

文章编号: 1001-1498(2001)06-0628-05

# 历山国家级自然保护区虫生真菌 资源及杀虫活性研究\*

宋东辉<sup>1</sup>, 宋淑梅<sup>2</sup>, 张作刚<sup>1</sup>, 贺运春<sup>1</sup>, 王建明<sup>1</sup>, 李玉社<sup>3</sup>

(1. 山西农业大学 农学院 植病系, 山西 太谷 030801; 2 山西农业大学 林学院, 山西 太谷 030801;

3 山西省历山国家级自然保护区管理所, 山西 沁水 048200)

**摘要:** 对地处山西东南部的历山国家级自然保护区的虫生真菌种类资源及其杀虫活性作了初步的研究。共分离鉴定真菌 3 目 13 属 19 种, 2 种为山西特有种, 其中的丝孢目真菌为该地区的优势种群。选取其中的多形白僵菌和印度轮枝菌, 分别对林业害虫杨二尾舟蛾、杨梢叶甲幼虫进行杀虫活性试验, 多形白僵菌的平均杀虫效果高于印度轮枝菌 16.4%。

**关键词:** 自然保护区; 虫生真菌资源; 杀虫活性; 多形白僵菌; 印度轮枝菌

**中图分类号:** S718.81 **文献标识码:** A

虫生真菌(entomogenous fungi)是昆虫微生物中的一大类群,这类真菌可使昆虫感染真菌病而死亡。目前,全世界记载的虫生真菌约 100 多属,800 多种,并且其数量仍在不断增加<sup>[1]</sup>。近几年来,由于虫生真菌在防治害虫、保护益虫、开发药用真菌资源方面的应用价值越来越受到人们的重视,因而在资源种类调查、分类鉴定、生理特性和开发生防制剂等方面都取得了很大进展,特别是一些重要的种类如白僵菌、座壳孢的致病机理、毒素生理以及商品化开发等方面都已作了深入的研究。但是,由于虫生真菌这一特殊群体的分布广泛,种类繁多,与国外相比,我国在虫生真菌资源调查、分类以及高效稳定生防菌株的筛选等方面研究还很不够<sup>[2]</sup>。因此,进行虫生真菌资源种类分布及其杀虫活性的研究,对发现新资源,筛选新型生防菌株以及高效、广谱生防制剂的开发等,都有着十分重要的理论意义和应用价值。作者于 1998~ 1999 年对历山国家级自然保护区内的虫生真菌的种类分布以及杀虫活性特点作了研究,现报道如下。

## 1 材料和方法

### 1.1 自然地理概况

历山国家级自然保护区地处山西省东南部,位于山西省翼城、垣曲、阳城和沁水四县相邻处,海拔 1 200~ 1 800 m,面积 24 km<sup>2</sup>。境内山势陡峻,沟窄谷深。该地区属暖温带大陆性气候,年均温 8~ 10℃,年降水量 650~ 700 mm,主要集中于 7~ 10 月份这 4 个月,年相对湿度高达 85%。该地区远离城镇,受人为因素干扰较少,野生动植物资源丰富,且具有南北兼容、区系复

收稿日期: 2000-01-01

基金项目: 山西省青年科学基金资助项目“山西昆虫病原真菌种类资源研究”(991039)

作者简介: 宋东辉(1970-),男,山西运城人,讲师,在读博士

\* 承蒙山西大学刘波教授对病原真菌的鉴定提出宝贵意见,山西农业大学农学院杨友兰副教授和林学院冀卫荣老师对寄主昆虫的鉴定给予了热情帮助,山西农业大学原植保系 99 届毕业生贾宝东、硕士研究生安建梅等参加了部分调查工作,特致谢忱!

杂、种类繁多等特点。从山麓到山顶, 植被和昆虫种类分布变化明显, 又由于雨量充沛, 土壤湿度极大, 地面枯枝落叶层丰厚, 因而为虫生真菌的生长提供了良好的条件。

## 1.2 虫生真菌标本的采集

在历山国家级自然保护区内西川的西峡、旦沙、猪尾沟、舜王坪、杨汉岭以及东川的避暑坎、东山头等地, 采用蒲蛰龙的方法<sup>[3]</sup>, 于不同生境采集得病昆虫。

## 1.3 虫生真菌的分离鉴定

在室内对采集的 133 份标本进行分离、培养、纯化和鉴定。标本的单孢分离以及培养纯化均见参考文献[3, 4], 而标本的鉴定则依照参考文献[3, 5~ 9]。

## 1.4 生物活性的测定

虫生真菌在防治森林害虫、农业害虫以及果蔬害虫等方面已有很大进展<sup>[10, 11]</sup>, 然而, 在森林害虫防治方面, 除去已使用多年的白僵菌、绿僵菌制剂外, 尚未有新型虫生真菌制剂被推广和应用<sup>[12]</sup>。因此, 作者尝试选用历山国家级自然保护区的多形白僵菌和印度轮枝菌, 在室内对森林害虫鳞翅目(Lepidoptera)的杨二尾舟蛾及鞘翅目(Coleoptera)的杨梢叶甲幼虫进行杀虫活性的测定。

生物活性测定则依据蒲蛰龙的测定方法<sup>[3]</sup>, 采用液生菌体制成的孢子悬浮液, 浓度依次为  $5.0 \times 10^4$  孢子  $\cdot$  mL<sup>-1</sup>,  $5.0 \times 10^5$  孢子  $\cdot$  mL<sup>-1</sup>,  $5.0 \times 10^6$  孢子  $\cdot$  mL<sup>-1</sup>,  $5.0 \times 10^7$  孢子  $\cdot$  mL<sup>-1</sup>,  $5.0 \times 10^8$  孢子  $\cdot$  mL<sup>-1</sup>。接种方法采用 Ignoffo 的污染食物接种法<sup>[13]</sup>, 每个处理为 70 头试虫, 喂食 10 d 后记载试虫死亡数, 并按 Abbott 公式计算出死亡率和校正死亡率。

# 2 结果与分析

## 2.1 虫生真菌种类资源

在历山国家级自然保护区内的不同生境共采集得病昆虫标本 133 份, 经分离培养和鉴定, 所获虫生真菌 19 种, 分属 3 个目 13 属。它们是: 虫霉目(Entomophthorales): 虫霉属(*Entomophthora*)、虫疔霉属(*Pandora*); 麦角菌目(Clavicipitales): 虫草属(*Cordyceps*); 丝孢目(Hyphomycetales): 白僵菌属(*Beauveria*)、绿僵菌属(*Metarhizium*)、拟青霉属(*Paecilomyces*)、轮枝孢属(*Verticillium*)、曲霉属(*Aspergillus*)、青霉属(*Penicillium*)、链格孢属(*Aternaria*)、镰孢霉属(*Fusarium*)、单端孢属(*Trichothecium*)以及野村菌属(*Nannuraea*)。虫生真菌及寄主昆虫种类的具体情况见表 1。

表 1 历山自然保护区虫生真菌种类资源

虫生真菌名录	寄主昆虫名称
蝇虫霉[ <i>Entomophthora muscae</i> (Cohn) Fres.]	家蝇( <i>Musca domestica</i> L.)
	格氏丽蝇( <i>Calliphora grahami</i> Aldrich)
新蚜虫疔霉[ <i>Pandora neoaphidis</i> (Rem & Henn.) Humber]	粉大尾蚜( <i>Myalopterys amygdali</i> Blanchard)
	麦长管蚜( <i>Macrosiphum avenae</i> Fabricius)
香棒虫草( <i>Cordyceps barnesii</i> Thwaites ex Berk et Br.)	暗黑金龟( <i>Holotrichia parallela</i> Motsch.)
山西虫草( <i>Cordyceps shanxiensis</i> Liu Rong et Jin)	沟金针虫( <i>Proleptonus canaliculatus</i> Fal.)
细链格孢( <i>Aternaria tenuissima</i> Nees)	三点盲蝽( <i>Delphacoris taephorus</i> Reuter)
	黑尾大叶蝉( <i>Tettigoniella fuliginosa</i> Fabricius)
黄曲霉( <i>Aspergillus flavus</i> Link)	黑牛虻( <i>Tabanus atratus</i> Fabricius)
	马铃薯瓢虫( <i>Hemiteles ilachna vigintioctanaculata</i> Motsch.)

(续表 1)

虫生真菌名录	寄主昆虫名称
黑曲霉 ( <i>Aspergillus niger</i> van Tieghem)	异色瓢虫 ( <i>Hamonia axyridis</i> Pallas)
	短星翅蝗 ( <i>Calliptamus abbreviatus</i> Konikov)
	斑背安缘蝽 ( <i>Anoplocnemis binotata</i> Distant)
多形白僵菌 ( <i>Beauveria anorpha</i> (Hohn) von Arx)	杨二尾舟蛾 ( <i>Cerura menciiana</i> Moore)
	白条菌瓢虫 ( <i>Halyzia housei</i> McAcler)
球孢白僵菌 ( <i>Beauveria bassiana</i> Vuill.)	七星瓢虫 ( <i>Coccinella septempunctata</i> L.)
	大黑鳃金龟 ( <i>Holotrichia oblita</i> Faldemann)
戴氏绿僵菌 ( <i>Cordyceps taii</i> Liang & Liu)	异色瓢虫 ( <i>Hamonia axyridis</i> Pallas)
尖孢镰刀菌 ( <i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht)	云斑鳃金龟 ( <i>Polyphylla laticollis</i> Lewis)
	光肩星天牛 ( <i>Anoplophora glabripennis</i> Motsch.)
拟枝孢镰刀菌 ( <i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.)	美洲斑潜蝇 ( <i>Liriomyza sativae</i> Blanchard)
	桑梢角蝉 ( <i>Gargara genistae</i> Fabricius)
轮状镰刀菌 ( <i>Fusarium verticillioides</i> Brek. ex Rav.)	光肩星天牛 ( <i>Anoplophora glabripennis</i> Motsch.)
莱氏野村菌 ( <i>Nannuraea rileyi</i> (Farlow) Samson)	黄褐天幕毛虫 ( <i>Malacosoma neustrea testacea</i> Motsch.)
	黑尾大叶蝉 ( <i>Tettigeniella fenuginea</i> Fabricius)
	大青叶蝉 ( <i>Tettigeniella viridis</i> L.)
粉拟青霉 ( <i>Paecilomyces farinosus</i> Brown ex Smith)	油松毛虫 ( <i>Dendrolimus punctatus tabulaefomis</i> Tsai et Liu)
	红长蝽 ( <i>Lymntria doheryi</i> Distant)
玫瑰色拟青霉 [ <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> (Wize) Brown & Smith]	银纹夜蛾 ( <i>Agrorogranma agnata</i> Staudinger)
	舞毒蛾 ( <i>Lymntria dispar</i> L.)
匍枝青霉 ( <i>Penicillium stoloniferum</i> Thom.)	落叶松花蝇 ( <i>Lasianma laricicola</i> Karl)
粉红聚端孢 ( <i>Trechothecium roseum</i> Lk. ex Fr.)	大灰象甲 ( <i>Bignouidshaped</i> Weevil)
	碧蝽 ( <i>Palomena angublosa</i> Motsch.)
	豆二点圆蝽 ( <i>Coprosoma biguttula</i> Motsch.)
印度轮枝菌 ( <i>Verticillium indicum</i> Nees ex Link)	杨梢叶甲 ( <i>Parnops glasunovi</i> Jacobson)
	麻皮蝽 ( <i>Erthesina fullo</i> Thunberg)
	金缘真蝽 ( <i>Pentatomametallicera</i> Motsch.)

由表 1 可以看出, 历山国家级自然保护区中虫生真菌的种类比较丰富: (1) 丝孢目真菌是该地区分布的优势虫生真菌类群, 占已鉴定菌株数的 80%; (2) 镰刀菌属真菌占丝孢目真菌的 20%, 具有较大的开发应用价值; (3) 有些种类如印度轮枝孢和山西虫草目前只在山西发现, 可能为山西省特有种类。

## 2.2 杀虫活性测定结果

从表 2 可以看出: (1) 在同一处理浓度水平上, 多形白僵菌的杀虫效果要好于印度轮枝菌, 试虫的平均死亡率要高出 16.4%。(2) 对同一种菌株而言, 不同菌液浓度的杀虫结果随着菌液浓度的增加, 试虫死亡率也在相应增高。(3) 在  $5.0 \times 10^8 / (\text{孢子} \cdot \text{mL}^{-1})$  浓度菌液水平下, 多形白僵菌和印度轮枝菌的杀虫表现是最好的, 试虫校正死亡率分别达到 85.9% 和 70.8%。

表 3 表明: (1) 无论是多形白僵菌还是印度轮枝菌, 对杨梢叶甲的杀虫效果也随着菌液浓度的升高而增加。(2) 多形白僵菌处理后的试虫平均校正死亡率仍然高于印度轮枝菌 7.1%, 说明在同一浓度水平上, 多形白僵菌的杀虫活性要好于印度轮枝菌。(3) 杨梢叶甲试虫经过多形白僵菌和印度轮枝菌菌液处理后, 也是在  $5.0 \times 10^8 / (\text{孢子} \cdot \text{mL}^{-1})$  浓度水平上的校正死亡率最高, 分别可以达到 56.7% 和 52.3%。然而, 这一数值均低于杨二尾舟蛾 85.9% 和 70.8% 的校正死亡率, 说明杨梢叶甲对这两种菌的敏感性要低于杨二尾舟蛾。

表 2 多形白僵菌和印度轮枝菌液生菌体对杨二尾舟蛾的杀虫活性

供试菌种	菌液浓度/(菌体·mL <sup>-1</sup> )	供试虫数/头	死亡数/头	死亡率/%	校正死亡率/%
多形白僵菌	5.0 × 10 <sup>4</sup>	70	13	18.6	10.8
	5.0 × 10 <sup>5</sup>	70	26	37.1	31.1
	5.0 × 10 <sup>6</sup>	70	45	64.3	60.9
	5.0 × 10 <sup>7</sup>	70	57	81.4	79.6
	5.0 × 10 <sup>8</sup>	70	61	87.1	85.9
印度轮枝菌	5.0 × 10 <sup>4</sup>	70	8	11.4	4.6
	5.0 × 10 <sup>5</sup>	70	18	25.7	20.0
	5.0 × 10 <sup>6</sup>	70	29	41.4	36.9
	5.0 × 10 <sup>7</sup>	70	41	58.6	55.4
	5.0 × 10 <sup>8</sup>	70	51	72.8	70.8
对照(CK)	—	70	5	7.1	—

表 3 多形白僵菌和印度轮枝菌液生菌体对杨梢叶甲的杀虫活性

供试菌种	菌液浓度/(菌体·mL <sup>-1</sup> )	供试虫数/头	死亡数/头	死亡率/%	校正死亡率/%
多形白僵菌	5.0 × 10 <sup>4</sup>	70	11	15.7	7.6
	5.0 × 10 <sup>5</sup>	70	13	18.6	11.9
	5.0 × 10 <sup>6</sup>	70	29	41.4	36.6
	5.0 × 10 <sup>7</sup>	70	34	48.6	44.4
	5.0 × 10 <sup>8</sup>	70	42	60.0	56.7
印度轮枝菌	5.0 × 10 <sup>4</sup>	70	8	11.4	4.6
	5.0 × 10 <sup>5</sup>	70	15	21.4	15.4
	5.0 × 10 <sup>6</sup>	70	19	27.1	21.5
	5.0 × 10 <sup>7</sup>	70	23	32.9	27.8
	5.0 × 10 <sup>8</sup>	70	39	55.7	52.3
对照(CK)	—	70	5	7.1	—

### 3 结 论

(1) 通过对历山国家级自然保护区内虫生真菌种类资源的初步研究, 证明了这一地区拥有丰富的虫生真菌资源。其种类数量和分布特点与寄主范围、生态环境密切相关。同时也证明了山西境内可能存在着本地独有种类——印度轮枝菌和山西虫草。

(2) 镰孢菌属的拟枝孢镰刀菌、尖孢镰刀菌与轮状镰刀菌为历山国家级自然保护区内虫生真菌的优势种, 它们占到该地区已鉴定丝孢目真菌的 20%。这一结果与镰刀菌属真菌较强的生活力以及在土壤和林地中的广泛分布性是相符的。

(3) 该地区特有的多形白僵菌和印度轮枝菌对森林害虫杨二尾舟蛾、杨梢叶甲幼虫均有一定的杀虫活性, 并且随着菌液浓度的升高, 杀虫活性也相应增加。其中, 多形白僵菌的杀虫效果要好于印度轮枝菌, 平均增幅在 16.4% (对杨二尾舟蛾) 和 7% (对杨梢叶甲) 以上。但这两种真菌的各级菌液浓度对杨梢叶甲的杀虫活性都低于杨二尾舟蛾, 这可能与杨梢叶甲幼虫常危害林木幼根, 不喜食叶, 且于土壤中生活时间较长等因素有关。

(4) 多形白僵菌在 5.0 × 10<sup>8</sup>/(孢子·mL<sup>-1</sup>) 浓度水平上, 对杨二尾舟蛾的杀虫活性可达 85% 以上, 远高于印度轮枝菌 70% 的杀虫活性。这一结果为今后研究生防菌株及新型生防制剂提供了一定的参考价值和更多的选择依据。

## 参考文献:

- [1] 梁宗琦 昆虫病原真菌的研究利用[J]. 植物保护, 1980, 6(6): 12~ 14
- [2] 张克勤 我国杀虫真菌的研究与现状展望[J]. 植物保护, 1996, 22(1): 43~ 45
- [3] 蒲蛰龙, 李增智 昆虫真菌学[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1996 532~ 599, 206~ 360
- [4] 北京师范大学生物系微生物教研组 怎样观察与培养微生物[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1982 26~ 57
- [5] 魏景超 真菌鉴定手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1979 92~ 519
- [6] 戴芳澜 中国真菌总汇[M]. 北京: 科学出版社, 1979 828~ 1009
- [7] 邓叔群 中国的真菌[M]. 北京: 科学出版社, 1963 146~ 150
- [8] A. A. 耶夫拉霍娃 昆虫病原真菌[M]. 黄传贤译 北京: 科学出版社, 1982 88~ 228
- [9] 王拱辰, 郑重, 叶琪明, 等 常见镰刀菌鉴定指南[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1996 36~ 42
- [10] 李增智 虫生真菌在害虫治理中的应用现状[J]. 安徽农学院学报, 1987, 14(2): 57~ 66
- [11] 梁宗琦 昆虫病原真菌在害虫防治上的应用[A]. 杀虫微生物(第一卷)[C]. 北京: 北京农业大学出版社, 1987. 12~ 17.
- [12] Ferron P. Biological control of insect pests by entomogenous fungi[J]. Ann Rev Entomol, 1978, 23: 412~ 430
- [13] Ignoffo C M, Maison N L. Natural and induced epizootics of *Nanuraea rileyi* in soybean caterpillars[J]. J Invertebr Pathol, 1976, 27: 191~ 198

## Study on the Resources and Pathogenicity of Entomogenous Fungi in Lishan National Nature Reserve

SONG Dong-hui<sup>1</sup>, SONG Shu-mei<sup>2</sup>, ZHANG Zuo-gang<sup>1</sup>,  
HE Yun-chun<sup>1</sup>, WANG Jian-ming<sup>1</sup>, LI Yu-she<sup>3</sup>

(1. Department of Plant Pathology, College of Agronomy, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, Shanxi, China;

2. College of Forest, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, Shanxi, China;

3. Management Institute of Lishan National Nature Reserve, Qinshui 048200, Shanxi, China)

**Abstract:** The resources and pathogenicity of entomogenous fungi in Lishan National Nature Reserve in the southern-east of Shanxi Province were studied. Fungi of 19 species of 13 genera of 3 orders were isolated and identified and 2 new taxa were peculiar to Shanxi Province. Among them, fungi of Hyphomycetales were dominant. The pathogenicity test of *Beauveria amorphae* and *Verticillium indicum* to larvae of *Cerura meneciana* and *Parnops glasunovi* were tested. The average pathogenical effect of *Beauveria amorphae* can be increased by 16.4% higher than that of *Verticillium indicum*.

**Key words:** nature reserve; resources of entomogenous fungi; pathogenicity; *Beauveria amorphae*; *Verticillium indicum*