

## 昆明西山风景区土壤淡色丝孢菌多样性分析

许俊杰, 董悦 (临沂大学医学院, 山东临沂 276000)

**摘要** 从昆明西山风景区土壤中采集 18 份样品, 分离获得真菌 18 属 1 122 株, 其中淡色丝孢菌 4 属 726 株。利用种群优势度、Shannon-Wiener 多样性指数、均匀度、群落相似性指标对该地区不同生境的土壤淡色丝孢菌物种(属级)的生态多样性进行分析。结果表明, 土壤淡色丝孢菌的数量和类群分布在该地区不同生态类型土壤中差异明显。在 6 种生态环境中, 土壤淡色丝孢菌是优势菌群。生态类型不同, 其真菌种类和数量各不相同。昆明西山风景区存在着某些新的微生物菌种资源, 具有进一步研究的前景和价值。

**关键词** 淡色丝孢菌; 多样性指数; 均匀度; 群落相似性; 土壤真菌

中图分类号 S154.3 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)20-0059-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.20.016



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Diversity Analysis of Soil *Moniliaceous hyphomycetes* in Xishan Scenic Area of Kunming City

XU Jun-jie, DONG Yue (Medical School of Linyi University, Linyi, Shandong 276000)

**Abstract** Eighteen soil samples were collected from the soil of Xishan Scenic Area of Kunming City, and 1 122 strains of soil fungi belonging to 18 genera were isolated, including 726 strains belonging to 4 genera of *Moniliaceous hyphomycetes*. The population dominance, Shannon-Wiener diversity index, evenness and community similarity were used to analyze the ecological diversity of the species (grade) of different habitats of the soil. The results showed that the number and taxonomic distribution of *Moniliaceous hyphomycetes* were significantly different in different ecological types of soils in this area. In the 6 ecological environments, the *Moniliaceous hyphomycetes* were dominant. The species and quantity of fungi vary from different ecological types. There were some new microbial resources in Xishan Scenic Spot of Kunming City, which had the prospect and value of further research.

**Key words** *Moniliaceous hyphomycetes*; Diversity index; Evenness; Community similarity; Soil fungi

淡色丝孢菌隶属于真菌界淡色丝孢菌科, 是世界性广泛分布种。在已知的全部丝孢真菌属种中, 淡色丝孢菌占 40%~45%<sup>[1]</sup>, 其中很多属种都是重要的植物病原菌, 可以危害多种经济作物; 除危害植物外还可以用于生物防治, 也可以产生抗菌、抗肿瘤等次生代谢物。昆明西山风景区位于有“高原明珠”之称的滇池湖畔, 地势北低南高, 最高峰海拔 2 507.5 m。西山森林公园具有丰富的植物多样性, 是滇中地区颇具典型性的山地环境, 植物多且集中, 分布有 167 科、59 属、1 086 种灌木和其他植物。此外, 此地还生长了一些珍稀树种, 如台榭、鹅耳枥、化香树、八角枫、滇紫荆等四季常青的树木。四季如春的气候、丰富的植物资源、典型的地理环境决定了昆明西山风景区土壤中具有丰富的真菌资源, 因此, 开展土壤淡色丝孢菌的研究具有重要的意义。通过昆明市西山风景区土壤淡色丝孢菌多样性的研究, 旨在为挖掘淡色丝孢菌资源提供理论指导和资源支持。

## 1 材料与与方法

**1.1 样品采集** 土壤、植物残体样品采集自云南昆明西山风景区竹林、防护林、草坪、山坡林、菜田、农田。按蛇形采样法, 每个样地于 0~30 cm 处进行土壤采集, 各采样点铲取土样 15 份, 装于密封袋中, 编号, 同时记录采样时间、地点、生境及经纬度。土样带回后置于阴凉处风干, 将编号相同的土样混合为 1 份, 每个采样点混合好取 3 份土样作为平行试验组, 共 18 份土壤样品。置于冰盒中保存 24 h 内送往实验室, 于 4 °C 保存。

**1.2 培养基** 分离培养基为水琼脂+秸秆培养基; 纯化培养基为 PDA 培养基。发酵培养基为 PDB 液体培养基(葡萄糖 20 g、马铃薯 200 g、琼脂 15 g、水 1 000 mL)<sup>[2]</sup>。

**1.3 土壤真菌的分离、纯化** 利用稀释涂布平板法<sup>[3]</sup>进行土壤真菌的分离, 每个处理设 3 个重复, 涂布后置于 25 °C 温箱内培养 4~7 d 后, 对长出的菌落进行统计、编号、分离、纯化、保存。将纯化菌株接种 PDA 培养基平板上, 每隔 24 h 观察菌落形态、颜色、培养基颜色, 用载玻片培养法<sup>[4]</sup>观察其形态学特征。

## 1.4 土壤真菌群落数据分析方法

**1.4.1 物种丰富度。** 即群落中的物种数, 在此指各生境采集的土壤样品中分离得到的淡色丝孢菌的属级物种数, 以  $S$  表示。

**1.4.2 种群优势度。** 以 Berger-Parker 优势度指数( $d_i$ )进行计算, 其公式如下:

$$d_i = N_i / N \quad (1)$$

式中,  $N$  为物种总数,  $N_i$  为第  $i$  物种个体总数(该研究中以属为单位统计菌落数)。

**1.4.3 物种多样性。** 以 Shannon-Wiener 多样性指数公式进行计算, 其公式如下:

$$H' = - \sum_{i=1}^n [p_i \times \ln(p_i)] \quad (2)$$

式中,  $H'$  为物种的多样指数,  $n$  为物种(该研究中为属级分类单位)总数,  $p_i$  为第  $i$  种物种个体数占群落总个体数的比例<sup>[5]</sup>。

**1.4.4 物种均匀度。** 采用 Pielou 指数测定公式<sup>[5]</sup>计算物种均匀度, 其公式如下:

$$J = H' / \ln S \quad (3)$$

**基金项目** 山东省自然科学基金项目(ZR2017LC001)。

**作者简介** 许俊杰(1965—), 男, 山东郯城人, 教授, 博士, 从事真菌分类及真菌资源利用方面的研究。

**收稿日期** 2021-06-22

式中, $J$ 为均匀度, $H'$ 为Shannon-Wiener多样性指数, $S$ 为物种总数。

**1.4.5 相似性分析。**采用Jaccard系数公式<sup>[5]</sup>进行相似性分析,其公式如下:

$$C_j = J / (a + b - J) \quad (4)$$

式中, $J$ 为群落A与群落B共有的物种数, $a$ 为群落A含有的全部物种数, $b$ 为群落B含有的全部物种数。

**1.5 数据统计** 用Excel 2003和DPS 7.5统计分析软件对试验数据进行分析。

## 2 结果与分析

**2.1 土壤真菌在不同生态环境中的分布情况** 从表1可以看出,6种不同类型的生态环境土壤中,真菌的物种组成与分布存在明显差异。防护林土壤中真菌属种总数最大,为300株,淡色丝孢菌173株。其中,木霉属真菌67株,镰刀菌属

46株,青霉属28株,支顶孢属32株;草坪中真菌共有194株,淡色丝孢菌149株,其中木霉属78株,镰刀菌属32株,青霉属26株,支顶孢属13株。山坡林土壤中真菌共有176株,淡色丝孢菌115株,其中木霉属42株,镰刀菌属41株,青霉属24株,支顶孢属8株。竹林土壤中真菌共有170株,淡色丝孢菌85株,其中木霉属30株,镰刀菌属30株,青霉属16株,支顶孢属9株;菜田土壤中真菌共有103株,淡色丝孢菌73株,其中木霉属17株,镰刀菌属29株,青霉属19株,支顶孢属8株;农田土壤中真菌共有179株,淡色丝孢菌131株,其中木霉属79株,镰刀菌属23株,青霉属27株,支顶孢属2株。其他种类的真菌在6种生境中分布各有不同,除节菱孢属和链格孢属数量较多外,其他分布较少。淡色丝孢菌共726株,为土壤真菌菌落中的优势种群。

表1 不同生态环境中土壤的淡色丝孢真菌及其他物种组成和分布

Table 1 Composition and distribution of *H.pipiens* and other species in soils in different ecological environments

生态类型 Ecological type	青霉属 <i>Penicillium</i>	镰刀菌属 <i>Fusarium</i>	未知菌属 Unknown genus	弯孢属 <i>Curvularia</i>	链格孢属 <i>Alternaria</i>	聚单端孢属 <i>Trichothecium</i>	节菱孢属 <i>Arthrinium</i>	木霉属 <i>Trichoderma</i>	帚霉属 <i>Scopulariopsis</i>	酵母属 <i>Pichia</i>
防护林 Shelter forest	28	46	1	18	51	13	4	67	7	3
草坪 Lawn	26	32	0	11	12	2	0	78	8	5
山坡林 Hillside forest	24	41	4	9	4	2	12	42	9	5
竹林 Bamboo forest	16	30	0	4	3	7	54	30	0	0
菜田 Vegetable field	19	29	0	3	6	2	0	17	11	0
农田 Farmland	27	23	0	0	3	18	9	79	3	3
合计 Total	140	201	5	45	79	44	79	313	38	16

生态类型 Ecological type	支顶孢属 <i>Acremonium</i>	盾壳霉属 <i>Trichothecium</i>	葡萄孢属 <i>Botryosphaeria</i>	盘多毛孢属 <i>Neopestalotiopsis</i>	毛色二孢属 <i>Lasiodiplodia</i>	脉孢菌属 <i>Neurospora</i>	黑孢霉属 <i>Nigrospora</i>	壳囊孢属 <i>Cytospora</i>	淡色丝孢合计 Moniliaceous hyphomycetes total	土壤真菌合计 Soil fungi total
防护林 Shelter forest	32	3	7	3	4	4	6	3	173	300
草坪 Lawn	13	0	6	0	1	0	0	0	149	194
山坡林 Hillside forest	8	2	4	0	0	3	3	4	115	176
竹林 Bamboo forest	9	4	0	3	0	6	0	4	85	170
菜田 Vegetable field	8	0	6	0	0	0	2	0	73	103
农田 Farmland	2	0	0	4	5	0	3	0	131	179
合计 Total	72	9	23	10	10	13	14	11	726	1 122

**2.2 昆明西山风景区土壤淡色丝孢菌属的组成及优势度** 从采集的18份土壤样品中分离获得土壤真菌18属1 122株,其中淡色丝孢菌726株(表1)。18个属分别为青霉属 *Penicillium*、镰刀菌属 *Fusarium*、盾壳霉属 *Trichothecium*、木霉属 *Trichoderma*、脉孢菌属 *Neurospora*、节菱孢属 *Arthrinium*、帚霉属 *Scopulariopsis*、链格孢属 *Alternaria*、弯孢属 *Curvularia*、聚单端孢属 *Trichothecium*、酵母属 *Pichia*、支顶孢属 *Acremonium*、葡萄孢属 *Botryosphaeria*、盘多毛孢属 *Neopestalotiopsis*、毛色二孢属 *Lasiodiplodia*、黑孢霉属 *Nigrospora*、壳囊孢属 *Cytospora*、未知菌属。其中,青霉属、镰刀菌属、木霉属和支顶孢属为淡色丝孢菌。

参考昆虫物种优势度( $d_i$ )的划分标准, $d_i > 0.10$ 为优势属, $0.01 < d_i \leq 0.10$ 为常见属, $d_i \leq 0.01$ 为稀有属<sup>[5-6]</sup>。从表2可以看出,在6种不同生境中,镰刀菌属和木霉属的优势度均大于0.10,属于优势菌群。在防护林和竹林中青霉属优势

度分别为0.093 3和0.094 1,属于常见菌群;在其他4种生境中优势度均大于0.10,属于优势菌群。支顶孢属真菌属于常见属种。由此可以看出,淡色丝孢菌在6种生境种为优势菌群。其他种类的真菌其优势度在不同生境中各有不同。

**2.3 昆明西山风景区生境中土壤淡色丝孢菌群落多样性** 从表3可以看出,土壤淡色丝孢菌在昆明西山风景区6种不同生境中的物种丰富度存在较明显差异,防护林生境中物种丰富度最高(18),它包含了18属,其次为山坡林丰富度(16),菜田生境中物种丰富度最低(10),而农田、菜田、草坪和竹林生境的物种丰富度较接近。山坡林和防护林生境中土壤淡色丝孢菌的 $H'$ 指数均大于2,而其他4个生境中的多样性指数略低,但是均大于1.78。菜田的均匀度最大(0.864 5),农田的均匀度最小(0.694 9),其他生境的均匀度非常接近。防护林土壤中多样性指数、物种丰富度和物种数均最大,说明防护林人为干扰活动少、土壤物种稳定;菜田土

中物种丰富度和物种数均最小,说明人为活动和耕作方式等影响真菌的数量和种类。防护林、山坡林的  $H'$  指数均较大,说明这种生境的土壤中有有机质和腐殖质等营养较为丰富,较适合真菌的生长与繁殖。草坪、竹林、农田和菜田土真菌  $H'$  指数相对较低,说明其生境植被种类单一,可能会导致真菌

数量和种类减少。从均匀度看出,菜田土真菌均匀度最大(0.864 5),农田土真菌均匀度最小(0.694 9),其他类型的生境中真菌均匀度介于菜田土和农田土之间,也较为相近。由表 3 可知,不同生境中淡色丝孢菌数量和物种数各不相同,说明淡色丝孢菌的数量与土壤结构、营养成分等因素密切相关。

表 2 不同生境中土壤淡色丝孢菌及其他物种的优势度

Table 2 Dominance of *Moniliaceous hyphomycetes* and other species in different habitats

生态类型 Ecological type	青霉属 <i>Penicillium</i>	镰刀菌属 <i>Fusarium</i>	未知菌属 Unknown genus	弯孢属 <i>Curvularia</i>	链格孢属 <i>Alternaria</i>	聚单端孢属 <i>Trichothecium</i>	节菱孢属 <i>Arthrinium</i>	木霉属 <i>Trichoderma</i>	帚霉属 <i>Scopulariopsis</i>
防护林 Shelter forest	0.093 3	0.153 0	0.003 3	0.060 0	0.170 0	0.043 3	0.013 3	0.223 3	0.023 3
草坪 Lawn	0.134 0	0.164 9	0.000 0	0.056 7	0.061 9	0.010 3	0.000 0	0.402 1	0.041 2
山坡林 Hillside forest	0.136 4	0.233 0	0.022 7	0.051 1	0.022 7	0.011 4	0.068 2	0.238 6	0.051 1
竹林 Bamboo forest	0.094 1	0.176 5	0.000 0	0.023 5	0.017 6	0.041 2	0.317 6	0.176 5	0.000 0
菜田 Vegetable field	0.184 5	0.281 6	0.000 0	0.029 1	0.058 3	0.019 4	0.000 0	0.165 0	0.106 8
农田 Farmland	0.150 8	0.128 5	0.000 0	0.000 0	0.016 8	0.100 6	0.050 3	0.441 3	0.106 8

  

生态类型 Ecological type	酵母属 <i>Pichia</i>	支顶孢属 <i>Acremonium</i>	盾壳霉属 <i>Trichothecium</i>	葡萄孢属 <i>Botryosphaeria</i>	盘多毛孢属 <i>Neopestalotiopsis</i>	毛色二孢属 <i>Lasiodiplodia</i>	脉孢菌属 <i>Neurospora</i>	黑孢霉属 <i>Nigrospora</i>	壳囊孢属 <i>Cytospora</i>
防护林 Shelter forest	0.010 0	0.106 7	0.010 0	0.023 3	0.010 0	0.013 3	0.013 3	0.020 0	0.010 0
草坪 Lawn	0.025 8	0.067 0	0.000 0	0.030 9	0.000 0	0.005 2	0.000 0	0.000 0	0.000 0
山坡林 Hillside forest	0.028 4	0.045 5	0.011 4	0.022 7	0.000 0	0.000 0	0.017 0	0.017 0	0.022 7
竹林 Bamboo forest	0.000 0	0.052 9	0.023 5	0.000 0	0.017 6	0.000 0	0.035 3	0.000 0	0.023 5
菜田 Vegetable field	0.000 0	0.077 7	0.000 0	0.058 3	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.019 4	0.000 0
农田 Farmland	0.016 8	0.011 2	0.000 0	0.000 0	0.022 3	0.027 9	0.000 0	0.016 8	0.000 0

表 3 不同生态类型土壤中淡色丝孢菌及其他物种的群落特征

Table 3 Community characteristics of *Moniliaceous hyphomycetes* and other species in soils of different ecological types

生态类型 Ecological type	物种丰富度(S) Species richness	淡色丝孢菌数量 Number of <i>Moniliaceous</i> <i>hyphomycetes</i> // 株	物种数 Number of species // 株	$H'$ 指数 $H'$ index	均匀度(J) Uniformity
防护林 Shelter forest	18	173	300	2.183 4	0.755 4
草坪 Lawn	11	149	194	1.856 5	0.774 2
山坡林 Hillside forest	16	115	176	2.153 9	0.776 9
竹林 Bamboo forest	12	85	170	1.811 8	0.755 6
菜田 Vegetable field	10	73	103	1.990 6	0.864 5
农田 Farmland	12	131	179	1.782 3	0.694 9

**2.4 昆明西山风景区土壤淡色丝孢菌不同生境类型的群落相似性** 根据 Jaccard 相似性系数原理,当相似性系数( $C_j$ )为 0~0.25 时,为极不相似;当 0.25< $C_j$ ≤0.75 时,为中等相似;当 0.75< $C_j$ ≤1.00 时,为极相似。从表 4 可以看出,农田土和山坡林土生境的相似性系数最大,为 0.584 8,达到了中等相似的水平,这说明这 2 种生境中土壤淡色丝孢菌种类组成的相似性最大,因为这 2 种环境中均含有较丰富的有机质。其次是农田土和草坪土生境,其相似性系数为 0.541 3;防护林

与草坪的相似性系数也较大,为 0.538 9,防护林与竹林土和菜田土的相似性系数较小,分别为 0.220 8、0.221 2,其他菌间相似性系数在 0.25~0.75,说明各生境之间的相似性处于中等水平。总体来看,各生境之间的淡色丝孢菌的分布相似性较小,说明每个生境都具有自己的群落分布特征,这可能与每个生境的土壤结构、成分、理化性质和腐殖质含量等有密切关系。

表 4 土壤淡色丝孢菌在不同生境类型的群落相似性

Table 4 Community similarity of *Moniliaceous hyphomycetes* in different habitat types

生态类型 Ecological type	防护林 Shelter forest	草坪 Lawn	山坡林 Hillside forest	竹林 Bamboo forest	菜田 Vegetable field	农田 Farmland
防护林 Shelter forest	1	0.538 9	0.318 6	0.220 8	0.221 2	0.376 4
草坪 Lawn		1	0.451 0	0.304 7	0.325 9	0.541 3
山坡林 Hillside forest			1	0.325 7	0.354 4	0.584 8
竹林 Bamboo forest				1	0.365 0	0.322 0
菜田 Vegetable field					1	0.349 3
农田 Farmland						1

料利用率,以期获得更好的饲养个体。

### 参考文献

- [1] 高尚武,洪惠馨,张士美.中国动物志:无脊椎动物(第 27 卷)[M].北京:科学出版社,2002:203.
- [2] 郝晓波,刘桂英,王玲.6 种饵料组合对马来沙水母体色的影响[J].盐科学与化工,2020,49(11):20-22,25.
- [3] 林建升,张秋平,李文笙.不同养殖模式下尼罗罗非鱼消化酶活性的比较[J].水产学报,2015,39(1):65-74.
- [4] ADLER L,JARMS G.New insights into reproductive traits of scyphozoans: Special methods of propagation in *Sanderia malayensis* GOETTLE,1886(Pelagiidae,Semaeostomeae)enable establishing a new classification of asexual reproduction in the class Scyphozoa [J].Marine biology,2009,156(7):1411-1420.
- [5] 迟艳红,王文章,李菊,等.不同条件因子对海月水母胃丝蛋白酶活性的影响[J].海洋科学,2019,43(9):88-93.
- [6] 李菊,王玮.温度与 pH 值对大西洋金水母胃丝蛋白酶活性的影响[J].湖南农业科学,2020(9):73-75,78.
- [7] 桑永明,杨瑶,尹航,等.饲料蛋白水平对方正银鲫幼鱼生长、体成分、肝脏生化指标和肠道消化酶活性的影响[J].水生生物学报,2018,42(4):736-743.
- [8] 任庆印,潘青鲁.刺参消化酶性质与活性分布的研究[J].海洋湖沼通报,2013(2):51-56.
- [9] 李烁星,李浩,沈和定,等.缢蛏家系生长与消化酶活性的比较[J].安徽农业大学学报,2016,43(3):431-435.
- [10] 杨翠华,王文章,王海铭.温度和水流对八斑唇腔水母生长发育的影响[J].海洋科学,2020,44(4):67-74.
- [11] 王彦涛,孙松,李超伦,等.温度、投饵频次对海月水母(*Aurelia* sp.1)水螅体生长和繁殖的影响[J].海洋与湖沼,2012,43(5):900-904.

- [12] 李世顺,乔雁冰,左然涛,等.不同饵料对海蜇幼体生长、消化酶、抗氧化和免疫酶活性的影响[J].中国渔业质量与标准,2021,11(2):32-37.
- [13] 黄权,姜凤,齐科耕,等.投喂卤虫无节幼体条件下黄颡鱼仔稚鱼生长、存活率、摄食力和体成分的变化[J].中国水产科学,2012,19(6):1034-1042.
- [14] 彭瑞冰,蒋霞敏,乐可鑫,等.5 种饵料动物的营养成分分析及评价[J].水产学报,2014,38(2):257-264.
- [15] HIKIMA S,HIKIMA J I,ROJITINNAKORN J,et al.Characterization and function of kuruma shrimp lysozyme possessing lytic activity against *Vibrio* species[J].Gene,2003,316:187-195.
- [16] 刘鼎云,冷向军,卢永红,等.饲料中添加蛋白酶 AG 对凡纳滨对虾生长和肌肉成分的影响[J].饲料工业,2007,28(20):24-25.
- [17] 徐革锋,刘洋,谷伟,等.不同生长阶段细鳞鲑(*Brachymystax lenok*)消化酶活性比较研究[J].东北农业大学学报,2012,43(12):109-114.
- [18] LE VAY L,JONES D A,PUELLO-CRUZ A C,et al.Digestion in relation to feeding strategies exhibited by crustacean larvae [J].Comparative biochemistry and physiology part A,2001,128(3):621-628.
- [19] 刘玉梅,朱谨钊,吴厚余,等.中国对虾幼体和仔虾消化酶活力及氨基酸组成的研究[J].海洋与湖沼,1991,22(6):571-575.
- [20] 白晓慧,王贵英,熊传喜.不同年龄黑尾近红鲌消化酶活性比较[J].淡水渔业,2007,37(3):30-33.
- [21] QIN C J,SHAO T,ZHAO D X,et al.Effect of ammonia-N and pathogen challenge on complement component 8 $\alpha$  and 8 $\beta$  expression in the dark-barbel catfish *Pelteobagrus vachellii* [J].Fish & shellfish immunology,2017,62:107-115.
- [22] 荆水妍,杨超,郭冉,等.四种糖作为碳源对凡纳滨对虾生长、肠道消化酶及肠道菌群的影响[J].水产学报,2021,45(6):920-928.
- [23] 罗明珠,章家恩,胡九龙,等.福寿螺和田螺消化酶活性比较[J].生态学报,2015,35(11):3580-3587.

(上接第 61 页)

### 3 结论与讨论

陆地真菌资源丰富,截至 2000 年,陆地真菌总数约 5 万种<sup>[7-9]</sup>。该研究首次对昆明西山风景区土壤淡色孢菌资源及其群落结构进行了研究,共分离得到 1 122 株真菌,其中淡色丝孢菌 726 株,主要包含于镰刀菌、支顶孢、青霉和木霉 4 个属之中。这虽然初步揭示了该地区真菌种群的分布特征,但从数量和种类上讲挖掘的远远不够。目前各个领域针对微生物菌群多样性的分析方法主要分为培养法和非培养法 2 种,其中培养法由于条件限制只能分离鉴定出少数微生物。自然界中只有 0.1%~1.0%的微生物通过常规方法能被培养,说明应用传统分离培养方法导致了微生物多样性的严重丢失。因此,非常有必要应用非培养<sup>[10-12]</sup>的分子生物学方法来研究土壤中的真菌菌落组成,以此达到较为完整地获取土壤中真菌多样性信息的目的,同时也期望将来能找到一套更为科学的分离培养方法,从土壤中挖掘出更多的淡色丝孢菌。

生态学多样性测定的局限性在于取样地点和取样本数量的局限性,在一个生态区域取样时,只能按照统计学取样要求进行定点取样,样本数量虽然能够反映出土壤中微生物的大部分信息,但是却包含不了其中所有的种类。综上所

述,要想准确分析土壤中淡色丝孢菌的多样性,必须改进真菌分离方法,采用多种手段相结合的方式对微生物多样性进行合理分析。

### 参考文献

- [1] 张伟,许俊杰,张天宇.土壤真菌研究进展[J].菌物研究,2005,3(2):52-58.
- [2] 许俊杰.中国东南部地区及云南省土壤暗色丝孢菌分类研究[D].泰安:山东农业大学,2006:38-41.
- [3] 周德庆.微生物学实验教程[M].2 版.北京:高等教育出版社,2006.
- [4] 祖若夫,胡宝龙,周德庆.微生物学实验教程[M].上海:复旦大学出版社,1993.
- [5] 黄悦华,张天宇,潘好芹,等.雅鲁藏布江中游地区土壤淡色丝孢菌群落多样性及物种生态位研究[J].菌物学报,2010,29(2):193-198.
- [6] 庞雄飞,尤民生.昆虫群落生态学[M].北京:中国农业出版社,1996:1-147.
- [7] 徐佳,陈彬,雷晓凌,等.丛生盔形珊瑚共生可培养真菌多样性分析[J].微生物学通报,2011,38(8):1193-1198.
- [8] 李淑彬,杨劲松,钟英长,等.抗真菌抗生素 179M 产生菌的分离鉴定和生理特性研究[J].菌物系统,2001,20(3):362-367.
- [9] 梁剑光,王晓飞,陈义勇,等.海洋真菌及其活性代谢产物研究进展[J].氨基酸和生物资源,2004,26(4):1-3,64.
- [10] 马强,夏冬双,武志华,等.内蒙古西部地区土壤真菌的多样性分析[J].科学技术与工程,2020,20(35):14447-14454.
- [11] 贾美清,黄静,孟元,等.内蒙古荒漠草原土壤可培养真菌的群落结构和空间分布分析[J].草地学报,2017,25(2):315-321.
- [12] 谢科,余晓峰,郑海松,等.传统分离培养结合 PCR-DGGE 技术分析广式腊肠中优势菌[J].食品科学,2013,34(4):157-160.