色侧孢霉 ( <i>Sparotrichum geochroum</i> )                        | 0.17                  |
| X 9039       | 蔷薇盘单毛孢霉 ( <i>Monochaetia sciridioides</i> )                    | 0.16                  |
| X 9057       | 土生交链孢霉 ( <i>Alternaria humicola</i> )                          | 0.17                  |
| X 9059       | 粉红头孢霉 ( <i>Cophalosporium roseum</i> )                         | 0.18                  |
| X 90193      | 串珠镰刀菌 ( <i>Fusarium moniliforme</i> )                          | 0.21                  |
| X 9025       | 尖镰刀菌 ( <i>Fusarium oxysporum</i> )                             | 0.21                  |
| X 9067       | 砖红镰刀菌 ( <i>Fusarium lateritium</i> )                           | 0.23                  |
| X 9050       | 节状镰刀菌 ( <i>Fusarium merismoides</i> )                          | 0.19                  |
| X 9007       | 粉红镰刀菌 ( <i>Fusarium roseum</i> )                               | 0.22                  |
| X 9051       | 拟杆镰刀菌 ( <i>Fusarium bacterioides</i> )                         | 0.21                  |
| X 9037       | 腐皮镰刀菌 ( <i>Fusarium solani</i> )                               | 0.19                  |
| X 9073       | 三隔镰刀菌 ( <i>Fusarium tricinctum</i> )                           | 0.20                  |
| X 9023       | 雪腐镰刀菌 ( <i>Fusarium nivale</i> )                               | 0.20                  |
| X 9008       | 禾谷镰刀菌龙血树变种 ( <i>Fusarium graminum</i> var. <i>dracaena</i> )   | 0.33                  |
| X 9012       | 禾谷镰刀菌龙血树变种 ( <i>Fusarium graminum</i> var. <i>dracaena</i> )   | 0.31                  |
| X 9013       | 禾谷镰刀菌云南变种 ( <i>Fusarium graminum</i> var. <i>yunnanensis</i> ) | 0.26                  |
| X 9019       | 禾谷镰刀菌云南变种 ( <i>Fusarium graminum</i> var. <i>yunnanensis</i> ) | 0.25                  |
| CK           | 对照                                                             | 0.15                  |

处理 8 个枝条的总量 (每个枝注射 2 个洞眼)

2. 龙血树茎内的镰刀菌群

镰刀菌是龙血树茎中的优势菌群, 其不同种的分离频率如表 2 所示。分离频率最高的是禾谷镰刀菌, 包括禾谷镰刀菌龙血树变种 (*F. graminum* var. *dracaena*, nov. var.)、禾谷镰刀菌云南变种 (*F. graminum* var. *yunnanensis*, nov. var) 占近 38%, 其次是雪腐镰刀菌、三隔镰刀菌、腐皮镰刀菌和拟杆镰刀菌, 分别占 20%, 18%, 13%和 10%左右, 5%以下的有粉红镰刀菌、节状镰刀菌、砖红镰刀菌、尖镰刀菌和串珠镰刀菌。

凡龙血树茎中被虫钻蛀过的孔道或洞 (钻蛀龙血树的昆虫主要为钻纹毒蛾幼虫, 该虫蛀过数月后, 孔道四周 0.5—1cm 左右的木质层均为深红色) 均可分到镰刀菌、短梗霉、枝孢霉、侧孢霉等属的真菌群,

其中仍以镰刀菌占优势。直接从死的锯纹毒蛾 (*Imaus*) 虫尸壳内 (虫壳四周木质部已成红色) 也分到以镰刀菌为优势的真菌群, 尤其是红色的禾谷镰刀菌。

### 3. 接种量对龙血树枝叶的影响

镰刀菌广泛分布在土壤和有机体内, 并且很多是寄生于植物的病原菌。禾谷镰刀菌往往是禾本科植物的致病菌。我们曾和分离自龙血树中的禾谷镰刀菌反接种到 30—50cm 以上直径的龙血树枝条, 结果发现接种点为 4 个者, 叶子稍微有变黄现象, 接种点在 5—6 个者, 可看到叶子较明显变黄, 接种点在 10 个者, 叶子严重枯黄, 接种点在 15—20 个者, 半个月后, 叶子全部枯死, 一个月后茎秆枯萎。但接种点在 3 个以下者, 均未见叶子变色现象, 看不到叶色和对照的差异。只要适当控制接种点, 镰刀菌在体内的繁殖量不超过龙血树自身的防卫限度, 就不致于使龙血树达到病变程度。因此, 每个枝第作两个接种点处理是安全无害的。

### 4. 龙血树枝条接种镰刀菌等真菌对血竭形成的影响

在对所分离真菌的不同菌株作枝条的红色反应 (变红深浅) 的基础上, 选取 19 株真菌发酵液, 分别给龙血树枝条注射接种, 半年后切取变红部位, 用乙醇抽取, 称其红色干物 (血竭) 重, 结果如表 3 所示。从表 3 可知, 所试真菌对龙血树血竭形成都有正影响, 可使血竭量的形成能增加 7% 以上, 其中以镰刀菌的正作用最强。镰刀菌是龙血树茎内的优势菌, 特别是禾谷镰刀菌龙血树变种, 接种龙血树枝条, 可使血竭产量提高 66%—120%。

不接种而注射发酵真菌用的培养液和自然伤口一样, 也会使木质部变红形成血竭, 可能由于机械损伤, 空气或茎表的真菌被带入伤口所致。

虫蛀孔道四周往往是深红色的, 这是因为虫钻蛀茎秆过程也随之将真菌带入。我们曾将虫体表带以 X 9008 禾谷镰刀菌和不带该菌的植食性锯纹毒蛾幼虫 (龙血树茎内的孔或洞基本上皆由该虫钻蛀所致) 分别放置龙血树的不同枝条上, 让其钻蛀茎枝。半年后, 分别测其虫蛀孔之红色木质部分所含血竭量, 结果发现, 带镰刀菌者的虫孔木质部所含血竭量高出带镰刀菌者 60%—90% 以上。因此, 可以认为龙血树枝茎不管是自然还是人为或者是昆虫等引起的伤口所形成的红色树脂, 皆是真菌侵染的结果, 特别是通过禾谷镰刀菌的作用所致。真菌的入侵途径是多种多样的; 龙血树红色树脂的形成是植物的一种防卫性反应。

## 参 考 文 献

- [1] Carroll G. Fungal endophytes in stems and leaves: from latent pathogen to mutualistic symbiont. *Ecology*, 1988, **69**: 2—9.
- [2] Clay K. Fungal endophytes of grasses: a defensive mutualism between plants and fungi. *Ecology*, 1988, **69**: 10—16.
- [3] Christensen M. A view of fungal ecology. *Mycologia*, 1989, **81** (1): 2—7.
- [4] Campbell R. Plant Microbiology, London: Edward Arnold, 1985: 80—89.
- [5] Leroy L C. Biochemical responses of plants to fungal attack. *Recent Advances in Phytochemistry*, 1985, **19**: 47—70.
- [6] Cheniclet C. Effects of wounding and fungus inoculation on terpene producing systems of maritime pine, *J Exp Bot*, 1987, **38** (194): 1557—1572.
- [7] Reid R W, Withey H S, Watson J A. Reactions of longepole pine to attract by dendroctonus ponoderosae hopkins and blue strain fungi. *Canadian J Bot*, 1976, **45**: 1115—1126.
- [8] Walker-Simmons M, Jin D, West C A, Hadwiger L. *et al.* Comparison of proteinase inhibitor-inducing activities and phytoalexin elicitor activities of a pure fungal endopolygal acturonase, pectic fragments and chitosans. *Plant Physiol*, 1984, **76**: 833—836.