

# 云南几种主要植被类型土壤中木霉的生态分布\*

张 娥 周 斌 杨丽源 (云南大学微生物研究所, 昆明 650091)

**【摘要】** 调查了云南省 4 种植被下土壤真菌总数、木霉数量及种类分布特点。森林土壤中木霉相对数量约占土壤真菌总数的 3~15%, 并随不同样地、采样季节及土层而异, 优势种类因不同林型土壤而异。钩状木霉分布广泛, 尤其在热带雨林的土壤生境中占优势。哈茨木霉和黄绿木霉则分别在季风和半湿润常绿阔叶林土壤中出现频率较高。

**关键词** 木霉 云南森林土 分布和数量

**Ecological distribution of *Trichoderma* propagules in main vegetation soils of Yunnan.**  
Zhang E, Zhou Bin and Yang Liyuan (Yunnan University, Kunming 650091). -Chin. J. Appl. Ecol., 1996, 7(sup.): 78~82.

Studies on total soil fungi and abundance and distribution of *Trichoderma* in different vegetation soils of Yunnan show that relative amount of *Trichoderma* in forest soil occupies 3~15% of total fungal propagules, and varies with different sites, seasons and soil layers. Dominant species varies with different forest types. *T. hamatum* is widely distributed in all vegetation soils, especially in tropic rain forest soil. *T. harzianum* and *T. aureoviride* are frequently found in monsoon and semi-humid evergreen broad-leaved forest soils, respectively.

**Key words** *Trichoderma*, Yunnan forest soils, Distribution and abundance.

## 1 引言

木霉是真菌区系中的主要类群, 在亚热带、温带的森林土壤中尤其如此<sup>[12]</sup>, 其数量多, 分布广, 能产生一系列抗生素<sup>[8]</sup>, 并具有降解纤维素、几丁质及木质素等复杂有机物的能力。近年来研究结果表明, 木霉的拮抗特性使其在植物病原菌的生物防治中起着愈来愈重要的作用<sup>[6]</sup>。通过对云南 4 种植被类型土壤中木霉的数量及分布特点的研究, 旨在了解自然生境中木霉的生存习性, 为木霉在生物防治中的应用及对植物残体分解的作用提供科学依据。

## 2 材料与方法

### 2.1 供试样地

样地选自昆明西山及西双版纳普文林场, 其地理位置及气候特征见表 1。土样采自 4 种不同林型下的枯枝落叶层(A<sub>0</sub>)及土壤层(A)。

半湿润常绿阔叶林和针叶林位于滇中中部地区, 昆明西山华亭寺后山, 属亚热带, 成土母质为玄武岩, 土壤为红壤, 微酸性。半湿润常绿阔叶林的优势植物为滇青岗(*Cyclobalanopsis glaucoides*), 针叶林的优势植物为华山松(*Pinus armandii*)。

季风常绿阔叶林和热带雨林位于滇南西双版纳州北部普文林场, 地处北热带与东南亚热带的交界线上, 土壤为砖红壤, 强酸性。季风常绿阔叶林的代表植物为短刺栲(*Castanopsis echidrocrpa*)、岩石藤(*Millettia* spp.)、粗穗石栎(*Lihocarpus grandifolius*)。热带雨林代表植物为山韶

\* 云南省自然科学基金资助项目。  
1995 年 6 月 25 日收到, 1996 年 5 月 2 日改回。

表 1 西山、普文样地的气象资料<sup>[1,4]</sup>

Table 1 Climatic data of sampling sites

土壤名称 Name of soil	样地 Sampling site	纬度 Latitude	经度 Longitude	海拔 Elevation (m)	平均降雨量 Average precipitation (m)			平均气温 Average air temperature( )		
					11 ~ 4 月 Nov. – Apr.	5 ~ 11 月 May – Oct.	年平均 Annual	年平均 Annual	7 月 July	
砖红壤 Latosol	普文林场 Puwen	22 25′	101 61′	870 ~ 960	176. 0	1017. 9	1675. 5	13. 8	24. 0	20. 2
红壤 Red soil	西山华亭寺 Xishan	24 57′	102 37′	2000 ~ 2120	142. 1	1056. 7	1198. 8	6. 0	16. 6	12. 2

子(*Nephelium chryseum*)、假含笑(*Paramichelia balloni*)、木荷(*Schina* spp.)、扁担藤(*Tetrastig-maplanicaule*)和九节木(*Psychetris* spp.)。

2.2 培养基

共采用 3 种培养基即马丁培养基、修改马丁培养基<sup>[9]</sup>及 4 Be 麦芽汁琼脂培养基,分别用于土壤真菌及木霉计数、木霉分离、木霉鉴定。

2.3 分析方法

2.3.1 土壤真菌总数测定及木霉计数 用稀释平板表面涂沫法<sup>[3]</sup>,样品稀释度为 10<sup>-1</sup> ~ 10<sup>-3</sup>,28 培养 4 d 后,置室温自然光下培养,诱导木霉分生孢子产生后进行计数.选择有 15~20 个真菌菌落出现的平板估计真菌总数.以稀释度较低的平板估计木霉数量。

表 2 干季不同林型下土壤真菌总数及木霉数量

Table 2 Propagule numbers of total soil fungi and *Trichoderma* under different forest types in the dry season

林型 Forest type	土样深度 Layer or depth (cm)	pH	含水量 Moisture content (% , D. W.)	土壤真菌 Number of total fungi ( × 10 <sup>4</sup> · g <sup>-1</sup> )	木霉数量 Numbers of <i>Trichoderma</i> ( × 10 <sup>4</sup> · g <sup>-1</sup> )	木霉相对数量 Relative numbers of <i>Tichoderma</i>	
						(%)	标准差 Standard error
半湿润常绿阔叶林	A <sub>0</sub> (0 ~ 8)	6.3	8.4	54.47	1.63	2.99	0.28
Semi-humid evergreen broad-leaved forest	A(10 ~ 20)	6.4	9.4	7.73	0.55	7.12	0.54
针叶林	A <sub>0</sub> (0 ~ 8)	6.2	8.2	10.89	0.22	2.02	1.28
Conifer forest	A(10 ~ 20)	6.2	9.2	0.99	0.11	11.1	0.72
季风常绿阔叶林	A <sub>0</sub> (0 ~ 8)	5.5	10.07	14.89	0.58	3.98	0.08
Monsoon evergreen broad-leaved forest	A(10 ~ 20)	5.4	14.4	2.94	0.14	4.76	0.07
热带雨林	A <sub>0</sub> (0 ~ 8)	5.5	13.5	4.85	0.14	2.88	0.87
Tropic rain forest	A(10 ~ 20)	5.4	14.8	0.66	0.06	9.09	0.92

表 3 表明湿季不同植被土壤真菌总数及木霉数量.木霉数量为半湿润常绿阔叶林>季风常绿阔叶林>热带雨林>针叶林.但真菌总数以季风常绿阔叶林最高,其次为热带雨林及半湿润常绿阔叶林,针叶林土壤中真菌总数含量最低.在不同土层

2.3.2 木霉鉴定 木霉的分类在 1969 年以前比较混乱<sup>[10]</sup>.Rifa<sup>[11]</sup>和 Bisset<sup>[15]</sup>相继进行了修订,将木霉种群划分为 11 个集合种.据此进行木霉种类鉴定。

3 结果与讨论

3.1 不同植被土壤真菌及木霉数量

表 2 表明,干季木霉数量以半湿润常绿阔叶林土壤为最高,依次为季风常绿阔叶林、针叶林,热带雨林数量最少.土壤真菌总数也表现出相同的变化趋势.不同土层比较,A<sub>0</sub>层木霉数量及真菌总数均高于 A 层。

中,A<sub>0</sub>层含菌量远远高于 A 层。

干湿 2 季不同植被土壤菌数比较表明,木霉数量除针叶林土壤外,均以湿季高于干季,在季风常绿阔叶林和热带雨林土壤中的真菌总数湿季明显高于干季,但在半湿润常绿阔叶林及针叶林的土壤中则为

表 3 湿季不同林型下土壤真菌总数及木霉数量

Table 3 Propagule numbers of total soil fungi and <i>Trichoderma</i> under different forest types in the rainy season							
林 型 Forest type	土样深度 Layer or depth (cm)	pH	含水量 Moisture content (%, D. W.)	土壤真菌 Number of total fungi ( $\times 10^4 \cdot g^{-1}$ )	木霉数量 Numbers of <i>Trichoderma</i> ( $\times 10^4 \cdot g^{-1}$ )	木霉相对数量 Relative numbers of <i>Tichoderma</i>	
						(%)	标准差 Standard error
半湿润常绿阔叶林	A <sub>0</sub> (0~8)	6.6	28.84	11.59	1.52	13.11	0.46
Semi-humid evergreen broad-leaved forest	A(10~20)	6.4	25.00	4.33	0.67	15.47	0.33
针叶林	A <sub>0</sub> (0~8)	6.5	36.54	3.26	0.24	7.36	0.08
Conifer forest	A(10~20)	6.4	28.70	0.20	0.07	35.00	2.15
季风常绿阔叶林	A <sub>0</sub> (0~8)	5.4	38.26	25.13	1.01	4.02	0.72
Monsoon evergreen broad-leaved forest	A(10~20)	5.4	31.92	4.22	0.21	4.98	1.25
热带雨林	A <sub>0</sub> (0~8)	5.2	40.06	14.01	0.80	5.71	3.56
Tropic rain forest	A(10~20)	5.3	37.14	2.11	0.15	7.11	4.24

干季高于湿季.

木霉占土壤丝状真菌总数的 3~5%. 与 Danielson<sup>[7]</sup> 等人的研究比较, 尽管采用不同的分离培养基, 但研究结果相似. 个别样点, 木霉的相对数量可高达 35%, 甚至 70%, 该现象可能与特定的土壤特征和微生物区系组成有关. 不同土层比较, 木霉的相对数量一般为 A>A<sub>0</sub>. 不同季节同一植被土壤比较, 木霉相对数量均是湿季高于干季. 木霉是一类次级定殖者, 大量生存在易分解的有机质上<sup>[10]</sup>, 这可能是 A 层木霉相对数量高于 A<sub>0</sub> 层的原因之一. 湿度可

能是影响木霉数量的一个重要因素, 除针叶林土壤外, 在其余 3 种植被土壤中, 木霉的相对数量和绝对数量, 均以湿季高于干季, 表明木霉喜高湿度土壤环境.

3.2 不同植被土壤中木霉的种类分布  
3.2.1 不同土层中的木霉种类分布 从西山样地 2 种林型下土壤中共分离鉴定出 7 个木霉集合种(表 4). 半湿润常绿阔叶林土壤中在干季出现频率最高的是钩状木霉, 而湿季则为黄绿木霉. 针叶林土壤中干季出现频率较高的是桔绿木霉, 湿季为拟康氏木霉.

表 4 西山不同林型下木霉的种类组成和分布

Table 4 Species composition and distribution of <i>Trichoderma</i> in the soils of different forest types of Xishan								
种 类 Species	半湿润常绿阔叶林 Semi-humid evergreen broad-leaved forest				针 叶 林 Conifer forest			
	干季 Dry season		湿季 Rainy season		干季 Dry season		湿季 Rainy season	
	A <sub>0</sub>	A	A <sub>0</sub>	A	A <sub>0</sub>	A	A <sub>0</sub>	A
哈茨木霉 <i>T. harzianum</i>	1	1	2		2	1		
黄绿木霉 <i>T. aureoviride</i>	3	2	10	22	1		1	
钩状木霉 <i>T. hamatum</i>	4	7	9	3		1		2
桔绿木霉 <i>T. citrinoviride</i>	1	1	4		2	3	1	
长枝木霉 <i>T. longibrachiatum</i>	2	2	2		1	1	4	
拟康氏木霉 <i>T. pseudokoningii</i>	5	1			1	1	5	7
康氏木霉 <i>T. koningii</i>		1	4				6	
菌株总数 Total isolates	16	15	31	25	7	7	17	9

在干湿 2 季表现出不同的变化特点. 干季, 无论半湿润常绿阔叶林还是针叶林, A<sub>0</sub> 层及 A 层的种类组成相差不大; 湿季则明显不同, 2 种植被土壤的大多数木霉

种类集中于 A<sub>0</sub> 层, A 层种类单一, 数量相对稀少. 湿季在半湿润常绿阔叶林土壤的 A<sub>0</sub> 层分离鉴定出 6 个木霉集合种, A 层只有黄绿木霉和钩状木霉. 针叶林 A<sub>0</sub> 层分离鉴定出 5 个集合种, A 层仅出现钩状木霉和拟康氏木霉.

3. 2. 2 2 种植被土壤的分析结果比较 针叶林土壤中木霉的种类组成较半湿润常绿阔叶林简单, 即种类少, 数量低. 该现象可能表明土壤组分是影响木霉分布及组成的

重要原因之一. 在同样的气候条件下, 不同植被, 不同枯枝落叶层, 会导致土壤中的有机质成分及含量各异. 因此, 木霉的种类组成有可能表现出较大差异. 在普文样地 2 种植被土壤中共分离鉴定出 8 个木霉集合种(表 5). 在季风常绿阔叶林土壤中, 2 季均以哈茨木霉的出现频率最高; 而热带雨林钩状木霉数量占有优势, 同时还分离到绿色木霉, 该种在其余 3 种植被土壤中均未分离到.

表 5 普文不同林型下木霉的种类组成和分布

种 类 Species	半湿润常绿阔叶林 Semi-humid evergreen broad-leaved forest				针 叶 林 Conifer forest			
	干 季 Dry season		湿 季 Rainy season		干 季 Dry season		湿 季 Rainy season	
	A <sub>0</sub>	A	A <sub>0</sub>	A	A <sub>0</sub>	A	A <sub>0</sub>	A
哈茨木霉 <i>T. harzianum</i>	6	10	8	11	3	5	3	3
黄绿木霉 <i>T. aureoviride</i>	1	1	5	3	3		2	1
钩状木霉 <i>T. hamatum</i>	4	4	2	3	8	3	7	5
桔绿木霉 <i>T. citrinoviride</i>				2		8	2	3
长枝木霉 <i>T. longibrachiatum</i>				1		4		3
拟康氏木霉 <i>T. pseudokoningii</i>	2		3				3	1
康氏木霉 <i>T. koningii</i>		2		1				2
绿色木霉 <i>T. viride</i>						2	1	2
菌株总数 Total isolates	13	17	18	21	14	22	18	20

3. 2. 3 不同土层比较 无论干季或湿季, A 层木霉种类一般较 A<sub>0</sub> 层丰富, 此分布特点在热带雨林土壤中尤其明显. 这与西山样地木霉种类变化特点显然不同, 表明木霉的种类组成及分布可能与地理环境及气候条件有很大关系. 从 4 种植被土壤中一共分离出哈茨木霉、黄绿木霉、钩状木

霉、桔绿木霉、长枝木霉、拟康氏木霉、康氏木霉和绿色木霉等 8 个集合种(表 6), 该结果与文成敬<sup>[2]</sup>等报道一致. 不同植被土壤中, 木霉优势种群不同. 哈茨木霉在季风常绿阔叶林土壤中出现频率高, 占总木霉分离株的 50. 72%; 热带雨林土壤中以钩状木霉数量最多, 其相对密度达 31. 08%;

表 6 西山、普文不同植被土壤中木霉种类分布(相对密度, %)

Table 6 Species distribution (relative density, %) of <i>Trichoderma</i> in different vegetation soils of Xishan and Puwen					
种 类 Species	半湿润常绿阔叶林 Semi-humid evergreen broad-leaved forest	针叶林 Conifer forest	季风常绿阔叶林 Monsoon evergreen broad-leaved forest	热带雨林 Tropic rain forest	菌株总数 Total isolates
哈茨木霉 <i>T. harzianu</i>	4. 59	7. 50	50. 72	18. 92	56
黄绿木霉 <i>T. aureoviride</i>	56. 43	5. 00	14. 49	8. 11	55
钩状木霉 <i>T. hamatum</i>	26. 43	7. 50	18. 84	31. 08	62
桔绿木霉 <i>T. citrinoviride</i>	6. 89	15. 00	2. 89	17. 56	27
长枝木霉 <i>T. longibrachiatu</i>	6. 89	15. 00	1. 45	9. 46	20
拟康氏木霉 <i>T. pseudokoningii</i>	6. 89	35. 00	7. 25	5. 41	29
康氏木霉 <i>T. koningii</i>	5. 75	15. 00	4. 35	2. 70	16
绿色木霉 <i>T. viride</i>	0	0	0	6. 76	5
菌株总数 Total isolates	87	40	69	74	270

半湿润常绿阔叶林及针叶林土壤中分别以黄绿木霉和拟康氏木霉占优势, 其相对密度分别为 56.43% 和 35%.

## 4 结 论

4.1 木霉在森林土壤中相对数量占土壤真菌总数的 3 ~ 15%.  $A_0$  层数量高于 A 层; 但相对数量则是 A 层高于  $A_0$  层. 除针叶林外, 湿季木霉的绝对数量均高于干季. 针叶林及热带雨林土壤中木霉的数量低于半湿润常绿阔叶林和季风常绿阔叶林.

4.2 不同植被土壤的木霉优势种群不同. 在云南森林土壤中, 普遍存在着钩状木霉、哈茨木霉、黄绿木霉, 数量很多, 但它们分别适应于特定的生境条件, 是不同植被土壤中的优势种群.

4.3 木霉的数量与种类分布, 因季节、植被类型、土壤层不同而表现出较大差异. 土壤湿度可能是影响木霉分布的主要因素之一, 气候条件、土壤成分对其也可能是重要的制约因素.

## 参考文献

- 1 云南气象局编. 1983. 云南省农业气候资料集. 昆明: 云南人民出版社, 61 ~ 121.
- 2 文成敬、陶家凤、陈文瑞. 1993. 中国西南地区木霉属分类研究. 真菌学报, **12**(2): 118 ~ 130.
- 3 许光辉、郑洪元主编. 1986. 土壤微生物分析方法手册. 北京: 农业出版社.
- 4 耿云芬. 1993. 普文林场引种马占相思初报. 云南林业科技, (1): 24 ~ 29.
- 5 Bissett, J. 1984. A revision of the genus *Trichoderma* I- section *Longibrachiatum* sect. nov., *Can. J. Bot.*, **62**: 924 ~ 931.
- 6 Chet, I. 1987. *Trichoderma* application, mode of action, and potential as a biocontrol agent of soilborne plant pathogenic fungi. in: *Innovative Approaches to Plant Disease Control*. John Wiley & Sons, New York, 137 ~ 160.
- 7 Danielson, R. M. and Davey, C. B. 1973. The abundance of *Trichoderma* propagules and the distribution of species in forest soil. *Soil Biol. Biochem.*, **5**: 485 ~ 494.
- 8 Ghisalberti, E. L. and Sivasithamparam, K. 1991. Antifungal antibiotics produced by *Trichoderma* spp. *Soil Biol. Biochem.*, **23**(11): 1011 ~ 1020.
- 9 Papavizas, G. C. and Lumsden, R. D. 1982. Improved medium for isolation of *Trichoderma* spp. from soil. *Plant Disease*, **66**: 1019 ~ 1020.
- 10 Papavizas, G. C. 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium*: biology, ecology, and potential for biocontrol. *Ann. Rev. Phytopathol.*, **23**: 23 ~ 54.
- 11 Rifai, M. A. 1969. A revision of the genus *Trichoderma*. *Mycol. Pap.*, Commonwealth Mycological Institute, Kew, England, **116**: 1 ~ 56.
- 12 Widden, P. and Abitbol, J. J. 1980. Seasonality of *Trichoderma* species in spruce forest soil. *Mycologia*, **72**: 775 ~ 784.