

文章编号: 1003-8701(2008)01-0047-04

# 吉林省人参根际土壤真菌群落生态特征及区系分析

张睿<sup>1</sup>, 刘志恒<sup>1\*</sup>, 杨红<sup>1</sup>, 白晓穆<sup>1</sup>, 徐怀友<sup>2</sup>

(1.沈阳农业大学植物保护学院, 沈阳 110161; 2.吉林省扶松县参王植保公司, 吉林 白山 134500)

**摘要:** 针对吉林省主要人参产区延边朝鲜族自治州、白山市和通化市 3 个地区的 125 份人参根际土壤进行了土壤真菌分离、鉴定和区系分析。试验共分离鉴定土壤真菌 16 个属, 其中鉴定到种的有 12 个属。分析结果表明: 延边、白山市和通化市的真菌种类分布有所不同, 其群落生态特征有所差异。延边和白山市的群落组成结构相似, 两地的真菌种类多于通化市; 而通化市土壤中真菌种类分布均匀度高, 群落较稳定。分析认为这与 3 个地区的气候条件和其他生态影响因素有直接关系。

**关键词:** 人参; 土壤真菌; 群落生态特征; 区系分析

中图分类号: S567.5<sup>+</sup>1 S154.37

文献标识码: A

## Analysis of Ecological Characteristics and Classification of Fungi Community in Rhizosphere Soil of Ginseng in Jilin Province

ZHANG Rui, LIU Zhi-heng, Yang Hong, et al.

(College of Plant Protection, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

**Abstract:** Fungi in 125 soil samples collected from three main ginseng production areas in Jilin province were separated and identified in 2006. Sixteen genera are isolated and identified, but two genera are unidentified. It was discovered that there's difference between the region I, II and III for the fungus' species and distribution. And the ecological characteristics of the fungi were not completely consistent. Richness index of region and was high, but evenness degree index of region is high. That's because of the impact of climatic or other reasons.

**Key words:** Ginseng; Fungi in the rhizosphere soil; Ecological characteristic; Analysis and classification

人参为五加科(Araliaceae)人参属(Panax)多年生宿根草本植物, 是一种名贵中药和保健佳品, 一向备受人们的珍视, 广泛地应用于医药、食品、化妆品、烟酒等各个行业, 成为具有特殊作用的原材料。人参喜深山背阴的林荫湿润处习性, 依天然山林生存, 吉林省东部山区是主要的人参栽培地区。

虽然人参的营养价值颇高, 但由于人参生长期较长, 在整个生长过程中, 极易遭受病原生物的侵袭, 而发生多种病害。在我国, 人参生产上发生的病害有 20 余种, 其中发生普遍、危害严重的土传病害即有立枯病、猝倒病、炭疽病、疫病和菌核

病等多种。但目前对人参根际土壤的研究多集中在土壤污染和理化条件而对其中真菌的区系分析较少, 因此, 本试验采集吉林省人参根际土壤, 进行了土壤真菌群落生态特征及区系分析, 以期为人参土传病害的防治提供一定理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品采集

供试人参根际土壤样品采自吉林省东部山区主要人参产区延边朝鲜族自治州(简称延边州)、白山市和通化市。采集时间为 2006 年 3 月。采取 5 点取样法采集, 深度为 0~20 cm; 每点采集 500g 左右, 自封袋装好, 于冷藏柜内(4℃)保存, 分离备用。

### 1.2 供试培养基

试验采用孟加拉红、PDA 和查氏 3 种培养基。

### 1.3 真菌分离及鉴定

收稿日期: 2007-09-14

作者简介: 张睿(1981-), 女, 硕士, 从事有害生物分类及检测研究。

通讯作者: 刘志恒, 教授, lzhh1954@163.com

试验采取平板稀释法、土粒法和土壤平板法。

平板稀释法:称取土样 1 g,加入盛有 20 mL 无菌水的三角瓶中,震荡 30 s,使土样均匀分散,配制成土壤悬浮液。吸取土壤悬浮液 2~3 滴,滴于制备的平板培养基上,25 °C 恒温培养 5~7 d,检查鉴定。

土壤平板法:称取 0.001 5~0.015 g 土样置于培养皿中,分散、弄碎,然后将冷却至 45 °C 的培养基倒入皿中,旋转以使土粒分散,于 25 °C 恒温培养 5 d,计测菌落数量及特点,鉴定真菌类别。

土粒法:对于不产孢子的真菌,采用在选择培养基上接种土粒的方法分离计数。取少量土样加无菌水调成糊状,用圆头玻璃棒在平板上点样,25 °C 恒温培养 5~7 d,记录菌落数量及特点,鉴定真菌类别。

#### 1.4 真菌群落生态特征分析

本试验真菌群落生态特征的研究采用 3 种方法进行。

##### 1.4.1 相似性指数(Smilarity index)

用于比较两个地域或两个测定点的真菌区系。在生态学中最早由 Jaccard 于 1912 提出。该指数是在两个地区都很常见的物种数量与在两个地区都能发现的所有物种的数量的比值。常用公式:

Jaccard 指数:  $IS_j = c/a+b+c$ 。式中  $c$  是两个地区共同存在的物种数量,  $a$  是仅在  $a$  地区发现的物种数量,  $b$  是仅在  $b$  地区发现的物种数量。

Sorenson 指数:  $IS_s = 2c/a+b$ 。式中  $c$  是两个地区共同存在的物种数量,  $a$  和  $b$  分别是  $a$  地区(样品)和  $b$  地区(样品)中物种的数量。

Morisita-Horn 指数:  $C = 2 \frac{(a_ni * b_ni)}{(da+db) aN * bN}$ 。式中  $aN$  为样地  $A$  的物种数目;  $bN$  为样地  $B$  的物种数目;  $a_ni$  和  $b_ni$  为样地  $A$ 、 $B$  中第  $i$  种的个体数,  $da = a_ni^2/aN^2$ ,  $db = b_ni^2/bN^2$ 。

##### 1.4.2 丰富度指数(Richness index)

是对一个群落中实际物种数目的测量以表达生物的丰富程度。本试验选用 3 个常用的丰富度指数:

Margalef 指数:  $Dma = (S - 1)/lnN$

Menhinick 指数:  $Dme = S/N^{1/2}$

Shannon-Wiener 指数:  $SH = - \sum Pi ln Pi$ 。式中,  $S$  为物种数目;  $N$  为所有物种的个体数目;  $Pi$  为某物种出现的概率,  $Pi = ni/N$ 。

##### 1.4.3 均匀度指数(Even degree index)

指样方中各个种多度的均匀度,但其大小是通过样方所观察到的多样性指数与该样方的种个体数相同时的最大指数值的比值来度量的。种的均匀度通常被定义为观察多样性与最高多样性的比率。据此,度量均匀度的计算公式为(以 Shannon-Wiener 指数为基础)。本试验选用两种均匀度指数:

Pielou 指数 1:  $Jsw = (- \sum Pi \times ln Pi) / ln S$

Pielou 指数 2:  $Jsi = (1 - \sum Pi^2) / (1 - 1/S)$

式中,  $S$  为物种数目;  $N$  为所有物种的个体数目;  $Pi$  为某物种出现的概率,  $Pi = ni/N$ 。

#### 1.5 人参根际土壤真菌区系分析

区系分析包括了人参土壤真菌种类组成、分布频率以及优势种类分析。分布频率又包括绝对频率和相对频率。其计算公式为:

绝对频率 (%) = (有某真菌发生的各样品数 / 采集样品总数) × 100

相对频率 (%) = (有某真菌发生的各样品数 / 有真菌发生的总样品数) × 100

## 2 结果与分析

### 2.1 人参根际土壤中真菌的种类鉴定

表 1 不同地区人参根际土壤真菌类群

真菌种类(属)	地 区					
	延边州		白山市		通化市	
	数量(个)	%	数量(个)	%	数量(个)	%
青霉属(Penicillium)	55	34.81	31	26.27	17	18.89
曲霉属(Aspergillus)	33	20.89	14	11.86	6	6.67
木霉属(Trichoderma)	15	9.49	14	11.86	11	12.22
毛霉属(Mucor)	7	4.43	8	6.78	8	8.89
丝核菌属(Rhizoctonia)	13	8.23	14	11.86	15	16.67
镰刀属(Fusarium)	6	3.80	2	1.69	10	11.11
链格孢属(Alternaria)	0	0	2	1.69	3	3.33
腐质霉属(Humicola)	6	3.80	9	7.63	1	1.11
小核菌属(Sclerotium)	13	8.23	14	11.86	8	8.89
轮枝菌属(Verticillium)	2	1.27	2	1.69	5	5.56
葡萄孢属(Botrytis)	4	2.53	0	0	4	4.44
根足霉属(Rhizopus)	1	0.63	2	1.69	1	1.11
毛壳属(Chaetomium)	1	0.63	3	2.54	0	0
葡萄穗属(Stachbotrys)	1	0.63	1	0.85	0	0
卷霉属(Circinella)	0	0	1	0.85	0	0
未鉴定(Unidentified)	1	0.63	1	0.85	1	1.11
合 计	158	100	118	100	90	100

通过对所采人参根际土壤真菌的分离和鉴定,共分离鉴定出真菌 16 个属。其中,已鉴定到种的有 12 个属;尚未鉴定到种的还有 4 个属,即青霉属(*Penicillium*)、曲霉属(*Aspergillus*)、镰刀菌属(*Fusarium*)和木霉属(*Trichoderma*)。在分离鉴定出的 16 属真菌中,青霉属(*Penicillium*)、曲霉属(*Aspergillus*)和木霉属(*Trichoderma*)为土壤中的优势类群(表 1)。

## 2.2 人参根际真菌区系分析

对吉林省 3 个地区的分离鉴定结果表明:3 个地区真菌种类组成有所差异,主要优势种类也有不同,其中优势种类青霉属的百分比为延边州 > 白山市 > 通化市;次优势种类:在延边州为木霉属(*Trichoderma*),在白山市为曲霉属(*Aspergillus*)、木霉属(*Trichoderma*)、丝核菌属(*Rhizoctonia*)和小核菌属(*Sclerotium*),在通化市为木霉属(*Trichoderma*),见表 1。

从表 2 可以看出,区系中各类真菌出现的频率有明显差异。其中,青霉属(*Penicillium*)出现的频率最高,达到 81.82%,在所收集的 44 份样本中出现了 36 次;其次是曲霉属(*Aspergillus*),出现了 26 次,绝对频率为 59.09%;再次为木霉属(*Trichoderma*)和小核菌属(*Sclerotium*),出现次数均为 15 次,绝对频率为 34.09%;根足霉属(*Rhizopus*)、毛壳

属(*Chaetomium*)和葡萄穗属(*Stachbotrys*)分布频率较低,仅为 2.27%。

表 2 延边州 44 份人参根际土壤样品中真菌出现频率

真菌种类(属)	有真菌发生的样品数(个)	绝对频率(%)	相对频率(%)
青霉属( <i>Penicillium</i> )	36	81.82	27.07
曲霉属( <i>Aspergillus</i> )	26	59.09	19.55
木霉属( <i>Trichoderma</i> )	15	34.09	11.28
毛霉属( <i>Mucor</i> )	7	15.91	5.26
丝核菌属( <i>Rhizoctonia</i> )	13	29.55	9.77
镰刀菌属( <i>Fusarium</i> )	6	13.64	4.51
链格孢属( <i>Alternaria</i> )	0	0	0
腐质霉属( <i>Humicola</i> )	6	13.64	4.51
小核菌属( <i>Sclerotium</i> )	15	34.09	11.28
轮枝菌属( <i>Verticillium</i> )	2	4.55	1.50
葡萄孢属( <i>Botrytis</i> )	4	9.09	3.01
根足霉属( <i>Rhizopus</i> )	1	2.27	0.75
毛壳属( <i>Chaetomium</i> )	1	2.27	0.75
葡萄穗属( <i>Stachbotrys</i> )	1	2.27	0.75
卷霉属( <i>Circinella</i> )	0	0	0

## 2.3 真菌群落生态特征分析

### 2.3.1 真菌群落相似性测算

不同地区或两个检测点的真菌区系不同,体现了真菌所生存的微生境性质的不同。本文运用 3 个群落相似性指数,分析比较了不同地区真菌群落的相似特性。结果表明,延边州和白山市相似程度偏大,延边州和通化市以及白山市和通化市的相似性均较小。说明通化市与其他两个地区的差异性较大。结果见表 3。

表 3 不同地区人参根际土壤真菌群落相似性比较

地区	延边州			白山市			通化市		
	I <sub>sj</sub>	I <sub>ss</sub>	C	I <sub>sj</sub>	I <sub>ss</sub>	C	I <sub>sj</sub>	I <sub>ss</sub>	C
延边州	1.000	1.000	1.000	0.813	0.965	0.818	0.786	0.879	0.671
白山市				1.000	1.000	1.000	0.733	0.846	0.868
通化市							1.000	1.000	1.000

### 2.3.2 丰富度测算

测定结果表明,白山市土壤中真菌丰富度大,表明白山市中真菌的种类较延边州和通化市多,其次为通化市。结果见(表 4)。

表 4 不同地区人参根际土壤真菌群落丰富度指数

丰富度指数	地区		
	延边州	白山市	通化市
D <sub>ma</sub>	2.370	2.725	2.222
D <sub>me</sub>	1.034	1.289	1.159
S <sub>H</sub>	0.082	0.119	0.112

### 2.3.3 均匀度测算

表 5 不同地区人参根际土壤真菌群落均匀度指数

均匀度指数	地区		
	延边州	白山市	通化市
J <sub>sw</sub>	0.750 5	0.772 7	0.900 8
J <sub>si</sub>	0.874 2	0.928 6	0.931 7

结果表明,通化市土壤中真菌均匀度最大,说

明该地区真菌种类分布平均,优势种类和非优势种类出现频率的比例比延边州和白山市小,表明优势种类和非优势种类界限不明显。结果见表 5。

## 3 结论与讨论

### 3.1 人参根际土壤真菌区系

群落组成是确定群落性质最重要的因素,是鉴别不同群落类型的基本特征。试验供试 3 个地区的土壤中,延边州和白山市的主要优势种类均为青霉属(*Penicillium*)、曲霉属(*Aspergillus*)和木霉属(*Trichoderma* s),通化市的优势种类为青霉属(*Penicillium*)、曲霉属(*Aspergillus*)和丝核菌属(*Rhizoctonia*)。优势种类因其数量较大,对群落的结构和群落环境的形成有明显的控制作用,因此,人参根际土壤真菌的优势种类对人参生长有一定的影响。真菌的优势种类,反映了真菌的生物学特

性以及真菌与寄主植物,其他生态因素的相互关系。另外,由于采样方法、分离和培养方法等都会对土壤真菌多样性的分析产生一定的影响。虽然已基本上明确了人参根际土壤真菌的种类和数量,但欲想完全明确显示其土壤真菌多样性,尚待深入研究。

应用不同方法分别分离土壤真菌表明,平板稀释法是一种产孢真菌的分离方法,应用此法分离到的真菌几乎全部为丝孢纲真菌,难以真实反映土壤真菌的生存状态与种群分布。土壤平板法是直接将土粒加到培养皿上形成真菌菌落的一种方法,它能长出较广泛的菌谱,但不便于计数。土粒法分离只能得到不同土壤之间同类真菌数量的比较粗略的数据。因此,3种方法结合可弥补单一方法的不足,较大程度地分离出土壤中存在的真菌区系。

### 3.2 人参根际土壤真菌群落生态特征

不同种类的真菌组成的混合群体能够组成一个群落。多个自然群体间存在一些相互联系形成了真菌群落的结构。由于环境的差异和真菌生长发育时期的不同,真菌类群在时间和空间上形成的群落结构就不同。群落多样性体现了组成群落种类数量分布状况的群落特征性,是群落组织水平的一个独特的可测定性特征。因此,研究真菌群落的多样性很有实际意义。

研究结果表明,人参根际土壤真菌,由于不同

生境因子的影响,使土壤真菌在其生活环境中形成独特的群落种类、组成和分布规律,因此各区系真菌群落生态特征存在一定差异。其中延边州和白山市的群落相似程度较高;通化市真菌类别分布均匀,群落稳定性优于其他两个地区。原因在于延边州和白山市地处吉林省东部山区及半山区的原始森林生态区和次生植被生态区,气候湿润多雨,四季温差小;而通化市处于吉林中部松辽平原生态区,其气候为半湿润半干旱地区,四季温差较大。因此,延边州和白山市的真菌群落结构组成相似性大,与通化市的真菌群落结构组成有所差异。另外,丰富度指数受季节变化的影响较大,一般冬夏两季小,春秋两季大。所以,延边州和白山市的丰富度指数要比通化市大。而均匀度指数受季节变化的影响比较小,而受其他条件影响较大,由此可能导致通化市土壤真菌的分布相对均匀稳定。

#### 参考文献:

- [1] 黄瑞贤,孙春华.老参地再利用势在必行[J].人参研究,2000,12(3):4-6.
- [2] 梁晨,吕国忠.土壤真菌分离和计数方法的探讨[J].沈阳农业大学学报,2000,31(5):515-518.
- [3] 冯健,张健.巨桉人工林地土壤微生物类群的生态分布规律[J].应用生态学报,2005,16(8).
- [4] 马克平.生物群落多样性的测度方法——多样性的测度方法(上)[J].生物多样性.1994,2(3):162-168.
- [5] 马克平.生物群落多样性的测度方法——多样性的测度方法(下)[J].生物多样性.1994,2(4):231-239.

\*\*\*\*\*

## 欢迎订阅2008年《吉林农业科学》

《吉林农业科学》是吉林省农科院主办的农业综合性科学技术刊物。本刊融学术性、技术性、信息性和知识性于一体,是理论与实践相结合、普及与提高并重的刊物。旨在报道最新农业科研成果、研究进展和科技动态,传播农业科学知识,推广农业新品种和新技术,介绍农业生产新经验等。辟有作物育种栽培、生物技术、土壤肥料、植物保护、畜牧兽医、园艺果树、种子简介、国外农业、实用技术和广告信息等栏目。本刊是中国科技核心期刊和中国科技论文统计源期刊。经新闻出版总署、国务院新闻办审核备案,《吉林农业科学》定为中国期刊全文数据库全文收录期刊;2004年被中国科学技术信息研究所收录为《中国核心期刊(遴选)数据库》;经新闻出版总署批准,由科技西南信息中心确定本刊为中文科技文献检索权威工具之一。目前《吉林农业科学》还是中国科学引文数据库来源期刊、中国学术期刊综合评价数据库(CAJCED)统计源期刊,2004年获全国优秀农业期刊奖,2006年获第五届全国农业期刊金犁奖学术类二等奖。是国家职称评定认定学术期刊。面向全国公开发行人,主要读者对象是广大农民朋友、农业科研人员、农业技术推广人员、农业生产管理者和农业院校师生。

《吉林农业科学》为双月刊,逢双月25日出版,刊号:ISSN1003-8701 CN22-1102/S 大16开64页,每期定价4.00元,全年24.00元。邮发代号:12-71,全国各地邮局(所)均可订阅,漏订者亦可随时向本刊编辑部订阅,不另收邮费。

电话:0431-87063151 E-mail:jlnyxx@cjaas.com

通讯地址:吉林省长春市彩宇大街1363号《吉林农业科学》编辑部 邮政编码:130033