

文章编号: 1001-1498(2008)01-0055-05

木材褐腐真菌泊氏孔菌属生态学研究

魏玉莲¹, 戴玉成¹, 王林², 左洪文³

(1. 中国科学院沈阳应用生态研究所, 辽宁 沈阳 110016; 2. 辽宁省铁岭市林业局, 辽宁 铁岭 112000;
3. 辽宁省铁岭市林业科学研究院, 辽宁 铁岭 112000)

摘要:木材腐朽真菌在森林生态系统中起着关键的降解还原作用,是森林生态系统物质循环中不可缺少的重要组成部分。泊氏孔菌属的种类具有降解木材中的纤维素和半纤维素,造成木材褐色腐朽的功能,而混合于针叶林土壤中的褐腐残余物是针叶林生态系统更新所必不可少的。本文对中国地区泊氏孔菌属进行生态学的研究,结果表明树木腐烂程度与泊氏孔菌属的种类分布具有高度相关性,相关系数为 0.885。寄主树木选择性的研究结果表明,泊氏孔菌属的种类主要生长在针叶树倒木上,有 19 种,占总数的 86%,其中生长在云杉属和松属树木上的种类最多,而阔叶树中最适宜该属物种生长的树种是桦属和杨属树木。

关键词:木材褐腐真菌;泊氏孔菌属;生态学

中图分类号: S949.329⁺

文献标识码: A

A Preliminary Study on Ecology of Wood Brown-rot Fungi of *Postia*

WEI Yu-lian¹, DAI Yu-cheng¹, WANG Lin², ZUO Hong-wen³

(1. Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, Liaoning, China; 2. Tieling Forestry Bureau of Liaoning Province, Tieling 112000, Liaoning, China; 3. Forest Research Institute of Tieling, Liaoning Province, Tieling 112000, Liaoning, China)

Abstract: Wood-inhabiting fungi are the important components of forest ecosystem and play a key function during the wood decomposition. *Postia* can degrade the cellulose and semicellulose of wood and causes a brown-rot. The brown-rot remains are necessary for the coniferous forest renewing by their special functions. In this study, the ecological study on *Postia* from China was carried out. The results showed that the stages of decomposition of fallen decorticated trunks were closely related with the distribution of species of *Postia*, and the quotient was 0.885. In addition, species in the genus preferred to coniferous wood rather than deciduous wood, about 86% species were found on coniferous wood. The most suitable coniferous hosts were spruces and pines. The most suitable deciduous hosts were birch and poplar.

Key words: brown-rot fungi; *Postia*; ecology

木材降解是森林生态系统物质循环的重要环节,其降解必须历经十几年到几十年甚至上百年的时间,而木材腐朽真菌是这一环节的重要执行者。根据降解木材的不同机制,木材腐朽真菌主要分为两种类型,白腐真菌和褐腐真菌,其中白腐真菌占绝

大部分,褐腐真菌大约只占木腐真菌的 15%。但褐腐真菌在针叶林生态系统中具有关键作用,其褐腐残留物相当稳定,可以在森林土壤表层中存留 500 a 以上。大量的褐腐残留物对针叶树和其他植物的更新具有很好的促进作用,而逐渐的降解过程对森林

收稿日期: 2007-01-29

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(3050003);中国科学院沈阳应用生态研究所创新领域前沿项目资助

作者简介: 魏玉莲(1975—),女,江苏镇江人,副研究员,博士,主要从事森林生态系统中木腐菌的生物多样性研究。weiyulianer@sina.com

com

生态系统营养物质的循环和保持起到了关键作用。具有高含量褐腐残留物的土壤能够增加土壤的持水能力和阳离子交换能力,而在生长季节的干枯期阶段,针叶林土壤中的褐腐残留物还是菌根菌的主要生长处,另外褐腐残留物还是土壤内或表面的固氮场所,对提高森林土壤的肥力具有非常重要的作用。

有关木材降解真菌的演替研究,国外已有较多报道,研究结果显示一棵倒木的分解过程是一个复杂的生物过程,通常开始于活立木内部。新鲜完整木头的最先入侵者是细菌和子囊菌(Acomycetes)^[1-6],但同时它们还要遭受更具危害性的侵害^[7-8],通常是一些多孔菌,这些真菌是活立木的病原菌,能够损害具有经济价值的立木的质量和数量,造成林业上的重大损失^[9]。一旦树木死亡倒下后,大量的腐生真菌很快侵入,主要是担子菌(Basidiomycetes)。担子菌占据了整个倒木,是木材降解的最主要参与者^[8,10-11],其中 Renvall 等人进行了系统深入的研究,从 1987 年至 1992 年,他们在芬兰瓦里奥自然保护区和乌尔霍凯科宁国家森林公园进行了长期调查,发现在挪威云杉(*Picea abies* (Linn) Karst)和欧洲赤松(*Pinus sylvestris* Linn)上共有 166 种木生担子菌,其中云杉上有 120 种,造成褐色腐朽的为 16 种,赤松上有 104 种,造成褐色腐朽的为 22 种。Renvall 等人将倒木的腐粒程度分为 5 个等级,并统计了不同腐朽等级的倒木上木生担子菌的种类,其数量随着倒木腐烂程度的加深而增加,但在树木腐烂的最后阶段,担子菌的数量却显著减少。同时他们还发现,随着倒木腐烂程度的加深,倒木的树皮逐渐减少,而木材的含水量逐渐增加,所以倒木的树皮量和含水量是影响木生担子菌在其上生长的重要因素^[12]。目前国内对木生担子菌的研究多集中于系统分类学,而在生态学领域尚属空白,未见有相关报道。

泊氏孔菌属 *Postia* Fr (Polyporaceae, Aphyllophorales) 的种类引起木材的褐色腐朽,是中国地区分布较为广泛的木生担子菌。为了解中国地区褐腐真菌在木材降解过程中的生态功能,本文以泊氏孔菌属的种类为研究对象,查明该属物种分布与寄主树木的腐烂程度和寄主种类之间的关系,为进一步深入研究木生担子菌的生态学打下基础。

1 材料与方 法

1.1 研究方法

2002 年至 2006 年在全国范围内采集泊氏孔菌,

详细记录采集地点、寄主树木、寄主树木的状况(包括是否为活立木、倒木、倒木有无树皮及其腐烂程度)等信息,分析所有标本在寄主树木不同腐烂阶段的生长情况。

1.2 标本采集地点

所研究的泊氏孔菌属标本涵盖了全国 20 个省、自治区、直辖市的 45 个自然保护区、风景区和林场。详细地点见表 1。

表 1 标本采集地点

省(区、市)	采集地
安徽	黄山风景区
北京	松山风景区;香山公园
甘肃	张掖寺大隆林场
广西	桂林风景区
河南	鸡公山自然保护区
黑龙江	丰林自然保护区;大兴安岭呼中自然保护区;宁安市地下森林公园
吉林	长白山自然保护区;安图县宝马林场;汪清县兰家林场;辉南红旗林场;安图县白河林场;抚松县曙光林场
江苏	紫金山风景区
辽宁	白石砬子自然保护区;西丰县城子山;鞍山市千山风景区;清源大苏河林场;西丰冰砬山森林公园
湖北省	利川自然保护区;神农架自然保护区;后河自然保护区;兴山县龙门河林场
湖南	长沙岳麓山公园;衡山自然保护区
内蒙古	白音敖包自然保护区;大青沟自然保护区;阿尔山五岔沟林场
宁夏	贺兰山东坡
青海	孟达自然保护区;互助县北山林场
山西	庞泉沟自然保护区;历山自然保护区
陕西	太白山自然保护区
四川	九寨沟自然保护区;峨眉山风景区
西藏	林芝地区八一镇;林芝地区色季拉山;山南地区错那县勒乡
新疆	喀纳斯自然保护区;果子沟自然保护区;西天山自然保护区
浙江	天目山自然保护区

1.3 数据处理

根据野外采集的记录情况,参考国外对倒木腐烂程度的分级^[8],本文将寄主树木的腐烂状况分为 6 个等级,见表 2。

表 2 寄主树木的腐烂状况分级

级数	立木、倒木特征
1	活立木,生长势良好
2	枯立木,死后未倒,未腐烂
3	树木倒折不久,有树皮,木材较硬
4	树木倒折,树皮已剥落,木材开始腐烂,材质较硬
5	树木倒折,无树皮,木材中度腐烂,保持倒木的原有形状
6	树木倒折,无树皮,木材深度腐烂,已不能看出倒木的原有形状

1.4 标本信息

通过对野外采集标本的鉴定和整理,泊氏孔菌

属的标本共计有 232 份, 22 个种, 见下文:

1. 赤杨泊氏孔菌 *Postia alni* Niemelä & Vampola
2. 阿穆泊氏孔菌 *Postia amurensis* Y. C. Dai & Penttila
3. 香泊氏孔菌 *Postia balsamea* (Peck) Gilb. & Ryvardeen;
4. 灰蓝泊氏孔菌 *Postia caesia* (Schrad. Fr.) P. Karst
5. 白垩泊氏孔菌 *Postia calcarea* Y. L. Wei & Y. C. Dai
6. 蜡泊氏孔菌 *Postia ceriflua* (Berk. & M. A. Curtis) J. Üich
7. 脆泊氏孔菌 *Postia fragilis* (Fr. Fr.) J. Üich
8. 胶囊泊氏孔菌 *Postia gloeocystidia* Y. L. Wei & Y. C. Dai
9. 油斑泊氏孔菌 *Postia guttulata* (Peck) J. Üich
10. 爱尔兰泊氏孔菌 *Postia hibemica* (Berk. & Broome) J. Üich
11. 奶油泊氏孔菌 *Postia lactea* (Fr. Fr.) P. Karst
12. 砖红泊氏孔菌 *Postia lateritia* Renvall
13. 白褐泊氏孔菌 *Postia leucanallella* (Murrill) J. Üich
14. 桃泊氏孔菌 *Postia persicina* Niemelä & Y. C. Dai
15. 盖泊氏孔菌 *Postia pileata* (Pamasto) Y. C. Dai & Renvall
16. 鲑色泊氏孔菌 *Postia placenta* (Fr.) M. J. Larsen & Lombard
17. 异味泊氏孔菌 *Postia rancida* (Bres.) M. J. Larsen & Lombard
18. 希玛泊氏孔菌 *Postia simanii* (Pilá) J. Üich
19. 柄生泊氏孔菌 *Postia stiptica* (Pers. Fr.) J. Üich
20. 拟波状泊氏孔菌 *Postia subundosa* Y. L. Wei & Y. C. Dai
21. 灰白泊氏孔菌 *Postia tephroleuca* (Fr.) Julich
22. 波状泊氏孔菌 *Postia undosa* (Peck) J. Üich

其中桃泊氏孔菌由于采集于炭化木上, 是一种特殊的寄生树木状态, 所以本文在分析泊氏孔菌与寄主树木腐烂程度的相关性时, 未包括桃泊氏孔菌。而在分析泊氏孔菌与寄生树木种类的关系时, 则全部进行了讨论。

2 结果与分析

2.1 泊氏孔菌与树木腐烂程度的相关性

随着寄主树木腐烂程度的加深, 泊氏孔菌属物种的数量也相应增多, 通过相关性分析, 泊氏孔菌属物种的数量和树木腐烂程度的相关系数达到了 0.885, 进行显著项检验, P 值为 0.019, 小于 0.05, 由此看出两者的相关性非常高 (见图 1)。此结果还表明泊氏孔菌属的种类绝大多数都是生活在较为腐烂至腐烂的树木上, 营腐生生活, 在森林生态系统的物质循环过程中起到了非常重要的降解作用。

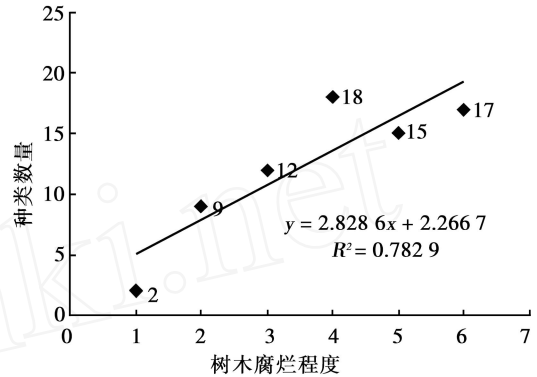


图 1 树木不同腐烂阶段泊氏孔菌的种类数量变化

而每个物种的标本数量显示了该物种的发生频次, 随着寄主树木腐烂程度的加深, 泊氏孔菌属真菌种类的发生频次也在增多, 但相关系数仅为 0.467, 而显著性检验显示 P 值为 0.35, 远高于 0.05 (见图 2), 说明每个物种的标本数量与寄主树木腐烂程度之间没有很高的相关性。

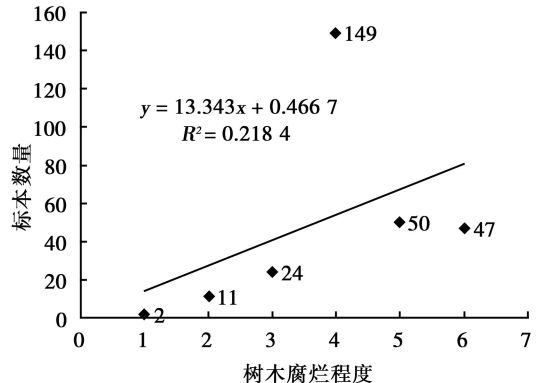


图 2 树木不同腐烂阶段赤杨泊氏孔菌 *P. alni* 的标本数量变化

值得一提的是赤杨泊氏孔菌和灰蓝泊氏孔菌是泊氏孔菌属分布最广泛、标本数量最多的两个种 (见图 3、4), 在寄主树木从活立木至腐烂木的 6 个不同腐烂阶段都有生长 (见图 5), 而且这两个物种随树木腐烂加深的变化趋势与整个泊氏孔菌属的种类在

木材降解过程中的发生频次是相一致的。可以看出,泊氏孔菌属的种类发生频次在无皮始烂和腐烂木阶段的明显降低与赤杨泊氏孔菌和灰蓝泊氏孔菌在这两个阶段的标本数量明显减少有直接的关系。

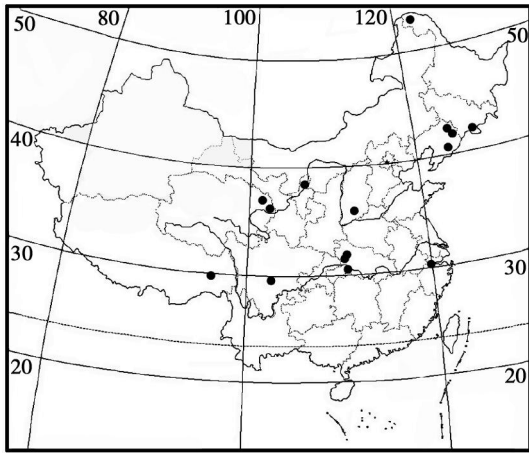


图 3 赤杨泊氏孔菌 *P. alni* 的地理分布示意图

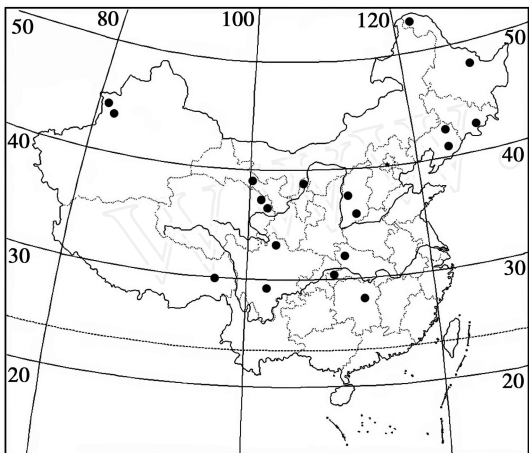


图 4 灰蓝泊氏孔菌 *P. caesia* 的地理分布示意图

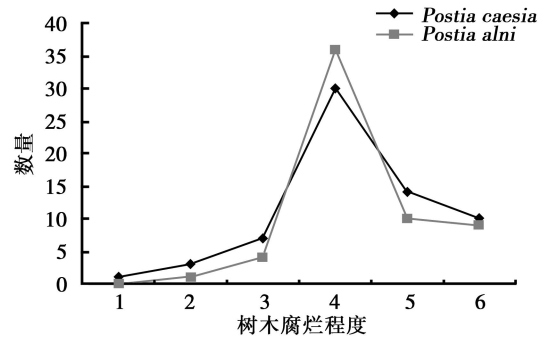


图 5 树木不同腐烂阶段赤杨泊氏孔菌 *P. alni*、灰蓝泊氏孔菌 *P. caesia* 的数量变化

上述结果说明,寄主树木的腐烂程度直接影响到泊氏孔菌属种类的分布,但对其发生频次并没有直接影响。

2.2 泊氏孔菌与寄主种类的关系

目前,中国地区发现泊氏孔菌属 *Postia* Fr 的种类共计 22 种,这些种类主要生长在针叶树上,其中有 19 种生长在不同种类的针叶树上,占该属物种的 86%,但有些种类也能利用阔叶树的营养物质,为 10 种,占总数的 45%。在所有寄主树种中,生长在云杉属和松属树木上的种类最多,均为 13 种;而阔叶树中最适宜该属种类生长的是桦属和杨属树木,分别是 7 种和 6 种(见表 3)。其中只生长在针叶树上的种类为 9 种:*Postia balsamea*, *P. caesia*, *P. ceriflua*, *P. fragilis*, *P. gloeocystidiata*, *P. guttulata*, *P. persinica*, *P. placenta*, *P. subundosa*, 占总数的 41%;只生长在阔叶树上的种类为 2 种:*Postia alni*, *P. lactea*, 占总数的 9%;既能利用针叶树营养物质也能利用阔叶树营养物质的种类为 10 种,占总数的 45%。

表 3 泊氏孔菌属的寄主与种类数量表

寄主		种类数	泊氏孔菌种类
针叶树	云杉属 <i>Picea</i> Dietr	13	<i>Postia amurensis</i> , <i>P. balsamea</i> , <i>P. caesia</i> , <i>P. ceriflua</i> , <i>P. fragilis</i> , <i>P. guttulata</i> , <i>P. hibernica</i> , <i>P. leucomallella</i> , <i>P. persinica</i> , <i>P. placenta</i> , <i>P. stiptica</i> , <i>P. subundosa</i> , <i>P. tephroleuca</i> , <i>P. undosa</i>
	松属 <i>Pinus</i> Linn	13	<i>Postia balsamea</i> , <i>P. caesia</i> , <i>P. ceriflua</i> , <i>P. gloeocystidia</i> , <i>P. guttulata</i> , <i>P. hibernica</i> , <i>P. lateritia</i> , <i>P. leucomallella</i> , <i>P. placenta</i> , <i>P. simanii</i> , <i>P. stiptica</i> , <i>P. tephroleuca</i> , <i>P. undosa</i>
	冷杉属 <i>Abies</i> Mill	10	<i>Postia balsamea</i> , <i>P. caesia</i> , <i>P. fragilis</i> , <i>P. guttulata</i> , <i>P. leucomallella</i> , <i>P. placenta</i> , <i>P. rancida</i> , <i>P. simanii</i> , <i>P. stiptica</i> , <i>P. undosa</i>
	落叶松属 <i>Larix</i> Mill	8	<i>Postia balsamea</i> , <i>P. caesia</i> , <i>P. fragilis</i> , <i>P. leucomallella</i> , <i>P. rancida</i> , <i>P. simanii</i> , <i>P. stiptica</i> , <i>P. tephroleuca</i>
	柳杉属 <i>Cryptomeria</i> D. Don	3	<i>Postia balsamea</i> , <i>P. hibernica</i> , <i>P. tephroleuca</i>
	铁杉属 <i>Tsuga</i> Carr	1	<i>Postia calcarea</i>
	杉木属 <i>Cunninghamia</i> R. Br	1	<i>Postia caesia</i>
	圆柏属 <i>Sabina</i> Spach	1	<i>Postia caesia</i>

续表 3

	寄主	种类数	泊氏孔菌种类
	崖柏属 <i>Thuja</i> Linn	1	<i>Postia caesia</i>
阔叶树	桦属 <i>Betula</i> L.	7	<i>Postia alni</i> , <i>P. amurensis</i> , <i>P. lactea</i> , <i>P. pileata</i> , <i>P. simanii</i> , <i>P. stiptica</i> , <i>P. tephroleuca</i>
	杨属 <i>Populus</i> L.	6	<i>Postia alni</i> , <i>P. hibemica</i> , <i>P. lactea</i> , <i>P. leucomallela</i> , <i>P. pileata</i> , <i>P. simanii</i>
	椴树属 <i>Tilia</i> L.	5	<i>Postia alni</i> , <i>P. lactea</i> , <i>P. pileata</i> , <i>P. simanii</i> , <i>P. tephroleuca</i>
	槭属 <i>Acer</i> L.	4	<i>Postia alni</i> , <i>P. amurensis</i> , <i>P. lactea</i> , <i>P. tephroleuca</i>
	桤木属 <i>Alnus</i> Mill	3	<i>Postia alni</i> , <i>P. amurensis</i> , <i>P. simanii</i>
	栎属 <i>Quercus</i> Linn	3	<i>Postia alni</i> , <i>P. tephroleuca</i> , <i>P. undosa</i>
	青冈属 <i>Cyclobalanopsis</i> Oerst	2	<i>Postia alni</i> , <i>P. leucomallela</i>
	柳属 <i>Salix</i> Linn	2	<i>Postia alni</i> , <i>P. tephroleuca</i>
	胡桃属 <i>Juglans</i> Linn	2	<i>Postia alni</i> , <i>P. tephroleuca</i>
	李属 <i>Prunus</i> Linn	2	<i>Postia rancida</i> , <i>P. tephroleuca</i>
	栗属 <i>Castanea</i> Mill	1	<i>Postia tephroleuca</i>
	钻天柳属 <i>Chosenia</i> Nakai	1	<i>Postia alni</i>
	白蜡树属 <i>Fraxinus</i> Linn	1	<i>Postia lactea</i>
	石栎属 <i>Lithocarpus</i> Blume	1	<i>Postia amurensis</i>
	杜鹃属 <i>Rhododendron</i> L.	1	<i>Postia alni</i>
	水青冈属 <i>Fagus</i> L.	1	<i>Postia alni</i>
竹类	籐竹属 <i>Bambusa</i> Schreb	1	<i>Postia calcarea</i>

3 结论和讨论

(1)泊氏孔菌属的种类分布与寄主树木的腐烂程度具有相当高的相关性,该属物种主要生长于具有较高腐烂程度的寄主树木上,主要营腐生生活。但寄主树木的腐烂程度并不直接影响各物种的数量,其中两个分布广的常见物种的发生频次对整个属物种的发生频次在研究结果方面具有一定的影响。

(2)相比较阔叶树寄主,针叶树更适合泊氏孔菌属的种类的生长,其中在云杉属和松属树木上生长的种类最多;而阔叶树中最适宜该属种类生长的是桦属和杨属树木。

(3)在野外考察的过程中发现,寄主倒木特征(包括腐烂程度、含水量、寄主种类等)对于木生担子菌的生长具有一定的影响,而环境因子对寄主倒木特征存在着直接的影响,在后续的生态学研究中可以综合考虑环境因子和更多的倒木特征,更加深入分析影响木生担子菌分布最重要的因素。

参考文献:

- [1] Roll-Hansen F, Roll-Hansen H. Microflora of sound-looking wood in *Picea abies* stems [J]. *European J Forest Pathol*, 1979, 9: 308 - 316
- [2] Eriksson K L, Blanchette, R A, Ander P. Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components [M]. Springer-Verlag, Berlin, 1990
- [3] Solheim H. The early stages of fungal invasion in Norway spruce infested by the bark beetle *Ips typographus* [J]. *Canadian J Bot*,

1992, 70: 1 - 5

- [4] Solheim H. Fungal succession in sapwood of Norway Spruce by the bark beetle *Ips typographus* [J]. *European J. Forest Pathol*, 1992, 22: 136 - 148
- [5] Hallaksela A M, Salkinoja-Salonen M. Bacteria inhabiting artificially inoculated xylem of *Picea abies* [J]. *Scand J Forest Res*, 1992, 7: 165 - 175
- [6] Hallaksela A M. Early interactions of *Heterobasidion annosum* and *Stereum sanguinolentum* with non-decay fungi and bacteria following inoculation into stems of *Picea abies* [J]. *European J Forest Pathol*, 1993, 23: 416 - 430
- [7] Boddy L, Rayner A D M. Ecological roles of Basidiomycetes forming decaying communities in attached oak branches [J]. *New Phytol*, 1983, 93: 77 - 88
- [8] Rayner A D M, Boddy L. Fungal decomposition of wood: its biology and ecology [M]. John Wiley & Sons, Bath, 1988: 1 - 587
- [9] Stenlid J. Community and population biology of boreal decay fungi [M] // Pegler D N & Boddy L. Ing B, Kirk P M. *Fungi of Europe: Investigation, recording and conservation* Royal Botanic Gardens, Kew, 1993: 171 - 180
- [10] Montgomery R A P. The role of polysaccharidase enzymes in the decay of wood by basidiomycetes [M] // Frankland C. Hedger J N, Swift M J. *Decomposer basidiomycetes: their biology and ecology* Cambridge Univ Press, London, 1982: 51 - 65
- [11] Swift M J. Basidiomycetes as components of forest ecosystems [M] // Frankland J C, Hedger J N, Swift M J, *Decomposer basidiomycetes: their biology and ecology* Cambridge Univ Press, Cambridge etc, 1982: 307 - 377
- [12] Renvall P. Community structure and dynamics of wood-rotting Basidiomycetes on decomposing conifer trunks in northern Finland [J]. *Karstenia*, 1995, 35: 1 - 51