

文章编号:1001-6880(2018)6-0968-06

# 霍山石斛内生真菌的分离及其活性菌株的鉴定

闵长莉<sup>1,2\*</sup>, 闵运江<sup>1,2</sup>, 徐慧欣<sup>1,2</sup>, 汪学军<sup>1,2</sup><sup>1</sup>皖西学院生物与制药工程学院; <sup>2</sup>皖西学院大别山植物内生菌资源研究中心, 六安 237012

**摘要:**从霍山石斛(*Dendrobium huoshanense*)根、茎、叶中筛选具有抑菌活性的真菌,并对活性菌株进行种属鉴定。采用组织块法分离野生霍山石斛组织内的内生真菌;采用琼脂块法与牛津杯法研究了霍山石斛内生真菌的抑菌活性;通过形态特征及分子生物学方法鉴定菌种。结果表明,从霍山石斛组织内共分离得到的52株内生真菌中,根部数量最多,茎部次之,叶中最少;有5株内生真菌对指示菌株表现出拮抗活性,占总分离菌株的9.6%,其中菌株DH10对4种指示菌有抑菌活性,且对金黄色葡萄球菌的抑菌能力最强,其抑菌圈直径为23.73 mm。根据菌株DH10的形态学特征与ITS序列系统发育分析,最相似菌株为丝枝蜡蚧霉菌(*Lecanicillium aphanocladii*)。综上所述,野生霍山石斛组织内内生真菌较丰富,在宿主中的数量分布存在一定的组织差异性,高活性菌株为蜡蚧菌属,可供进一步深入研究。

**关键词:**霍山石斛;内生真菌;抑菌活性;分离;丝枝蜡蚧霉菌

中图分类号:R284.1; Q939.92

文献标识码:A

DOI:10.16333/j.1001-6880.2018.6.009

## Isolation and Identification of an Endophytic Fungus from *Dendrobium huoshanense*

MIN Chang-li<sup>1,2\*</sup>, MIN Yun-jiang<sup>1,2</sup>, XU Hui-xin<sup>1,2</sup>, WANG Xue-jun<sup>1,2</sup><sup>1</sup>College of Biotechnology and Pharmaceutical Engineering, West Anhui University; <sup>2</sup>Research Center for Endophytic Fungi Resources of Dabie Mountain, West Anhui University, Lu'an 237012, China

**Abstract:** An antimicrobial endophytic fungus strain was isolated from the root of *D. huoshanense*, and its phylogenetic position was also investigated. Endophytic fungi were isolated from the healthy roots, stems and leaves of *D. huoshanense* by tissue inoculation culture. Antimicrobial activities of endophytic fungi were determined by the agar block method and oxford cup method, and then an active strain was identified by morphological characters and molecular methods. Results showed that a total of 52 strains of endophytic fungi were isolated from the host, and the most isolates came from the roots, then from stems, and leaves as the least; 5 of them had antimicrobial activity to the test strains which accounts for 9.6% of all strains. Among the 5 strains, the strain DH10 was found to produce antibiotic substances which showed significant inhibitory effects on the test strains, especially *Staphylococcus aureus*, with a formed inhibition zone of 23.73 mm. Based on the morphological characters and ITS sequence analysis, the strain DH10 was most similar with *L. aphanocladii*. In summary, our research showed the abundance of endophytes from the wild *D. huoshanense*, and the distribution of endophytes also had a certain degree of tissue preference. The strong active strain of *Lecanillium* can be further studied.

**Key words:** *Dendrobium huoshanense*; endophytic fungi; antimicrobial activity; isolation; *Lecanicillium aphanocladii*

蜡蚧菌属 *Lecanicillium* W. Gams & Zare 是重要的虫生微生物, 属于子囊菌门(Ascomycota), 肉座菌目(Hypocreales), 虫草菌科(Cordycipitaceae)

收稿日期:2018-01-10 接受日期:2018-03-29

基金项目:安徽省自然科学基金(170805MH226);安徽省高校自然科学基金重大项目(KJ2014ZD33);安徽省高等学校省级自然科学研究重点项目(KJ2015A172);国家级大学生创新创业项目(201710376010)

\*通信作者 Tel:86-564-3305073; E-mail:mcl0917@163.com

<sup>[1]</sup>。自从Nietner报道了锡兰寄生咖啡蜡蚧的真菌以来,有关蜡蚧菌的分类研究就已开始,Zimmermann最开始将其命名为蜡蚧头孢菌 *Cephalosporium lecanii*;接着Viegas根据形态将其并入轮枝菌属,命名为蜡蚧轮枝菌 *Verticillium lecanii*;后来Zare和Gams基于形态学和ITS序列分析,从轮枝菌属中分出蜡蚧菌,建立了新属蜡蚧菌属 *Lecanillium* spp.,其有性型为 *Torrubiella* 和 *Cordyceps*<sup>[2]</sup>。目前国内对该

属的研究报道不多,谢占玲等<sup>[3]</sup>曾从青海湖中分离到 *L. aphanocladii*,张召荣等<sup>[4]</sup>从古巴土壤中分离得到一株蜡蚧菌 *L. attenuatum*,周叶鸣等<sup>[5]</sup>也从茶小绿叶蝉上分离得到 *L. attenuatum*,但有关 *L. aphanocladii* 的报道还很鲜见。

霍山石斛为兰科石斛属珍稀濒危植物,是常用名贵中药材,主产于安徽霍山等地,具有抗氧化、生津益胃、抗肿瘤、增强免疫活性、抗白内障等多种功效<sup>[6]</sup>。目前,人们在对霍山石斛内生菌的研究主要集中在霍山石斛与其共生机制以及内生菌促进霍山石斛生长发育方面,而有关霍山石斛内生菌能抑制有害菌生长方面的报道较为少见。本文主要以野生霍山石斛为研究对象,分离筛选其内生真菌,并对活性菌株进行形态学描述及分子生物学鉴定,以期为霍山石斛新的药用资源开发利用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 霍山石斛

健康完整的霍山石斛植株于2016年6月采自霍山县太平畈乡,采集时附带根际土壤,株高约为12 cm,霍山石斛物种鉴定由植物学教授闵运江完成。

#### 1.1.2 指示菌种类

大肠埃希氏杆菌(*Escherichia coli*, G<sup>-</sup>)、铜绿假单胞菌(*Pseudomonas aeruginosa*, G<sup>-</sup>)、枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*, G<sup>+</sup>)、金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*, G<sup>+</sup>)、白假丝酵母(*Candida albicans*),上述4种细菌和1种真菌由皖西学院微生物学实验室保藏菌种。

#### 1.1.3 培养基

营养琼脂(指示细菌的培养)<sup>[7]</sup>;酵母完全培养基(YPD,白假丝酵母的培养);改良PDA培养基(g/L):在常规的PDA中加入经研钵碾碎的霍山石斛茎叶,按5 g/L加入到PDA培养基中,灭菌后备用。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 霍山石斛内生真菌的分离

健康完整的霍山石斛植株使用自来水冲洗,小心地去除根须部泥沙和腐殖质,并置于无菌室内晾至植株表面无附着水分。用剪刀将根、茎、叶剪切分离,镊子剥去霍山石斛茎部鞘膜质后,进行表面消毒处理:根、茎分别置于0.1%升汞中5 min、叶(娇嫩)2 min后,无菌水漂洗3次;再置于75%的乙醇溶液

中浸泡5 min,无菌水漂洗3次后用干燥无菌吸水纸吸去表面附着的水分<sup>[8,9]</sup>。

无菌剪刀剪切消毒的石斛不同组织,分别剪成长约为5 mm小段斜插入加有1%脱氧胆酸钠和5 g/L石斛组织液的PDA琼脂平板上,为减少染菌概率,整个操作过程不超过30 min。所有接种霍山石斛组织块的平板置于28 °C培养箱中培养15天,培养第3天后每天观察平板上是否有菌落出现,挑取菌落边缘菌丝划线接种到新的PDA平板上,分离纯化直到菌落纯为止。接种至PDA斜面中保存,标记出真菌来源部位、日期和编号。

内生真菌分离过程中设置对照,取消毒后的植物组织最后一遍漂洗后的无菌水0.2 mL,涂布在PDA平板上观察是否有菌落生长的现象,由于消毒不彻底而导致石斛表面附生菌,以保证内生真菌的真实性。

#### 1.2.2 具有抑菌活性霍山石斛内生真菌的初筛与复筛

##### 1.2.2.1 初筛

分离得到的内生真菌接种到PDA平板,28 °C培养6天。采用琼脂柱法测定内生真菌的抑菌活性,以接种铲分别铲取边长约为5 mm连同琼脂的正方形菌落,分别放置于混有指示菌平板中央,含细菌指示剂平板于37 °C培养24 h, *C. albicans*平板37 °C培养48 h,观察有无透明抑菌圈并记录实验结果。

##### 1.2.2.2 复筛

将经过初筛出具有抑菌活性的内生真菌分别接种至无菌的100 mL PDB培养基中,置于28 °C、150 rpm恒温摇床进行震荡培养6天,取发酵液置于直径100 mm布氏漏斗中,真空泵抽滤以去除菌体、难溶颗粒和培养基残渣,收集发酵滤液;再将滤液以0.22 μm的无菌过滤器过滤,去除发酵液中的菌体和微小颗粒,制成无菌发酵液<sup>[10]</sup>。

将牛津杯置于混有 *E. coli*、*P. aeruginosa*、*B. subtilis*、*S. aureus*、*C. albicans* 平板中央,以移液枪分别吸取无菌滤液 200 μL 滴加到牛津杯中,置恒温培养箱中培养1~2天,观察滤液本身有无菌落出现以及牛津杯周围有无透明抑菌圈并测量抑菌圈直径。在抑菌实验中另取 PDB 200 μL 置于上述含菌平板上,作为实验对照。

#### 1.2.3 霍山石斛内生真菌 DH10 鉴定

##### 1.2.3.1 菌落特征

将具有良好抑菌活性的菌株 DH10 接种至 PDA

平板上,置于28℃恒温恒湿的霉菌培养箱中培养10天,每天观察并记录DH10的生长特征(菌落的生长速度、菌落颜色、质地和色素有无及颜色);同时,在显微镜下观察并记录孢子的有无与形状<sup>[11]</sup>。参考相关文献资料进行分类<sup>[12]</sup>。

### 1.2.3.2 分子系统学鉴定

采用Ezup柱式真菌基因组DNA抽提试剂盒SK8259提取内生真菌DH10基因组DNA,真菌鉴定ITS通用引物ITS1(5'-TCCGTAGGTGAAACCTGCGG-3')和ITS4(5'-TCCTCCGTTATTGATA TGC-3')进行PCR扩增<sup>[11]</sup>。PCR扩增条件:94℃预变性4 min,94℃变性45 s,55℃退火45 s,72℃延伸1 min,30个循环,最后72℃延伸10 min<sup>[11]</sup>。测定扩增后无杂带DNA大小,并完成测序。

将菌株DH10相关信息在线录入Bankit,获得Genbank登录号。将测序后的ITS-rDNA或基因登录号在Blastn数据库中进行比对,选取相似性高、匹配程度高的参比菌株及序列<sup>[8]</sup>。使用Clustal X软件多重序列匹配排列分析和Mega 6.0软件中的Neighbour-Joining方法构建系统进化树(Kimura 2-parameter模型,1000次重复检验获得Bootstrap值分别标记在各分枝上),确定菌株DH10种属关系<sup>[8]</sup>。

表1 霍山石斛内生真菌初筛抑菌活性实验结果

Table 1 The antimicrobe activities of endophytic fungi against different indicators in preliminary screening

内生真菌 Endophytic fungi	指示菌 Indicator				
	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>C. albicans</i>
DH05	-	+	-	+	-
DH10	+	-	+	+	+
DH18	+	-	-	+	+
DH38	+	-	-	-	-
DH47	-	-	-	+	-

注:“-”:无抑制现象;“+”:有抑制现象。

Note: “-”, No inhibition; “+”, Inhibition.

内生真菌经震荡培养6天后,培养液清亮透明,形成大小不等的菌丝球结构,发酵液经过布氏漏斗过滤,实现固液分离。将得到的发酵滤液再次以0.22 μm的无菌过滤器过滤后,以牛津杯法进行复筛实验,抑菌平板培养1~2天后在牛津杯边缘无菌生长,表明滤液过滤成功;同时,在牛津杯周围出现边缘清晰的透明圈,表明发酵滤液对指示菌形成良好的抑菌现象(图2)。与初筛实验结果基本一致,5株内生真菌中对金黄色葡萄球菌有抑制作用的有4

## 2 结果与分析

### 2.1 霍山石斛内生真菌分离

培养3天后,在放有石斛的组织块上陆续有菌落出现,及时挑取菌丝边缘转接。经过多次分离纯化,从霍山县太平畈乡采集的霍山石斛的根部分离得到内生真菌28株、茎中分离得到15株、叶组织内分离得到9株,共获得内生真菌52株,依次编号为DH01-DH52;在根、茎、叶内生真菌的分离率分别为53.85%、28.85%、17.30%,结果表明内生真菌在石斛中具有一定组织偏好性,其中根部分布最多、叶部最少。最后漂洗石斛组织的无菌水的PDA平板上无菌落生长现象,表明分离到的都是内生真菌而不是附生菌。在本实验中的对照平板上无菌落生长,表明分离到的均为内生微生物;另外,采用改良PDA培养基中加入灭菌后霍山石斛组织液,模拟内生真菌原生态生长环境,满足石斛内生真菌对生长因子的需求,最大程度地分离出霍山石斛内生真菌。

### 2.2 具有抑菌活性霍山石斛内生真菌筛选

将分离得到的霍山石斛内生真菌在PDA平板培养6天,采用琼脂柱移块法放置于指示菌平板中央,初筛研究结果表明,共有5株内生真菌对不同指示菌具有不同程度的抑制效果(表1)。

株,对铜绿假单胞菌的抑制能力相对较弱,仅DH05有抑制现象并且抑菌能力较弱,抑菌圈直径为7.82 mm。综合实验结果表明内生真菌DH10的抑菌能力最强,尤其对金黄色葡萄球菌抑菌圈直径最大为23.73 mm,该菌株由霍山石斛根部分离得到(表2)。

### 2.3 霍山石斛内生真菌DH10形态鉴定

接种有内生真菌菌株DH10的PDA平板,培养2天后在接种部位有稀疏浅色纤细的菌丝长出;4天

表 2 霍山石斛内生真菌复筛抑菌活性实验结果

Table 2 The antimicrobe activities of endophytic fungi against different indicators in repeated screening

内生真菌 Endophytic fungi	指示菌 Indicator				
	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>C. albicans</i>
DH05	-	7.82 ± 0.35	6.20 ± 0.16	9.48 ± 0.34	-
DH10	13.65 ± 0.24	-	15.86 ± 0.32	23.73 ± 0.13	17.14 ± 0.28
DH18	-	-	-	9.56 ± 0.54	10.22 ± 0.44
DH38	8.64 ± 0.16	-	6.02 ± 0.22	-	-
DH47	-	-	-	8.16 ± 0.30	-

注:“-”:无抑菌现象;抑菌圈直径单位:mm。

Note: “-”: No bacteriostasis; Inhibition zone diameter; mm.

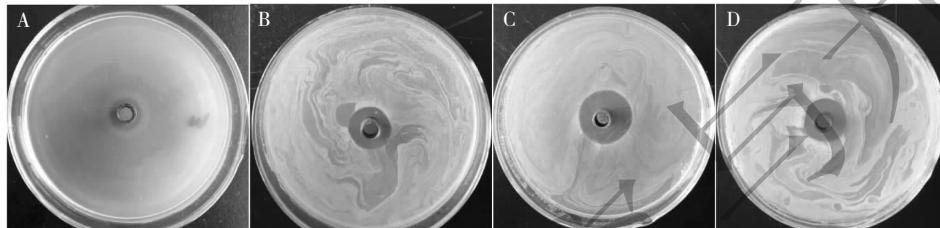


图 1 菌株 DH10 对不同指示菌的抑菌效果

Fig. 1 Inhibition effect to different indicator bacteria of strain DH10.

注:A:大肠埃希氏杆菌;B:枯草芽孢杆菌;C:金黄色葡萄球菌;D:白假丝酵母。

Note: A: *E. coli*; B: *B. subtilis*; C: *S. aureus*; D: *C. albicans*.

后菌丝变长,菌落呈现纯白色,菌落直径为 20 mm 左右,质地蓬松;5 天后在培养基的菌丝密集处中开始出现鲜红色的色素,随着时间延长色素颜色越来越深,均匀分布于整个平板中(图 2A、2B),至第 10 d 时色素呈浅紫色。菌株 DH10 在 PDA 平板上培养,每天挑取菌丝置于载玻片下进行镜检,菌丝变得粗壮,直径为 3.8  $\mu\text{m}$ ,有隔膜,但在 PDA 平板上培养没有观察到孢子,这可能与培养基和培养条件相关。

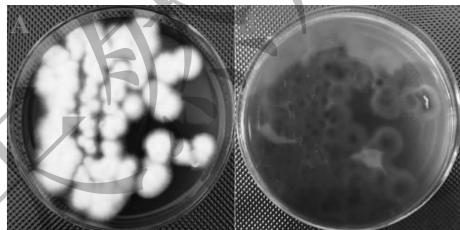


图 2 菌株 DH10 的形态特征

Fig. 2 Morphological characteristics of strain DH10

注:A、B:PDA 培养基菌落特征(正面、反面)。

Note: A、B: Cultural characteristics of PDA (upside, downside).

## 2.4 霍山石斛内生真菌 DH10 分子系统学分析

由琼脂糖凝胶电泳测得菌株 DH10 的 DNA 扩增条带大小约为 580 bp,条带边缘清晰。在 ITS1 和 ITS4 引物作用下,DH10 菌株 DNA 中扩增出长度为

586 bp 序列。提交该序列至 GenBank 的 Bankit,登录序列号为 KU253716。内生真菌 DH10 的 ITS 序列在线进行 Blastn,菌株 DH10 序列与丝枝蜡蚧霉菌 (*Lecanicillium aphanocladii*) 同源性最高,相似性达到 99% (图 3)。在系统进化树中,菌株 DH10 与 *L. aphanocladii* (KC574075) 遗传距离最近。结合菌株 DH10 形态特征,与菌株 DH10 最相似菌株为丝枝蜡蚧霉菌 (*L. aphanocladii*)。

## 3 讨论

内生真菌 (Endophytic fungi) 是指在其生活史中的某段时期生活在植物组织内,对植物组织没有引起病害症状的真菌<sup>[13]</sup>。研究发现,内生真菌广泛分布在植物组织内部,许多学者已从多种植物中分离出大量内生真菌<sup>[14-16]</sup>。目前,人们主要采用组织块法来分离植物中的内生真菌,不过这种方法仅能得到可培养的内生真菌,还有部分真菌在培养基上不能长出<sup>[17]</sup>。为了能更全面地认识自然界植物内生真菌的多样性,分子生物学技术越来越多的被应用于内生真菌的研究中,但缺点在于不能得到内生真菌的纯培养物,无法进行后续研究。故在植物内生真菌的分离中,组织块法仍是常用的主要方法。

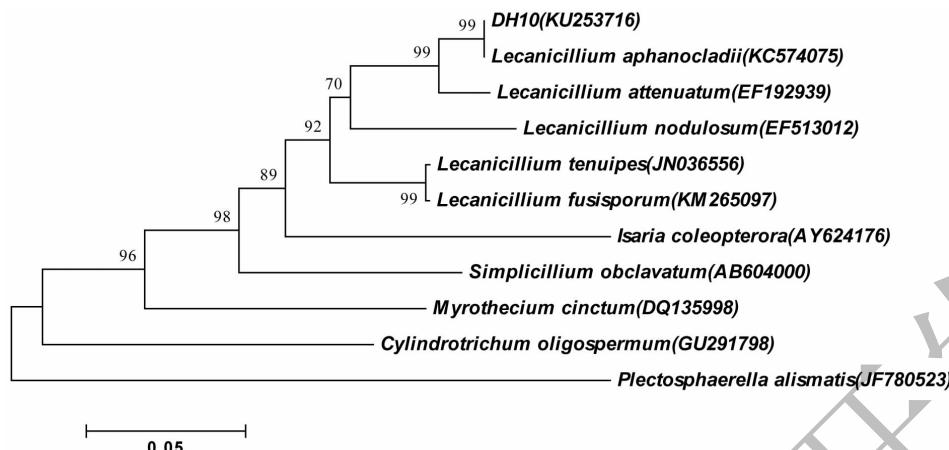


图3 基于ITS序列构建的系统进化树

Fig. 3 GenBank phylogenetic tree showing the relationships among type strains and experimental strains based on ITS sequences  
注:括号中的序号代表菌株的GenBank登录号;分支点上的数字代表计算1000次聚类到一起的几率;标尺代表遗传距离。

Note: The sequence number in the bracket means the GenBank accession number of the strain. The number at the node means the percentage of occurrence in 1 000 boot-strapped trees. The scale represents the evolution of the rDNA-ITS genome sequences.

采用上述方法,本实验从野生霍山石斛中共获得内生真菌52株,表明霍山石斛组织内含有较丰富的内生真菌,同时还发现这些内生真菌主要来自霍山石斛根部与茎部,叶中较少,说明内生真菌在宿主体内的分布具有一定的组织差异性,这与郭顺星等人的研究结果一致<sup>[18]</sup>。究其原因,这可能与宿主植物本身以及植物不同组织中含有的化学成分不同有关。抑菌实验结果表明菌株DH10对4种不同的供试菌表现出抑菌活性,且对金黄色葡萄球菌(*S. aureus*)的抑菌活性最强,该菌株经形态学及ITS序列系统发育分析与丝枝蜡蚧霉菌(*L. aphanocladii*)最相似。截止到目前为止,人们从石斛属植物分离出的菌株主要属于担子菌门、半知菌门<sup>[19]</sup>和子囊菌门<sup>[18]</sup>。马荣等从野生铁皮石斛分离出的内生真菌中子囊菌为优势种类,以炭角菌目和肉座菌目的种类为主,但未见有蜡蚧菌属的报道<sup>[20]</sup>。本实验从野生霍山石斛中分出蜡蚧菌属的真菌,这可能与石斛的地理位置及宿主差异性有关。

## 参考文献

- Dong X(董旋),Zeng GP(曾桂萍),Chen WH(陈万浩),et al. A new fungus strain( producing red pigment) of *Lecanicillium aphanocladii*[J]. *J Mount Agric Biol*(山地农业生物学报),2016,35(3):91-94.
- Chen JD(陈吉棣). *Verticillium lecanii* and its role in biological control [J]. *Chin J Biol Control*(生物防治通报),1985,1(4):32-38.
- Xie ZL(谢占玲),Wang H(王欢),Zhao P(赵朋),et al. Diversity of halotolerant fungi isolated from Qinghai Lake based on culture-dependent investigation [J]. *Mycosistema*(菌物学报),2012,31:187-195.
- Zhang ZR(张召荣),Zhang YJ(张艳军),Xie M(谢明). Identification and biological characteristics of a *Lecanicillium* isolate originating from tropic region and its pathogenicity against *Bemisia tabaci*[J]. *Chin J Biol Control*(中国生物防治学报),2015,31(1):64-70.
- Zhou YM(周叶鸣),Zou X(邹晓),Qu JJ(瞿娇娇),et al. Identification of a parasitic *Lecanicillium* of tea lesser leaf-hopper and optimization of sporulation conditions[J]. *Microbiol China*(微生物学通报),2016,43:935-941.
- Wu HQ(吴胡琦),Luo JP(罗建平). Research advances on *Dendrobium huoshanense*[J]. *Lishizhen Med Mater Med Res*(时珍国医国药),2010,21:208-211.
- Shen P(沈萍). *Microbiology experiment*(微生物学实验)[M]. Beijing:Higher Education Press,2007:241.
- Min CL(闵长莉),Wang XJ(汪学军). Isolation and identification of a huperzine A-producing endophytic fungi from *Huperzia serrata*[J]. *Nat Prod Res Dev*(天然产物研究与开发),2013,25:590-593.
- Wang Y(王营),Li HH(李浩华),Tan GH(谭国慧),et al. Study on communities of endophytic fungi from *Pogostemon cablin* and their antimicrobial activities [J]. *China J Chin Mater Med*(中国中药杂志),2017,42:657-662.
- Qin J(秦晶),Zhang QH(张清华),Yang L(杨龙),et al. Antagonistic activity of an endophytic fungus *Aspergillus flavipes* CanS-34A against *Sclerotinia sclerotiorum* in oilseed

- rape [J]. *J Huazhong Agric Univ* (华中农业大学学报), 2017, 36(4):26-32.
- 11 Wang XJ(汪学军), Min CL(闵长莉), Yin ZC(殷智超). Isolation and identification of an endophytic fungus for microbial degumming of *Cannabis sativa L*[J]. *Acta Bot Bor-Occid Sin*(西北植物学报), 2014, 34:623-627.
- 12 Wei JC(魏景超). Fungal identification manual (真菌鉴定手册)[M]. Shanghai: Shanghai Scientific Technology Press, 1979.
- 13 Bi JT(毕江涛), Wang XX(王小霞), Chen WM(陈卫民), et al. Isolation of endophytic fungi from medicinal plant *Glycyrrhiza uralensis* and its microbial inhibition activity [J]. *Pratac Sci*(草业科学), 2013, 30:357-364.
- 14 Su TJ(苏天骄), Wu C(吴超), Liu Q(刘琼), et al. Tyrosinase inhibition activity of the fermented product of endophytic fungi isolated from *Fritillariae Cirrhosae Bulbus*[J]. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2017, 29: 1368-1373.
- 15 Sun Q(孙茜), Xue ZK(薛子可), Xie LL(解琳琳), et al. Diversity of dark septate endophyte in the roots of *Ammopip-*  
*tanthus mongolicus* and its companion plants [J]. *Chin J Plant Ecol*(植物生态学报), 2017, 41:729-737.
- 16 Chai XY(柴新义), Zhong YY(钟媛媛). Community composition and diversity of endophytic fungi from the fruits of *Pteroceltis tatarinowii*[J]. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 2017, 28:636-642.
- 17 Hyde KD, Soytong K. The fungal endophyte dilemma [J]. *Fungal Divers*, 2008, 33:163-173.
- 18 Hu KX(胡克兴), Hou XQ(侯晓强), Guo SX(郭顺星). Distribution of endophytic fungi in *Dendrobium officinale* [J]. *Microbiol China*(微生物学通报), 2010, 37(1):37-42.
- 19 Guo SX(郭顺星), Cao WQ(曹文苓), Gao WW(高微微). Isolation and biological activity of mycorrhizal fungi from *Dendrobium candidum* and *D. nobile*[J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 2000, 25(6):18-21.
- 20 Mao YT(毛益婷), Dai XY(代晓宇), Ma R(马荣). A preliminary study on diversity of endophytic fungi from wild *Dendrobium officinale* under different habitats[J]. *J Xinjiang Agric Univ*(新疆农业大学学报), 2011, 34:234-238.

## 《天然产物研究与开发》青年编委会

### 青年编委(以姓氏笔划为序)

#### Members

丁 克 DING Ke	王红兵 WANG Hongbing	戈惠明 GE Huiming	尹文兵 YIN Wenbing	尹 胜 YIN Sheng	吕兆林 LV Zhaolin
伍婉卿 WU Wanqing	刘相国 LIU Xiangguo	孙昊鹏 SUN Haopeng	孙桂波 SUN Guibo	孙黔云 SUN Qianyun	李芸霞 LI Yunxia
李良成 LI Liangcheng	李国友 LI Guoyou	邱 莉 QIU Li	汪海波 WANG Haibo	沐万孟 MU Wanmeng	张炳火 ZHANG Binghuo
陈益华 CHEN Yihua	林茂祥 LIN Maoxiang	林昌俊 LIN Changjun	欧阳杰 OU Yangjie	易华西 YI Huaxi	罗应刚 LUO Yinggang
周 文 ZHOU Wen	胡友财 HU Youcai	袁 涛 YUAN Tao	夏永刚 XIA Yonggang	高慧敏 GAO Huimin	唐金山 TANG Jinshan
黄胜雄 HUANG Shengxiong	韩淑燕 HAN Shuyan	蓝蔚青 LAN Weiqing	廖晨钟 LIAO Chenzhong	潘卫东 PAN Weidong	薛永波 XUE Yongbo