

文章编号: 1001-1498(1999) 05-0556-05

# 云南松纵坑切梢小蠹蛀干期虫坑真菌类群初步研究\*

周旭东<sup>1</sup>, 叶 辉<sup>2</sup>, 肇 孙<sup>1</sup>

(1. 云南大学生物系, 云南昆明 650091; 2. 云南大学生态学与地植物学研究所, 云南昆明 650091)

关键词: 纵坑切梢小蠹; 云南松; 蓝色真菌

中图分类号: S718.81 文献标识码: A

纵坑切梢小蠹(*Tomicus piniperda* L.) 是松科(Pinaceae) 树木的主要蛀食性害虫, 分布遍及国内各省、自治区<sup>[1,2]</sup>, 在云南该虫主要危害云南松(*Pinus yunnanensis* L.)。近 10 多年来, 云南松蠹害林已达数十万公顷, 给当地林业生产和生态环境造成了严重破坏<sup>[3-5]</sup>。

国外对小蠹虫侵害机理及暴发成因的深入研究, 揭示了小蠹虫携带的病原性伴生真菌在蠹害过程中发挥重要作用。如: 伴生真菌是云杉八齿小蠹(*Ips typographus* Linnaeus) 成功定殖的先决条件<sup>[6]</sup>; 对于栎鬃额小蠹(*Pseudopityophthorus minutior* Zimm.), 伴生真菌可协助其削弱寄主树势, 加重对树木的危害<sup>[7]</sup>; 纵坑切梢小蠹的主要伴生菌温菲利薄粘束梗霉(*Lep-toglyphium wingfieldii* Wingfield)<sup>[8]</sup>, 可降低寄主树木抗性, 严重时直接导致树木死亡<sup>[9]</sup>。因此, 小蠹虫伴生菌研究已成为小蠹虫研究中的又一重要方面。

纵坑切梢小蠹危害云南松大体可分为蛀干期和蛀梢期<sup>[2]</sup>。在蛀干期, 严重蛀食树干韧皮组织, 破坏养分正常输送, 最终致死云南松<sup>[10]</sup>。虫坑真菌与蠹害过程有深刻的内在联系<sup>[11]</sup>。研究云南松纵坑切梢小蠹相关真菌类群, 探讨其在削弱树木的抗性机理及在蠹害中的作用, 对于揭示云南松蠹害发生机理具有重要意义。

## 1 材料和方法

### 1.1 采样地点

样地分别设在易门小旧、路南长湖、楚雄紫溪山及安宁平地哨。小旧和长湖为蠹害高发区; 平地哨与紫溪山为蠹害低发区。这 4 个地点各位于昆明的西南部、东部、西部及南部, 距昆明分别有 86、110、180、45 km。

### 1.2 取样方法

于 1997 年 2、3、4 月, 分别对应于蠹虫蛀干初期、中期和末期, 在上述 4 个样地每次选 5 棵受害树, 每树取 10 组样。每组样包括纵坑切梢小蠹成虫、虫坑壁韧皮组织。每组样分别放入干净塑料袋中带回。各样地每次采样计 50 组。

收稿日期: 1998-03-31

基金项目: 1995~1997 年云南省应用基础研究基金项目“伴生菌在纵坑切梢小蠹蛀害过程中的作用”部分内容。

\* 杨发蓉教授协助鉴定真菌类群菌名, 沙涛、许臣坤参加了部分工作, 一并致谢。

第一作者简介: 周旭东(1973-), 男(白族), 云南大理人, 在读博士。

### 1.3 样品处理

无菌操作剪取虫坑壁韧皮组织 3~4 块(0.5 cm × 0.5 cm), 分别放入含有  $40 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  链霉素的 PDA 平板中, 26 ℃ 下培养约 1 周后挑菌, 纵坑切梢小蠹接入云南松新鲜木段木质部与韧皮部之间, 3 周后, 取接种点组织放入 PDA 培养基用来分离伴生真菌。

### 1.4 真菌鉴定

将分离纯化的真菌, 在 26 ℃ 下进行培养观察, 培养基为 PDA; 未长出孢子的真菌接入促孢培养基(蔗糖 1 g, 琼脂 5 g, 酵母浸膏 0.1 g,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0.1 g, 水 1 000 mL, 26 ℃, pH 自然), 每隔 3 d 观察, 待孢子形成后依形态学特征<sup>[12-15]</sup>鉴定到属。蓝色伴生真菌薄粘束梗霉(*Lep-tograp hium*) 请法国专家 Michael Morelet 协助鉴定。

### 1.5 数据统计

真菌出现频率定义为该菌出现次数(每 PDA 平板中同一真菌计 1 次)与总样数的比值, 用百分比(%)表示。真菌类群丰富度为真菌属数。

## 2 结果与分析

### 2.1 真菌类群(表 1)

在 4 个样地中, 从虫坑壁韧皮组织共分离得到真菌 30 个属, 分属 12 个科, 即: 酵母科(Saccharomycetaceae)、隐球酵母科(Cryptococcaceae)、丛梗孢科(Moniliaceae)、暗丛梗孢科(Dematiaceae)、瘤座孢科(Tuberulariaceae)、束梗孢科(Stilbaceae)、球壳孢科(Sphaeropsidaceae)、核盘菌科(Scleropiaceae)、黑盘孢科(Melanconiaceae)、毛霉科(Mucoraceae)、暗色孢科(Dematiaceae) 及无孢群(*Mycelia sterilia*)。其中, 寄生真菌有 8 个属, 占 26.7%; 腐生真菌有 12 个属, 占 40.0%; 寄生或腐生真菌有 10 个属, 占 33.3%。

腐生真菌及腐生或寄生真菌丰富度高于寄生真菌的现象可能与虫坑小环境有关。纵坑切梢小蠹蛀坑过程是由其雌、雄虫协同完成的。雌虫在虫坑前端筑坑, 雄虫位于雌虫之后协助雌虫排出筑坑中产生的木屑, 时间为 1 个多月。在此期间, 虫坑环境发生变化, 宜于腐生菌滋生。

各类真菌的出现频率有显著差异。出现频率大于 40% 的真菌有 3 个属, 分别是德巴利氏酵母属、青霉属、拟青霉属, 其出现频率依次为 98.7%、58.4%、50.4%, 为优势菌群。此外, 半帚孢属在长湖亦为优势菌群, 出现频率为 49.7%。出现频率在 5%~40% 的有 8 个属, 占全部真菌类群的 26.7%; 出现频率低于 5% 的真菌共有 19 个属, 占全部真菌类群的 63.3%, 其中不少类群仅出现一次, 属偶发性的。

3 个属优势菌均为腐生菌。腐生菌的生长加速了植物组织变质, 促进了树木衰亡。据报道<sup>[9,11]</sup>, 半帚孢属真菌对云南松有强的侵染力和致病力。半帚孢属真菌在长湖出现频率高可能与该地云南松林蠹害严重有关。

### 2.2 各样地真菌类群

4 个样地真菌丰富度没有显著差别。小旧分离得到真菌 22 个属, 长湖 24 个属, 平地哨 23 个属, 紫溪山 24 个属。就优势菌群看, 4 个样地均有德巴利氏酵母属、青霉属、拟青霉属, 出现

1) Ding Huasun, Ye Hui, Zhou Xudong, et al. Preliminary report on blue stain fungi associated with *Tomicus piniperda* attacking *Pinus yunnanensis* in south-western China. In: Physiology and Genetics of Tree-phytophage Interactions, 1997.

表1 真菌类群及其出现频率

菌名	3次抽样出现百分率/%				总百分率	营养类型
	小旧	长湖	紫溪山	平地哨		
皮核菌属( <i>Acinula</i> )		0.6			0.1	寄生
交链孢属( <i>Alternaria</i> )	2.2	2.6	4.5	1.2	2.6	寄生或腐生
曲霉属( <i>Aspergillus</i> )				0.6	0.1	腐生
短梗霉属( <i>Ureibasidium</i> )	10.8	5.8	13.1	7.0	9.3	寄生或腐生
白僵菌属( <i>Beauveria</i> )	1.1	1.3	0.6	5.9	2.2	寄生
假丝酵母属( <i>Candida</i> )	8.6	1.9	7.4	11.8	7.6	腐生
头孢霉属( <i>Cephalosporium</i> )	8.6	21.9	5.1	9.4	10.9	寄生或腐生
芽枝霉属( <i>Cladosporium</i> )	4.8	5.8	9.7	9.4	7.4	寄生或腐生
德巴利氏酵母属( <i>Debaryomyces</i> )	98.4	98.7	97.7	100.0	98.7	腐生
叉梗孢属( <i>Dichotomophthora</i> )		0.6			0.1	寄生
附球菌属( <i>Fpicocum</i> )		0.6				腐生
镰刀菌属( <i>Fusarium</i> )	0.5		1.1		0.4	寄生或腐生
地霉属( <i>Geotrichum</i> )		1.3		5.3	1.6	腐生
粘束孢属( <i>Graphium</i> )	2.7	0.6	1.1	4.1	2.2	寄生或腐生
半帚孢属( <i>Leptographium</i> )	20.4	49.7	33.0	11.2	27.9	寄生或腐生
壳皮霉属( <i>Ostracoderma</i> )			0.6		0.1	腐生
拟青霉属( <i>Paecilomyces</i> )	52.2	58.1	51.1	40.6	50.4	腐生
团丝核菌属( <i>Papulaspora</i> )	2.7	4.5	2.3	2.4	2.9	寄生
青霉属( <i>Penicillium</i> )	60.8	67.1	56.8	49.4	58.4	腐生
盘多毛孢属( <i>Pestalotia</i> )	18.8	13.5	14.8	26.5	18.5	寄生
派伦霉属( <i>Peyronellaea</i> )	2.2	4.5	1.1	1.2	2.2	寄生或腐生
茎点霉属( <i>Phoma</i> )			0.6		0.1	寄生
丝核菌属( <i>Rhizoctonia</i> )	17.7	16.1	9.1	24.1	16.7	寄生
根霉属( <i>Rhizopus</i> )	2.7	1.3	2.3	2.4	2.2	腐生
红酵母属( <i>Rhodotorula</i> )	1.6		0.6		0.5	腐生
指轮枝孢属( <i>Stachylidium</i> )	1.6	2.6	1.7	4.1	2.5	腐生
座盘菌属( <i>Stromatinia</i> )				1.8	0.4	寄生
根串珠霉属( <i>Thielaviopsis</i> )	11.3	21.9	4.5	16.5	13.2	寄生或腐生
球拟酵母属( <i>Torulopsis</i> )	1.6	2.6	1.1	4.1	2.3	腐生
木霉属( <i>Trichoderma</i> )	2.7	1.3	4.0	2.9	2.8	寄生或腐生

注: 易门、长湖、楚雄、安宁各样点样品数分别为 186、155、170、176 组, 总数为 687 组。

频率依次为 98.4%、60.8%、52.2%；98.7%、67.1%、58.1%；100%、49.4%、40.6%；97.7%、56.8%、51.1%。其中, 德巴利氏酵母属真菌占有绝对优势, 其与小蠹虫的关系及在蠹害中的作用值得进一步研究。

各样地偶发性真菌类群差异较大。如: 附球菌属、叉梗孢属及皮核菌属只出现在长湖; 曲霉属及座盘菌属只出现在平地哨; 茎点霉属及壳皮霉属只出现在紫溪山。另有些真菌如: 附球菌属及皮核菌属仅出现在高发区; 而座盘菌属、曲霉属、茎点霉属及壳皮霉属仅出现在低发区。这些真菌出现频率很低, 与蠹害的关系亦待研究。

### 2.3 不同蛀干期真菌类群

就 4 个样地来看, 蛀干初期有真菌 22 个属, 中期 21 个属, 末期 26 个属, 真菌类群数量随蠹虫蛀坑进程而增加。优势菌群初期为德巴利氏酵母属(97.0%), 中期和末期增加了青霉属和拟青霉属, 在末期的出现频率分别为 70.9%、71.1%。说明在蛀干中末期, 虫坑环境更适合腐生

菌的生长。

3 个时期内, 寄生真菌在蠹害蛀干初期有 6 个属, 末期有 4 个属, 其所占真菌类群百分比初期为 27.3%, 中期为 23.8%, 末期为 15.4%, 呈逐渐降低的趋势。寄生真菌在初期可消耗树木营养, 利于蠹虫蛀害。随蠹虫蛀坑过程的进行, 虫坑环境变得不适合寄生真菌的生存, 寄生真菌比例降低。

## 2.4 各蠹害林区真菌类群

蠹害高发区抽样计 341 个, 低发区抽样计 346 个, 两区内出现频率大于 40% 的真菌类群相同, 为德巴利氏酵母属、青霉属及拟青霉属, 其出现频率依次为 98.5%、63.6%、54.8%; 98.8%、53.2%、46.0%。

就真菌丰富度看, 高发区涉及 26 个属, 低发区涉及 27 个属。前者寄生真菌、腐生真菌和腐生或寄生真菌所占百分比依次为 23.0%、38.5%、38.5%; 后者则依次为 22.2%、37.0%、40.8%。寄生或腐生型真菌占优势, 似乎说明真菌的分布与真菌营养型有关, 而与蠹害程度关系不密切。

## 2.5 伴生真菌

小蠹虫伴生真菌系指由蠹虫携带并对树木有一定致病作用的病原性真菌。在蠹虫蛀干过程中, 伴生真菌随蠹虫携带进入树木木质部和韧皮部。伴生菌通过消耗寄生树木的养料, 堵塞木质部筛管, 破坏韧皮细胞, 对寄主树木产生危害作用<sup>[11]</sup>。在昆明地区, 纵坑切梢小蠹的伴生菌主要有多种薄粘束梗霉<sup>[1]</sup>, 本研究中在蠹虫不同蛀干期出现频率差异较大。蛀干初期伴生菌出现频率为 5.1%, 中期为 17.3%, 末期为 28.0%。

## 3 结 论

(1) 从云南中部地区 4 个样地共 687 组样中, 分离到 30 个属真菌。其中, 腐生菌有 12 个属, 寄生或腐生菌有 10 个属, 寄生真菌 8 个属, 腐生菌为虫坑主要真菌类型。优势菌群以酵母菌占绝对优势, 表明虫坑环境适于该菌的生长。

(2) 蛀干期虫坑真菌类群丰富度及优势菌群的组成无明显的地域性差异, 与林区蠹害程度也无密切关系。

(3) 虫体上及虫坑中分离到了对云南松有强侵染力和致病力的伴生菌。关于伴生菌将有另文详述。

## 参考文献:

- [1] 殷惠芬, 黄复生. 中国经济昆虫志(小蠹科)[M]. 北京: 科学出版社, 1984. 53~54.
- [2] Ye Hui. On the bionomy of *Tomicus piniperda* (L.) (Col., Scolytidae) in the Kunming region of China[J]. J. Appl. Ent., 1991, (112): 366~369.
- [3] 叶辉. 纵坑切梢小蠹大发生原因探讨[J]. 云南大学学报, 1992, 14(2): 211~215.
- [4] 叶辉, 李隆术. 纵坑切梢小蠹蛀梢期空间分布[J]. 昆虫学报, 1994, 37(3): 311~315.
- [5] 叶辉. 纵坑切梢小蠹蛀梢期生物学研究[J]. 昆虫学报, 1996, 39(1): 58~62.
- [6] Berryman A A. Resistance of conifers to invasion by bark beetle fungal associations[J]. Bioscience, 1972, (22): 598~602.
- [7] Whitney H S, Farris S H. M axillary mycangium in the mountain pine beetle[J]. Science, 1970, (167): 54~55.
- [8] Solheim H, Langstrom B. Blue-stain fungi associated with *Tomicus piniperda* in Sweden and preliminary observations

on their pathogenicity[J]. Ann. Sci. For., 1991, (48): 149 ~ 156.

- [9] Solheim H, Langstrom B, Hellqvist C. Pathogenicity of the blue-stain fungi *Lep tograp hium w ingfieldii* and *Op hiosoma minusect* of tree pruning and inoculum density[J]. Can. J. For. Res., 1993, (23): 1 438 ~ 1 443.
- [10] 任作佛, 周嘉熹. 秦岭华山松小蠹虫大量发生的原因及规律[M]. 武功: 西北林学院出版社, 1963. 4 ~ 15.
- [11] 叶辉. 小蠹虫伴生菌研究概况[J]. 世界林业研究, 1997, 10(1): 30 ~ 35.
- [12] 中国科学院微生物研究所. 常见与常用真菌[M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [13] 魏景超. 真菌鉴定手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1979.
- [14] 巴尼特 H L, 亨特 B B. 半知菌属图解[M]. 沈崇尧译. 北京: 科学出版社, 1977.
- [15] Michael Morelet. Observations sur trois Ceuteromycetes infeodes aux pins Extrait des Annales de la S. S. N. A. T. V. [M], t. 40, tas c. 1, 1<sup>er</sup> trimestre 1988.

## On Fungal Flora inside Egg Galleries of *Tomicus piniperda* Attacking *Pinus yunnanensis*

ZHOU Xu-dong<sup>1</sup>, YE Hui<sup>2</sup>, DING Hua-sun<sup>1</sup>

(1. Department of Biology, Yunnan University, Kunming 650091, Yunnan, China;

2. Institute of Ecology and Geobotany, Yunnan University, Kunming 650091, Yunnan, China)

**Abstract:** Egg galleries of *Tomicus piniperda* attacking *Pinus yunnanensis* were investigated during different period of trunk attack in mid Yunnan Province. 30 Genus of fungi, which belong to 12 families, were isolated. Among them, 12 are saprophytes, 10 facultative fungi and 8 parasites. Moreover, there is no obvious differentiation in the dominant populations including *Debaryomyces*, *Penicillium* and *Paecilomyces* with the damage level of localities and there exists no close interior relation between bark beetle attacks and dominant populations. Besides these, blue stain fungi which identified as *Lep tograp hium* spp. were isolated from *Tomicus piniperda* and trunk tunnels.

**Key words:** *Tomicus piniperda*; *Pinus yunnanensis*; blue-stain fungi