

文章编号: 1000-5692(2006)06-0629-07

内蒙古地区杨树内生真菌多样性调查

白红霞, 袁秀英

(内蒙古农业大学 林学院 内蒙古 呼和浩特 010019)

摘要: 2004—2005 年, 先后从呼和浩特地区及达拉特旗、四子王旗、萨拉齐采集健康杨树 *Populus* spp. 的叶、枝(包括枝皮和木质部)和干皮, 从中分离获得内生真菌 351 株(其中 23 株未产生孢子), 经显微形态观察分类鉴定为 7 目 8 科 29 属。结果表明: 杨树不同部位内生真菌在数量、种群分布和优势种群方面都存在着一定的差异; 不同年龄段杨树内生真菌的种类和数量发生规律性变化; 不同地理分布区杨树内生真菌的数量和种群组成存在差异, 但又呈现一定的规律性。表 4 参 14

关键词: 森林保护学; 杨树; 内生真菌; 分离; 鉴定; 生物多样性

中图分类号: S763.15; Q939

文献标识码: A

内生真菌(endophytes)是生活在健康植物根、茎、叶等器官组织内部的真菌, 普遍存在于目前研究过的各种陆生和水生植物中, 具有丰富的生物多样性^[1~11]。内生真菌因其独特的生活环境, 与宿主植物的关系极为密切: 一方面植物为内生真菌提供光合产物和矿物质; 另一方面内生真菌的代谢产物能刺激植物的生长发育, 提高宿主植物对生物胁迫和非生物胁迫的抵抗能力。由于内生真菌具有在植物体内独立自主分裂繁殖和传递的特性, 使之有可能成为生物防治中有潜力的微生物农药和增产菌, 因此, 分离并利用植物内生真菌来控制植物病虫害保护植物的研究日益增多。杨树 *Populus* spp. 是我国北方地区用材林、防护林和四旁绿化的主要树种。由于它们生长快, 适应性强, 易繁殖, 材质好, 用途广^[12], 所以在北方大面积种植。特别是在内蒙古地区, 杨树栽培品种多样, 资源十分丰富, 具有举足轻重的地位。目前, 已在许多种植物上研究过内生真菌, 包括一些药用植物、农作物和草类等, 但很少有杨树内生真菌分离、鉴定及种群多样性的研究报道。现将内蒙古地区杨树内生真菌分离、分类鉴定及种群多样性的研究报道如下。

1 材料与方 法

1.1 材料

分离所用材料为杨树的干皮、叶和枝, 于 2004—2005 年 9 月采自呼和浩特地区及达拉特旗、四子王旗和萨拉齐等地, 树体健壮, 无病虫害。

1.2 培养基

PDA 培养基(马铃薯+葡萄糖+琼脂)+青霉素(48 mg·L⁻¹, 用于分离)。

收稿日期: 2006-04-26; 修回日期: 2006-07-16

基金项目: 内蒙古自治区自然科学基金资助项目(200308020305)

作者简介: 白红霞, 蒙古族, 硕士研究生, 从事森林病害等研究。通信作者: 袁秀英, 教授, 从事森林病害等研究。E-mail: a4301433@public.hh.hn.cn

1.3 分离方法

1.3.1 样品消毒处理 取健康杨树的干皮、枝和叶，自来水冲洗干净，晾干，用下述方法表面消毒：2 g·L⁻¹ 升汞漂洗(10~30 s)→无菌水冲洗→体积分数为 75%乙醇漂洗(10~60 s)→无菌水冲洗。

1.3.2 分离培养 上述杨树样品经处理完毕，在无菌状态下取杨树干皮、枝(包括枝皮和木质部)和叶不同部位，切成 0.2 cm×0.2 cm 长段(片)放置于培养基上，25 ℃条件下静止培养。培养 5~10 d 后，培养基中有菌落形成，挑取植物组织周围的菌落转接入 PDA 斜面中，经纯化后即得内生真菌^[5]。

1.4 分类鉴定

从纯化培养数日的菌落上挑取菌丝并连同分生孢子制成玻片，置于光学显微镜下观察菌丝、孢子梗和孢子的形态以及孢子与营养体间的着生关系，对照有关资料确定真菌的分类学地位^[11~14]。

2 结果与分析

2.1 杨树内生真菌的分离

植物内生真菌的研究，其分离手段的可靠性极为重要。在研究过程中，对于采集的杨树样本，应选择没有腐烂发霉及病害的健康杨树，在最短时间内进行分离样品处理，确保植物内生真菌的生存活力及其条件无显著变化。在此基础条件下，采用体积分数为 75%乙醇与 2 g·L⁻¹ 升汞对分离材料表面进行有效杀菌处理后，无菌水冲洗。对冲洗后的无菌水进行涂板培养，如在 3~4 d 内没有菌落产生，则认为该材料消毒彻底，基本可排除外界环境微生物污染的可能性。其次，在植物内生真菌分离用培养基内，加入青霉素可有效地抑制细菌的污染，加之单一菌落挑取培养方法，可以较大限度地排除杨树表面和来自外界周围环境中其他微生物种类的干扰，促使植物活体组织内部的丝状真菌得到有效分离^[5,8]。通过杨树内生真菌的分离和鉴定，共得到 351 个不同的真菌菌株，结果汇总于表 1。从表 1 中可以看出，从杨树中分离出的 351 株(其中 23 株未产生孢子)内生真菌属于 7 目 8 科 29 属。

2.2 杨树不同部位内生真菌的种类和数量变化

从表 2 分布上来看，曲霉属 *Aspergillus*，青霉属 *Penicillium*，单端孢属 *Trichothecium*，链格孢属

表 1 杨树内生真菌种群组成

Table 1 Composition of endophytic fungi in *Populus*

目	科	编号	属	菌株数	所占比例/%
丛梗孢目 Moniliales	丛梗孢科 Monliaceae	1	曲霉属 <i>Aspergillus</i>	73	20.8
		2	青霉属 <i>Penicillium</i>	61	17.4
		3	单端孢属 <i>Trichothecium</i>	32	9.1
		4	木霉属 <i>Trichodema</i>	6	1.7
		5	轮枝孢属 <i>Verticillium</i>	5	1.4
		6	葡萄孢属 <i>Botrytis</i>	3	0.9
		7	枝顶孢霉属 <i>Acremonium</i>	1	0.3
		8	汉斯霉属 <i>Hansfordia</i>	1	0.3
		9	链格孢属 <i>Alternaria</i>	50	14.2
		10	枝孢属 <i>Cladosporium</i>	10	2.8
		11	根串珠属 <i>Thielaviopsis</i>	3	0.9
		12	小叶点孢属 <i>Stigmella</i>	1	0.3
		13	枝链孢属 <i>Dendryphon</i>	1	0.3
		14	黑星孢属 <i>Fusicladium</i>	1	0.3
		15	层座霉属 <i>Hymenella</i>	1	0.3
束梗孢目 Stilbellales	束梗孢科 Sti bellaceae	16	粘束孢属 <i>Graphium</i>	1	0.3
瘤座孢目 Tuberculariales	瘤座孢科 Tuberculariaceae	17	镰孢属 <i>Fusarium</i>	2	0.6
球壳孢目 Sphaeropsidales	球壳孢科 Sphaeropsidaeeae	18	茎点霉属 <i>Phoma</i>	37	10.5
		19	叶点霉属 <i>Phyllostida</i>	8	2.3
		20	大茎点菌属 <i>Macrophoma</i>	2	0.6

续表 1

目	科	编号	属	菌株数	所占比例/ %
黑盘孢目	黑盘孢科	21	壳囊孢属 <i>Cytospora</i>	20	5. 7
		22	壳梭孢属 <i>Fusicocum</i>	1	0. 3
		23	小壳囊孢属 <i>Cytosporella</i>	1	0. 3
		24	派伦霉属 <i>Peyronellaea</i>	1	0. 3
		25	棘壳孢属 <i>Pyrenochaeta</i>	1	0. 3
		26	射盾孢属 <i>Actinopelte</i>	1	0. 3
		27	双孢霉属 <i>Didymosporium</i>	1	0. 3
Melanconiales	Melanconiaceae				
毛霉目	毛霉科	28	根霉属 <i>Rhizopus</i>	2	0. 6
Mucorales	Mucoraceae				
球壳孢目	黑孢壳科	29	毛壳菌属 <i>Chaetomium</i>	1	0. 3
Sphaeriales	Melanosporaceae				
	黑色菌丝无孢类			23	6. 6

表 2 杨树不同部位内生真菌数量和种类分布

Table 2 Endophytic fungi in different parts of *Populus*

属名	枝的木质部		枝皮		干皮		叶	
	菌株	比例/ %	菌株	比例/ %	菌株	比例/ %	菌株	比例/ %
曲霉属 <i>Aspergillus</i>	17	21. 0	23	24. 2	17	19. 8	16	18. 0
青霉属 <i>Penicillium</i>	17	21. 0	18	18. 9	10	11. 6	16	18. 0
单端孢属 <i>Trichothecium</i>	8	10. 0	6	6. 3	9	10. 5	9	10. 1
木霉属 <i>Trichoderma</i>	1	1. 2	2	2. 1	3	3. 5	—	—
轮枝孢属 <i>Verticillium</i>	2	2. 5	1	1. 1	2	2. 3	—	—
葡萄孢属 <i>Botrytis</i>	—	—	—	—	2	2. 3	1	1. 1
枝顶孢霉属 <i>Acremonium</i>	1	1. 2	—	—	—	—	—	—
汉斯霉属 <i>Hansfordia</i>	—	—	—	—	1	1. 2	—	—
链格孢属 <i>Alternaria</i>	5	6. 2	10	10. 5	9	10. 5	26	29. 2
枝孢属 <i>Cladosporium</i>	4	4. 9	3	3. 2	1	1. 2	2	2. 2
根串珠属 <i>Thielaviopsis</i>	—	—	1	1. 1	1	1. 2	1	1. 1
小叶点孢属 <i>Stigmella</i>	—	—	1	1. 1	—	—	—	—
枝链孢属 <i>Dendryphion</i>	—	—	—	—	1	1. 2	—	—
黑星孢属 <i>Fusicladium</i>	1	1. 2	—	—	—	—	—	—
层座霉属 <i>Hymenella</i>	1	1. 2	—	—	—	—	—	—
粘束孢属 <i>Graphium</i>	—	—	1	1. 1	—	—	—	—
镰孢属 <i>Fusarium</i>	—	—	—	—	2	2. 3	—	—
茎点霉属 <i>Phoma</i>	8	10. 0	15	15. 8	14	16. 3	—	—
叶点霉属 <i>Phyllosticta</i>	—	—	—	—	—	—	8	9. 0
大茎点菌属 <i>Macrophoma</i>	1	1. 2	—	—	1	1. 2	—	—
壳囊孢属 <i>cytospora</i>	6	7. 4	8	8. 4	6	7. 0	—	—
壳梭孢属 <i>Fusicocum</i>	—	—	1	1. 1	—	—	—	—
小壳囊孢属 <i>Cytosporella</i>	1	1. 2	—	—	—	—	—	—
派伦霉属 <i>Peyronellaea</i>	—	—	—	—	1	1. 2	—	—
棘壳孢属 <i>Pyrenochaeta</i>	—	—	1	1. 1	—	—	—	—
射盾孢属 <i>Actinopelte</i>	—	—	—	—	—	—	1	1. 1
双孢霉属 <i>Didymosporium</i>	—	—	—	—	1	1. 2	—	—
根霉属 <i>Rhizopus</i>	—	—	1	1. 1	—	—	1	1. 1
毛壳菌属 <i>Chaetomium</i>	—	—	—	—	1	1. 2	—	—
黑色菌丝无孢类	8	9. 9	3	3. 2	4	4. 7	8	9. 0
合计	81	100. 2	95	100. 1	86	100. 4	89	99. 9

说明：“—”表示未分离到该属真菌。

Alternaria 和枝孢属*Cladosporium* 这 5 个属的真菌无论在杨树的什么部位都有分布,说明这 5 个属是杨树的稳定内生真菌。叶部分布 89 株内生真菌,分属 10 个属;干皮分布 86 株内生真菌,分属 18 个属;枝皮分布 95 株内生真菌,分属 15 个属;枝的木质部分布 81 株内生真菌,分属 14 个属。由此可见,

杨树干皮、枝(包括枝皮和木质部)和叶几个部位内生真菌在数量、种群分布和优势种群方面都存在着一定的差异。这可能与真菌的传播和侵入有关,真菌通过空气和雨水传播,易侵入而定居在杨树的皮部;木质部位于中心部位感染新的真菌相对受限;而杨树的叶部每年都会脱落,新长的叶片就带有一定量内生真菌,又有来自于木质部、外界环境和皮上的真菌向其扩展,但由于叶片只生长几个月,所以分离到的菌株数虽然多但是种类较少。同时内生真菌具有一定的组织专一性,杨树不同部位的微环境如通气状况、酶和其他化学成分以及基质的不同而适合不同的内生真菌类群侵入和生长^[7,8]。

2 3 不同年龄段杨树内生真菌的数量和种群组成

从表 3 可以看出,随着年龄的变化杨树内生真菌中除了曲霉属保持优势外,其他属此消彼长地交替成为优势属。此外,不同年龄段杨树内生真菌的种类和数量发生规律性变化:在杨树生长代谢达到最旺盛期以前,内生真菌的种类和数量随年龄增加而增加,旺盛期后,其种类和数量开始减少,可一进入生长衰退期又开始增加。总之,随着年龄的变化杨树的内生真菌类群也经历着动态变化过程。

表 3 不同年龄段杨树内生真菌的数量和种群组成

Table 3 Number and composition of endophytic fungi in different ages of *Populus*

属 名	1~5 年生 6 株		5~10 年生 7 株		10~20 年生 9 株		20~30 年生 4 株		30~40 年生 2 株	
	菌株	比例/%	菌株	比例/%	菌株	比例/%	菌株	比例/%	菌株	比例/%
曲霉属 <i>Aspergillus</i>	11	20.0	23	20.9	22	17.7	12	32.4	5	20.0
青霉属 <i>Penicillium</i>	10	18.2	22	20.0	21	16.9	3	8.1	5	20.0
单端孢属 <i>Trichothecium</i>	5	9.1	9	8.2	10	8.1	5	13.5	3	12.0
木霉属 <i>Trichoderma</i>	1	1.8	3	2.7	—	—	1	2.7	1	4.0
轮枝孢属 <i>Vorticillium</i>	1	1.8	2	1.8	1	0.8	1	2.7	—	—
葡萄孢属 <i>Botrytis</i>	1	1.8	1	0.9	1	0.8	—	—	—	—
枝顶孢霉属 <i>Aremonium</i>	—	—	—	—	1	0.8	—	—	—	—
汉斯霉属 <i>Hansfordia</i>	—	—	—	—	1	0.8	—	—	—	—
链格孢属 <i>Alternaria</i>	11	20.0	17	15.5	16	12.9	4	10.8	2	8.0
枝孢属 <i>Cladosporium</i>	1	1.8	1	0.9	6	4.8	—	—	2	8.0
根串珠属 <i>Thielaviopsis</i>	—	—	1	0.9	1	0.8	1	2.7	—	—
小叶点孢属 <i>Stigmella</i>	—	—	1	0.9	—	—	—	—	—	—
枝链孢属 <i>Dendryphon</i>	—	—	1	0.9	—	—	—	—	—	—
黑星孢属 <i>Fusicladium</i>	1	1.8	—	—	—	—	—	—	—	—
层座霉属 <i>Hymenella</i>	—	—	—	—	1	0.8	—	—	—	—
粘束孢属 <i>Graphium</i>	—	—	1	0.9	—	—	—	—	—	—
镰孢属 <i>Fusarium</i>	1	1.8	—	—	1	0.8	—	—	—	—
茎点霉属 <i>Phoma</i>	5	9.1	9	8.2	22	17.7	—	—	1	4.0
叶点霉属 <i>Phyllosticta</i>	2	3.6	2	1.8	1	0.8	3	8.1	—	—
大茎点菌属 <i>Macrophoma</i>	—	—	—	—	2	1.6	—	—	—	—
壳囊孢属 <i>Gytospora</i>	2	3.6	6	5.5	7	5.6	2	5.4	3	12.0
壳梭孢属 <i>Fusicocum</i>	—	—	1	0.9	—	—	—	—	—	—
小壳囊孢属 <i>Gytosporella</i>	—	—	—	—	1	0.8	—	—	—	—
派伦霉属 <i>Peyronellaea</i>	—	—	1	0.9	—	—	—	—	—	—
棘壳孢属 <i>Pyrenochaeta</i>	—	—	—	—	1	0.8	—	—	—	—
射盾孢属 <i>Actinopelte</i>	—	—	—	—	1	0.8	—	—	—	—
双孢霉属 <i>Didymosporium</i>	—	—	—	—	1	0.8	—	—	—	—
根霉属 <i>Rhizopus</i>	—	—	1	0.9	—	—	—	—	1	4.0
毛壳菌属 <i>Chaetomium</i>	—	—	—	—	1	0.8	—	—	—	—
黑色菌丝无孢类	3	5.5	8	7.3	5	4.0	5	13.5	2	8.0
合计	55	99.9	110	100	124	99.7	37	99.9	25	100

说明:“—”表示未分离到该属真菌。

2 4 不同分布区杨树内生真菌的数量和种群组成

采集地达拉特旗位于库布其沙漠东北部,干旱,风大沙多,四季温差大,日照充足,采集杨树 3 株,古路板林场及榆林镇位于呼和浩特市以东,地处大青山阳坡,采集杨树 5 株,四子王旗位于呼和

浩特市以北，内蒙古高原南沿，荒漠化草原地带，干旱，少雨，风大，植被稀疏，采集杨树 7 株；武川县位于呼和浩特市以北，地处大青山北坡，内蒙古高原南沿，高寒干旱少雨，采集杨树 4 株；萨拉齐位于包头市东部土默川平原地区，属山前冲击平原，典型大陆性半干旱季风气候，采集杨树 2 株；和林格尔县位于呼和浩特市南部，全县 80%是丘陵山区，采集杨树 6 株；呼和浩特市市区位于土默川平原，城市环境，采集杨树 1 株。从表 4 可以看出，不同地理分布区杨树内生真菌的数量和种群组成存在差异，但又呈现一定的规律性，即气候条件、生境相似度大的 2 个地区，内生真菌的数量和种群组成的相似度也大。例如：榆林镇、古路板林场和武川都属于阴山山脉，从阴山山脉往北进入四子王旗的草原地区，这几个地区的生境条件相似，分离的内生真菌数量和种群组成也与其他地区接近；响沙湾位于库布齐沙漠东北部，属于沙漠气候，与其他地区的气候环境相差最大，内生真菌的数量和种群组成与其他各地的差异也最大。可见，内生真菌的组成与分布区气候条件和生境有很大的关系。

表 4 不同分布区杨树内生真菌的数量和种群组成
Table 4 Number and composition of endophytic fungi of *Populus* in different areas

属名	响沙湾		古路板林场·榆林镇		四子王旗		武川县		萨拉齐		和林格尔县		呼和浩特市内	
	菌株数	比例/%	菌株数	比例/%	菌株数	比例/%	菌株数	比例/%	菌株数	比例/%	菌株数	比例/%	菌株数	比例/%
曲霉属	4	8.5	22	32.4	17	17.3	13	27.7	4	16.7	9	15.3	4	50.0
青霉属	3	6.4	18	26.5	15	15.3	9	19.1	7	29.2	7	11.9	2	25.0
单端孢属	13	27.7	—	—	10	10.2	1	2.1	—	—	7	11.9	1	12.5
木霉属	—	—	2	2.9	—	—	—	—	1	4.2	3	5.1	—	—
轮枝孢属	—	—	—	—	2	2.0	1	2.1	—	—	2	3.4	—	—
葡萄孢属	—	—	—	—	2	2.0	1	2.1	—	—	—	—	—	—
枝顶孢霉属	1	2.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
汉斯霉属	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4.2	—	—	—	—
链格孢属	11	23.4	6	8.8	14	14.3	4	8.5	1	4.2	14	23.7	—	—
枝孢属	1	2.1	—	—	2	2.0	1	2.1	5	20.8	1	1.7	—	—
根串珠属	—	—	—	—	1	1.0	1	2.1	—	—	1	1.7	—	—
小叶点孢属	—	—	—	—	1	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—
枝链孢属	—	—	—	—	1	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—
黑星孢属	—	—	—	—	1	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—
层座霉属	1	2.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
粘束孢属	—	—	—	—	1	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—
镰孢属	1	2.1	—	—	1	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—
茎点霉属	4	8.5	11	16.2	12	12.2	7	14.9	2	8.3	1	1.7	—	—
叶点霉属	—	—	—	—	3	3.1	3	6.4	—	—	2	3.4	—	—
大茎点菌属	—	—	—	—	—	—	1	2.1	1	4.2	—	—	—	—
壳囊孢属	2	4.3	8	11.8	5	5.1	1	2.1	1	4.2	3	5.1	—	—
壳梭孢属	—	—	—	—	1	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—
小壳囊孢属	—	—	1	1.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
派伦霉属	—	—	—	—	1	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—
棘壳孢属	—	—	—	—	—	—	1	2.1	—	—	—	—	—	—
射盾孢属	1	2.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
双孢霉属	—	—	—	—	—	—	1	2.1	—	—	—	—	—	—
根霉属	—	—	—	—	2	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—
毛壳菌属	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4.2	—	—	—	—
黑色菌丝无孢类	5	10.6	—	—	6	6.1	2	4.3	—	—	9	15.3	1	12.5
合计	47	99.9	68	100.1	98	99.6	47	99.8	24	100.2	59	100.2	8	100

说明：“—”表示未分离到该属真菌。

3 讨论

从杨树中共分离到 351 个内生真菌菌株(其中 23 株未产生孢子)分属于 7 目 8 科 29 属。在杨树的

不同部位所分离到的内生真菌中都有各部位独有的属，说明杨树内生真菌对宿主具有一定的组织专一性。从杨树不同部位分离获得的内生真菌在数量、分布和种群上存在差异，说明杨树内生真菌的数量和种群多样性特点。对杨树不同年龄段内生真菌的分离结果来看，随着年龄的变化杨树的内生真菌类群也发生着一个动态变化的过程。采集地区不同杨树的内生真菌类群也不同，但是环境条件相近的地方其内生真菌类群相似度会比较大，可见内生真菌的组成与分布区有很大的关系。

内生真菌在植物体内普遍存在，其种类和数量受很多因素的影响。此次通过分离、鉴定和分析发现，内生真菌类群与树木的生长年龄、所处环境和分离部位有一定的关系。此次研究采样数量和采样的地点有限，且受当地实际情况的限制，随着采样数量和采样范围的增大，内生真菌的种类和数量还会增多，规律会甲明显。

作者采用严格的表面消毒，确保所分离到的真菌为杨树内生真菌，但从所分离到的丝状真菌中依然可见到引起植物病害的病原菌或寄生菌的存在。根据 Petriini (1991)提出的内生菌定义(内生菌是指那些在其生活史中的某一段时期生活在植物组织内，对植物组织没有引起明显病害症状的真菌，包括那些在其生活史中的某一阶段营表生的腐生菌，对宿主暂时没有伤害的潜伏性病原菌和菌根菌^[1]，作者认为这些菌是可以作为内生真菌的范畴来研究的。

参考文献:

[1] 郭良栋. 内生真菌研究进展[J]. 菌物系统, 2001, 20 (1): 148— 152.

[2] 蒋继宏, 陈凤美, 曹小迎, 等. 银杏内生镰刀菌 GI024 生物学特性[J]. 浙江林学院学报, 2004, 21 (3): 299— 302.

[3] 任安芝, 高玉葆. 植物内生真菌——一类应前景广阔的资源微生物[J]. 微生物学通报, 2001, 28 (6): 90— 93.

[4] 宋子红, 丁立孝, 马伯军, 等. 花生内生菌的种群及动态分析[J]. 植物保护学报, 1999, 26 (4): 309— 313.

[5] 尹建雯, 陈有为, 杨丽源, 等. 芦荟植物内生真菌的研究: 内生真菌的分离及鉴定[J]. 微生物学杂志, 2004, 24 (1): 25— 27.

[6] 高建社, 刘玉媛, 符毓秦, 等. 不同种源青杨幼树的生长特性[J]. 浙江林学院学报, 2004, 21 (1): 115— 118.

[7] 鼓小伟, 杨丽源, 周斌, 等. 植物黄花夹竹桃内生真菌多样性研究[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2003, 25 (增刊): 28— 31.

[8] 张立新, 刘慧平, 韩巨才, 等. 番茄内生真菌的分离和拮抗生防菌的筛选[J]. 山西农业大学学报, 2005, 25 (1): 30— 33.

[9] 陈立军, 孙广宇, 张荣, 等. 油菜内生真菌的分离鉴定[J]. 石河子大学学报: 自然科学版, 2004, 22 (增刊): 66 — 68.

[10] 苏印泉, 孙奎, 马养民, 等. 无花果内生真菌的分离及其鉴定[J]. 西北植物学报, 2004, 24 (7): 1 281— 1 285.

[11] 魏景超. 真菌鉴定手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1982: 129— 649.

[12] 邵力平, 沈瑞祥, 张素轩, 等. 真菌分类学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1984: 54— 346.

[13] 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.

[14] 张中义, 冷怀琼, 张志铭. 植物病原真菌学[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1998: 347— 452.

Survey on the diversity of endophytes
in *Populus* for Inner Mongolia

BAI Hong-xia, YUAN Xiu-ying

(Forestry College, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, Inner Mongolia, China)

Abstract: In a survey of endophytes associated with *Populus* spp. in Inner Mongolia from 2004 to 2005, healthy leaves, branches (including integuments and xylem) and stems were collected from Huhhot City, Dalate County, Siziwang County, and Salagi Town. Based on morphological characteristics, 351 strains of endophytes were

isolated and classified into 7 orders, 8 families, and 29 genera. The results showed that endophytes varied in quantity, population distribution, and dominance in different tissues, regular changes showed in species and quantity for different age phases, and varied in quantity and population composition in *Populus* spp. of different areas. [Ch, 4 tab, 14 ref.]

Key words: forest protection; *Populus*; endophytes; isolation; identification; diversity

欢迎订阅 2007 年《林业调查规划》

《林业调查规划》是由云南省林业调查规划院和西南地区林业信息中心共同主办的国内外公开发行的林业科技刊物，被全国多家期刊数据库收录，为中国科技核心期刊，全国中文林业类核心期刊，首届《CAJ-CD 规范》执行优秀期刊。该刊立足西部，面向全国，开辟了森林经理、“3S”技术、森林资源管理、生物多样性、生态建设、自然保护区建设、营造林技术、种苗建设、森林旅游、园林设计、产业开发、病虫害防治、社会林业和专家论坛等栏目。以技术性、实用性、创新性为原则，具有较强的指导性、知识性和可读性，是广大从事林业生产、科研、教学的科技工作者、领导和决策者不可或缺的参考资料。

双月刊，A4 开本，每期 160 页，双月底出刊。ISSN 1671—3168，CN 53-1172/S，每期每册定价 10 元，全年 60 元；增刊 2 期，500 多页，全年 40 元；共计 100 元。由编辑部自办发行，订阅单位和个人可通过邮局或银行汇款。欢迎广大作者踊跃投稿，也欢迎社会各界刊登广告。

地 址：650051 云南省昆明市人民东路 289 号 云南省林业调查规划院《林业调查规划》编辑部
银行户名：云南省林业调查规划院

开户银行：昆明市农行双龙支行 帐 号：02910104002050

电 话：0871—3318347；3332538 传 真：0871—3393104

E-mail : ynfip @vip. 163. com 联系人：许春霞

http : //hydcgh. periodicals. net. cn /