

菜豆红粉病菌的鉴定及其碳氮源利用能力测定

冯中红 郝蓉蓉 薛莉 杨成德*

(甘肃农业大学草业学院 草业生态系统教育部重点实验室 甘肃省草业工程实验室
中-美草地畜牧业可持续发展研究中心 甘肃 兰州 730070)

摘 要:【目的】为菜豆红粉病菌的诊断和综合防治提供理论依据。【方法】按照常规组织分离法和柯赫氏法则从菜豆上分离出致病菌并进行致病性测定。结合形态学特征和 ITS 序列分析鉴定致病菌,确定其分类地位。采用生长速率法对病原菌碳氮源的利用能力进行测定。【结果】该病菌主要为害菜豆豆荚,在豆荚表面形成圆形或近圆形褐色、凹陷的病斑,且病斑表面后期出现粉红色霉层;病原菌分生孢子倒梨形,单孢,无色,成熟孢子中间有一隔膜,大小(6.23–12.42) μm × (12.07–24.67) μm ,经 rDNA-ITS 序列相似性分析,该病原菌与已报道的粉红单端孢菌 *Trichothecium roseum* (KC816070)相似性达 99%以上,结合形态特征,将其鉴定为粉红单端孢菌 *Trichothecium roseum*。该病原菌对不同碳氮源的利用程度有差异,其菌落在麦芽糖培养基上生长速度最快,且在各种碳源培养基上的生长速度均显著高于对照($P < 0.05$);在不同氮源培养基上,含 L-亮氨酸培养基上菌落生长速度最快,含 L-精氨酸和尿素上的生长速度显著小于对照($P < 0.05$)。【结论】研究结果对粉红单端孢菌引起的其他植物病害的研究有一定的参考价值。

关键词: 粉红单端孢, 菜豆, 分离, 鉴定

Identification of *Trichothecium roseum* and determination of carbon and nitrogen sources utilization ability

FENG Zhong-Hong HAO Rong-Rong XUE Li YANG Cheng-De*

(College of Grassland, Gansu Agricultural University, Key Laboratory of Grassland Ecosystem (Gansu Agricultural University), Ministry of Education, Pratacultural Engineering Laboratory of Gansu Province, Sino-U.S. Center for Grazingland Ecosystem Sustainability, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: [Objective] To provide a theoretical basis for the diagnosis and integrated control for the common bean pathogen. [Methods] This paper exploited the methods of conventional separation and Koch's postulates to isolate and determine the pathogen of beans. Explicated it's taxonomic status by combining morphological characteristics with ITS sequence analysis, and determined the ability of the pathogen to use carbon and nitrogen sources. [Results] The results showed that this pathogen mainly damaged pods, it would form round or nearly round brown, sunken spots on the pods surface, the pink mildew layer would appear on the lesion surface later; the conidium was obpyriform, single spore, hyaline, there was a diaphragm in the middle of the mature spores, the size

基金项目: 甘肃省蔬菜攻关项目(No. GJ201307)

*通讯作者: ✉: yangcd@gsau.edu.cn

收稿日期: 2015-01-20; 接受日期: 2015-05-04; 优先数字出版日期(www.cnki.net): 2015-05-05

was (6.23–12.42) $\mu\text{m} \times (12.07\text{--}24.67)$ μm . The rDNA-ITS sequence of the pathogenic fungus shared similarity was more than 99% with *Trichothecium roseum* (KC816070) that had reported. So, the pathogen was identified as *Trichothecium roseum* combined the morphologic characteristics with ITS sequence analysis. The grew rate of colony of *Trichothecium roseum* was fastest at the culture of maltose medium, and the growth on the medium of various carbon sources were faster than the control significantly ($P < 0.05$); In the different nitrogen media, L-leucine could promote the growth of colony, but L-arginine and Urea had the significant inhibiting effects ($P < 0.05$). [Conclusion] The results of this study had some reference value for the other plant diseases caused by *Trichothecium roseum*.

Keywords: *Trichothecium roseum*, Common bean, Isolation, Identification

菜豆(*Phaseolus vulgaris* L., common bean)又称豆角、芸豆、四季豆等,是世界各地普遍种植的蔬菜,除嫩美食鲜外,还具有很高的营养价值,也是我国北方地区栽培的主要蔬菜作物,可温室栽培,也可陆地栽培。目前报道的菜豆病害有炭疽病^[1]、菜豆疫病^[2]、菜豆菌核病^[3]、菜豆黄花叶病毒病^[4]、菜豆根腐病和菜豆枯萎病^[5]等。近年来,粉红单端孢菌 *Trichothecium roseum* Link 引起的病害可以在多种植物上发生,给瓜果类蔬菜造成严重损失。1809年,首次在德国柏林发现该病菌,由于该菌为弱腐生菌对植物为害不严重而被轻视。1902年美国报道在纽约苹果上发生该病原菌引起的红粉病^[6],随后在世界各地都有该病害发生的报道。至今,至少有10种植物被报道了由 *T. roseum* 引起的病害。Inácio 等^[7]报道在巴西 *T. roseum* 可引起番茄果腐,在巴基斯坦,Hamid 等^[8]发现 *T. roseum* 也可导致番茄、橙子和苹果果腐。在我国,李宝聚等^[9]报道粉红单端孢 *T. roseum* 可引起黄瓜、甜瓜和苦瓜红粉病,导致瓜叶片大量坏死,瓜苗几乎全部枯萎,造成严重减产甚至绝收;李金堂等^[10]研究了黄瓜红粉病,明确了致病菌为粉红单端孢 *T. roseum*,并提出了相应的防治方法;潘月敏等^[11]研究发现我国各棉区均有粉红单端孢 *T. roseum* 引起的棉铃红粉病发生,且该病害不仅直接造成棉花减产,还严重降低棉纤维品质;王勇等^[12]对天津地区发生的番茄红粉病的致病病原进行了鉴定,研究了培养基、温度和酸碱度对其生长的影响,并确定致病病原为粉红单端孢 *Trichothecium roseum*。但国内外关于 *Trichothecium roseum* 引起的菜豆病害尚未报道。因

此,本文对采集到的甘肃省菜豆病害症状进行了描述,对病原进行分离纯化和鉴定,并对病原菌的碳氮源利用能力等进行了研究,旨在为该菜豆病害的诊断和综合防治提供依据。

1 材料与方法

1.1 标本采集及病原分离与纯化

2014年10月于甘肃省陇南市菜豆种植田采集到具有典型发病症状的菜豆豆荚,进行症状描述并临时保存于保鲜袋中带回实验室,按照常规组织分离法在 PDA 培养基上分离纯化培养,将纯化后的病原菌保存至 PDA 斜面备用^[13]。

1.2 致病性测定

用消毒后的昆虫针在离体健康的未成熟菜豆豆荚上制造微伤口,再将活化的新鲜病原菌进行针刺接种,以无菌针刺接种为对照,后置于 25℃ 生化培养箱中黑暗条件培养,发病后观察豆荚情况,按照柯赫氏法则^[14]确定其致病性。

1.3 病原菌的鉴定

1.3.1 形态学特征的观察: PDA 培养基上 25℃ 培养 10–15 d 的红粉病病原菌产孢后制片,在光学显微镜(10×40 倍)下观察分生孢子特征,测定 50 个分生孢子的大小,并拍照^[15]。根据病原菌孢子形态大小特征,参考文献[16]进行病原菌种属的鉴定。

1.3.2 基于 rDNA-ITS 序列的系统发育学分析: 将供试病原真菌接种于 PDA 液体培养基中,于 25℃、150 r/min 摇床振荡培养 7–9 d 后收集菌丝,充分研磨后,参照 UNIQ-10 柱式真菌基因组 DNA 抽提试剂盒(上海生工生物工程技术有限公司)提取病原菌基因组 DNA,对经电泳检测具特异性条带的

DNA 提取物进行 PCR 扩增。

PCR 扩增采用通用引物 ITS1 和 ITS4。PCR 反应^[17]后, 将具有特异性条带的扩增产物委托上海生工生物有限公司进行 DNA 纯化和测序, 将测序结果与 GenBank 中核酸数据库中的 ITS 区相关序列进行 BLAST 同源性比对分析, 并用 ClustalX 1.8 进行多重序列比较, 最后用 MEGA 4.0 软件邻接法构建系统发育树, 了解该病原菌的系统发育特征。

1.3.3 病原菌和病害的鉴定: 根据分离菌株的形态学特征和基于 rDNA-ITS 序列的系统发育学特征, 结合菌株在菜豆上所引发的病症的特征, 对病原菌和病害进行综合性鉴定。

1.4 病原菌碳、氮源的利用

采用生长速率法。将已经活化好的病原菌用 0.4 cm 直径的打孔器切取菌饼, 接种于含 1% 的不同碳源(葡萄糖、乳糖、D-树胶醛糖、麦芽糖、鼠李糖、D-半乳糖、蔗糖、可溶性淀粉、D-甘露糖、D-木糖、D-果糖、不加糖)培养基或含 0.2% 葡萄糖的马铃薯琼脂培养基中加入 0.25% 不同氮源(氯化铵、硝酸铵、碳酸铵、L-丙氨酸、L-谷氨酸、尿素、大豆蛋白胨、L-组氨酸、L-精氨酸、L-亮氨酸、蛋白胨、L-甘氨酸、不加氮源)的培养基, 置于 25 °C 培养箱内培养, 分别以不加碳、氮源为对照^[18], 4 次重复, 定期观察并记录病原菌在不同培养基上的生长特性, 5 d 后用十字交叉法测量菌落直径, 同时用 SPSS 软件对所得数据进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 症状

该病原菌主要侵染未成熟菜豆果实, 为高湿易发病害。豆荚表面起初为近圆形或圆形的小点, 后期病斑慢慢扩展, 颜色变为黑褐色, 湿度大时呈现水渍状并凹陷腐烂, 病斑表面先出现白色粉状物, 后变为粉红色霉层(分生孢子梗和分生孢子, 图 1), 严重时豆荚全部发病, 无法食用。

2.2 病原菌的分离及致病性测定

用常规组织分离法, 从采集标本上选取多个具有典型症状的病斑进行分离培养, 共分离得到 6 株真菌分离物, 将分离纯化得到的真菌分离物培养液用针刺接种法分别回接到离体的健康豆荚上, 5–6 d 开始发病, 发病率为 100%, 症状与田间症状均一致, 从病斑处再次分离得到与原接种微生物一致的菌株。经镜检, 6 种分离物的菌丝、分生孢子和培养性状均一致, 为多株相同的菌株, 命名为 DJ-1, 按照柯赫氏法则, 确定该真菌分离物为菜豆致病菌。

2.3 病原菌鉴定

2.3.1 形态学特征的观察: 该病原菌 DJ-1 在 PDA 培养基上菌落近圆形, 初为白色绒毛状或粉状, 后变为粉红色, 背面呈淡橙红色, 产孢量大, 分生孢子梗直立, 无分枝, 无色, 无隔, 分生孢子在顶端单侧生, 分生孢子单孢, 倒梨形, 无色, 顶部有偏乳头状突起, 常聚生, 成熟孢子中间有一隔膜, 分隔处稍缢缩, 大小为(6.23–12.42) μm × (12.07–24.67) μm

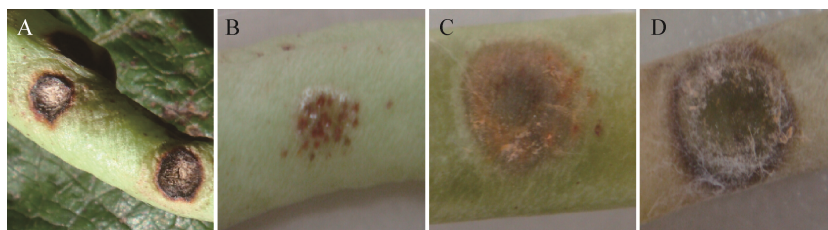


图 1 豆角红粉病症状及致病性测定

Figure 1 Symptoms of *Trichothecium roseum* and pathogenicity test of the pathogen tested

注: A: 田间症状; B: 对照; C: 发病前期; D: 发病后期。

Note: A: Field symptoms; B: CK; C: Early symptoms; D: Lately symptoms.

(图 2)。DJ-1 的形态学特征与相关文献[12,16]描述的无性态真菌聚端孢属真菌粉红单端孢 *Trichothecium roseum* (Bull.) Link 的特征相近。

2.3.2 基于 rDNA-ITS 序列的系统发育学分析：提取该病原菌的基因组 DNA，利用引物 ITS1 和 ITS4 进行 PCR 扩增，并将扩增产物送上海生工生物有限公司测序，所得 rDNA-ITS 序列为 553 bp。将菌株的 rDNA-ITS 基因序列在 GenBank 中进行同源序列比对，该病原菌与 GenBank 中粉红单端孢菌 *Trichothecium roseum* (KC816070)、粉红单端孢菌 *Trichothecium roseum* (KC816069)、粉红单端孢菌 *Trichothecium roseum* (JQ898156)、粉红单端孢菌 *Trichothecium roseum* (JQ434579)、粉红单端孢菌 *Trichothecium roseum* (JQ434580)、*Passalora fulva* (EU030321)、粉红单端孢菌 *Trichothecium roseum* (EU552162)和 *Passalora fulva* (EU030322)的相似性

都在 99%以上，下载相似性最高的序列，并用 ClustalX 1.8 软件进行多重序列比较后，再用 Mega 4.0 软件采用邻接法构建了系统发育树，DJ-1 与粉红单端孢菌 *Trichothecium roseum* (KC816070)聚在一起(图 3)，其亲缘关系最近，结合形态学特征，进一步鉴定为粉红单端孢菌 *Trichothecium roseum*，登录号为 KP317992。

2.4 病原菌碳、氮源利用

2.4.1 不同碳源对菌落生长的影响：DJ-1 在含麦芽糖的培养基上生长速度最快，其次为鼠李糖、D-阿拉伯糖和 D-半乳糖，且 4 种碳源间差异不显著 ($P>0.05$)；其他碳源对菌落生长影响的顺序为 D-木糖>D-果糖>可溶性淀粉>乳糖>葡萄糖>D-甘露糖>蔗糖，其中可溶性淀粉、乳糖、葡萄糖、D-甘露糖和蔗糖间差异不显著 ($P>0.05$)；在不含碳源(CK)培养基上生长最慢(表 1)。

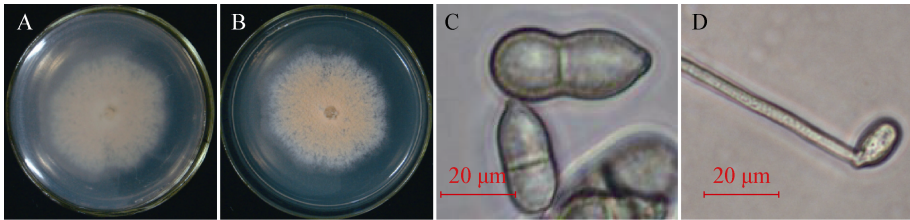


图 2 病原菌形态特征

Figure 2 Morphological characters of the pathogen

注：A：菌落背面；B：菌落正面；C：分生孢子；D：分生孢子梗。
Note: A: The back of the colony; B: The front of the colony; C: Conidium; D: Conidiophore.

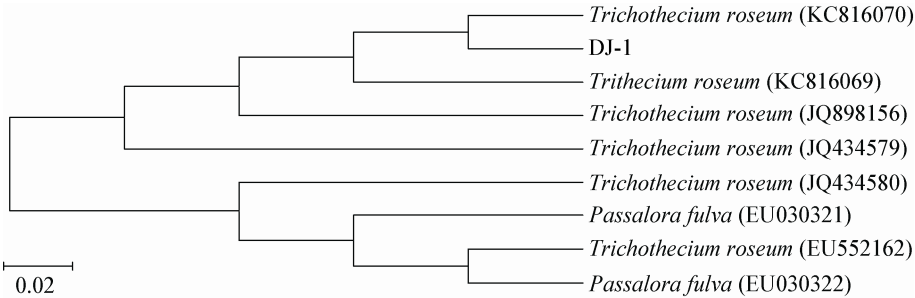


图 3 病原菌系统发育树

Figure 3 rDNA-ITS phylogenetic tree of DJ-1

表 1 不同碳氮源对病原菌生长的影响

Table 1 Effects of carbon-source and nitrogen-source on the colony of *T. roseum*

碳源 C-source	菌落直径 Colony diameter (cm)	氮源 N-source	菌落直径 Colony diameter (cm)
麦芽糖 Maltose	6.38a	L-亮氨酸 L-leucine	6.33a
鼠李糖 Rhamnose	6.27a	L-丙氨酸 L-alanine	6.25ab
D-阿拉伯糖 D-gummose	6.07a	大豆蛋白胨 Soybean peptone	5.98bc
D-半乳糖 D-galaetose	6.03a	硝酸铵 Ammonium nitrate	5.95bcd
D-木糖 D-xylose	5.93ab	L-组氨酸 L-histidine	5.85cd
D-果糖 D-fructose	5.57bc	氯化铵 Ammonium chloride	5.78cd
可溶性淀粉 Soluble starch	5.47c	L-甘氨酸 L-glycine	5.60d
CK	5.02d		

注: 小写字母者表示在 $P<0.05$ 水平差异显著。

Note: The different letters indicate significance at $P<0.05$ levels in different media for *T. roseum*.

2.4.2 不同氮源对菌落生长的影响: 在含 L-亮氨酸的培养基上该菌生长速度最快, 其他氮源培养基上生长速率显著低于 L-亮氨酸($P<0.05$), 其他培养基上生长速率依次为 L-丙氨酸>大豆蛋白胨>硝酸铵>L-组氨酸>氯化铵>L-甘氨酸>蛋白胨, 生长速度最慢的为 L-精氨酸和尿素, 且其显著低于 CK ($P<0.05$), 说明病原菌对 L-精氨酸和尿素的利用能力较弱(表 1)。

3 讨论

目前, 国内外学者对粉红单端孢菌已做了大量研究, 该菌寄主范围广, 可以引起不同植物的多种病害, 如能导致瓜类红粉病^[9]、棉铃红粉病^[11]、番茄红粉病^[12]、苹果霉心病^[19]、梨黑点病^[20]、板栗果腐病^[21]和芒果果腐病^[22]等, 使得瓜果蔬菜的产量大幅度下降, 甚至绝收。本研究首次描述了从甘肃省陇南市菜豆种植区采集到的菜豆病害症状, 并对引起该症状的病原菌进行了初步研究。其主要感染未成熟菜豆豆荚, 高湿条件下易发生, 豆荚表面起初为近圆形或圆形的小点, 后期病斑慢慢扩展, 颜色变为黑褐色, 湿度大时呈现水渍状并凹陷腐烂, 病斑表面先出现白色粉状物, 后变为粉红色霉层。对分离到的菜豆病病菌经致病性试验可引起豆荚发病, 说明该真菌分离物为菜豆红粉病致病菌, 并命名为 DJ-1。本研究中该病原菌 DJ-1 分生孢子梗直

立, 无分枝, 无色, 无隔, 分生孢子在顶端单侧生, 分生孢子单孢, 倒梨形, 无色, 顶部偏乳头状突起, 孢子成熟时中间有一隔膜, 分隔处稍缢缩, 大小为 (6.23–12.42) $\mu\text{m} \times$ (12.07–24.67) μm , 这与李宝聚等^[9] [(7.5–12.5) $\mu\text{m} \times$ (10.0–25.0) μm]、潘月敏等^[11] [(8.9–27.5) $\mu\text{m} \times$ (6.1–12.2) μm]、王勇等^[12] [(5.0–28.0) $\mu\text{m} \times$ (8.0–15.5 μm)]报道的引起瓜类、棉铃和番茄红粉病的病原菌粉红单端孢分生孢子形态特征基本一致。本研究中, DJ-1 经形态观察, 并结合 ITS 基因序列相似性分析, 其与粉红单端孢菌 *Trichothecium roseum* (KC816070)聚在一起, 表明其亲缘关系最近, 从分子水平将其进一步鉴定为粉红单端孢菌 *Trichothecium roseum* (Bull.) Link, 确定该病原菌引起的菜豆病害为菜豆红粉病。

不同碳、氮源营养条件对粉红单端孢菌菌落生长的影响鲜有报道。本研究结果表明, 在不同碳源中, DJ-1 对麦芽糖、鼠李糖、D-阿拉伯糖等糖类的利用特征与潘月敏等^[11]报道的引起棉铃红粉病的粉红单端孢菌一致, 对 L-亮氨酸、L-丙氨酸、大豆蛋白胨、硝酸铵等氮源的利用特征与潘月敏等^[11]和章战华等^[23]报道的粉红单端孢菌株的结论也相一致, 说明在对碳源和氮源的利用方面, 甘肃省的粉红单端孢菌分离菌株和分离自安徽省不同寄主来源的粉红单端孢菌株之间的遗传多样性不明显。

本文首次报道了粉红单端孢菌引起的菜豆红粉病,并详细研究了其症状及不同营养条件对其生长的影响,不仅为该病害的田间诊断和综合防治提供了依据,而且对粉红单端孢菌引起的其他植物病害也具有一定的参考价值。

参 考 文 献

- [1] Zhang D, Wang YL, Zhou YL, et al. Preliminary study on configuration feature of the pathogens caused anthracnose of snap bean[J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2007(7): 50-51 (in Chinese)
张冬, 王玉莉, 周玉兰, 等. 黑龙江油豆角炭疽病原菌形态特征初探[J]. 农业科技通讯, 2007(7): 50-51
- [2] Xu XX, Chen HY, Wang SM, et al. Detection of *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* and *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans* on common bean seeds[J]. Acta Phytopathologica Sinica, 2013, 43(1): 11-19 (in Chinese)
徐新新, 陈泓宇, 王述民, 等. 菜豆种子普通细菌性疫病菌检测[J]. 植物病理学报, 2013, 43(1): 11-19
- [3] Liu CY, Hao YJ, Wang Y, et al. Studies on the occurrence rule of bean sclerotinia rot in greenhouse[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(8): 399-401 (in Chinese)
刘春艳, 郝永娟, 王勇, 等. 保护地菜豆菌核病发病规律研究[J]. 中国农学通报, 2008, 24(8): 399-401
- [4] Qi P, Wang XM, He YQ. Sequence analysis of the coat protein gene of bean yellow mosaic virus isolates from faba bean in Yunnan, China and Syria[J]. Acta Phytopathologica Sinica, 2007, 37(4): 368-376 (in Chinese)
亓鹏, 王晓鸣, 何月秋. 菜豆黄花叶病毒中国和叙利亚蚕豆分离物外壳蛋白的序列分析[J]. 植物病理学报, 2007, 37(4): 368-376
- [5] Kang F. Occurrence and control of major diseases on the bean[J]. Xiandai Nongcun Keji, 2014(17): 31 (in Chinese)
康锋. 菜豆主要病害的发生与防治[J]. 现代农村科技, 2014(17): 31
- [6] Eustace HJ. A destructive apple rot following scab[J]. New York Agricultural Experiment Station Bulletin, 1902, 227: 367-389
- [7] Inácio CA, Pereira-Carvalho RC, Morgado FGA, et al. A tomato fruit rot caused by *Trichothecium roseum* in Brazil[J]. Plant Disease, 2011, 95(10): 1318
- [8] Hamid MI, Hussain M, Ghazanfar MU, et al. *Trichothecium roseum* causes fruit rot of tomato, orange, and apple in Pakistan[J]. Plant Disease, 2014, 98(9): 1271
- [9] Li BJ, Li LS, Gu XF, et al. Identification, occurrence and control of *Trichothecium roseum*[J]. China Vegetables, 2005(6): 55-56 (in Chinese)
李宝聚, 李龙生, 顾兴芳, 等. 瓜类红粉病的病原鉴定、发生与防治[J]. 中国蔬菜, 2005(6): 55-56
- [10] Li JT, Mo SX. Identification and prevention of *Trichothecium roseum*[J]. Journal of Changjiang Vegetables, 2012(11): 45 (in Chinese)
- 李金堂, 默书霞. 黄瓜红粉病的识别及防治[J]. 长江蔬菜, 2012(11): 45
- [11] Pan YM, Gao ZM, Ji WF, et al. Studies on effects of medium nutrients on mycelial growth and conidial production of *Trichothecium roseum*[J]. Journal of Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry (Natural Science Edition), 2005, 33(z1): 68-72 (in Chinese)
潘月敏, 高智谋, 纪文飞, 等. 培养基营养条件对棉铃红粉病菌菌丝生长和孢子形成的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2005, 33(z1): 68-72
- [12] Wang Y, Wang WL, Liu CY, et al. Studies on identification and cultural characterization of *Trichothecium roseum*[J]. Acta Agriculturae Boreali-sinica, 2008, 23(6): 97-100 (in Chinese)
王勇, 王万立, 刘春艳, 等. 番茄红粉病致病病原的鉴定及其培养特性研究[J]. 华北农学报, 2008, 23(6): 97-100
- [13] Fang ZD. Research Method of Plant Pathology[M]. 3rd Edition. Beijing: Chinese Agriculture Press, 1998: 110,182-183 (in Chinese)
方中达. 植病研究方法[M]. 第3版. 北京: 中国农业出版社, 1998: 110,182-183
- [14] Xu ZG. General Plant Pathology[M]. 4th Edition. Beijing: Higher Education Press, 2009 (in Chinese)
许志刚. 普通植物病理学[M]. 第4版. 北京: 高等教育出版社, 2009
- [15] Liu F, Yang SJ, Zhan RL, et al. Identification and biological characteristics of macadamia leaf spot caused by *Pestalotiopsis versicolor*[J]. Acta Phytophylacica Sinica, 2011, 38(5): 437-442 (in Chinese)
柳凤, 杨顺锦, 詹儒林, 等. 澳洲坚果叶斑病原鉴定及其生物学特性[J]. 植物保护学报, 2011, 38(5): 437-442
- [16] Dai FL. Chinese Fungus Confluence[M]. Beijing: Science Press, 1979 (in Chinese)
戴芳澜. 中国真菌总汇[M]. 北京: 科学出版社, 1979
- [17] Wang YQ, Yang CD, Chen XR, et al. Identification of potato wilt caused by *Fusarium avenaceum* and the biological characteristics of its pathogen[J]. Plant Protection, 2014, 40(1): 48-53 (in Chinese)
王玉琴, 杨成德, 陈秀蓉, 等. 甘肃省马铃薯枯萎病(*Fusarium avenaceum*)鉴定及其病原生物学特性[J]. 植物保护, 2014, 40(1): 48-53
- [18] Chen XR, Nan ZB, Yang CD, et al. The culture characteristic and nutrition utilization of three species of *Bipolaris*[J]. Acta Prataculturae Sinica, 2005, 14(5): 99-104 (in Chinese)
陈秀蓉, 南志标, 杨成德, 等. 牧草根际3种平脐蠕孢菌培养性状及对营养的利用能力[J]. 草业学报, 2005, 14(5): 99-104
- [19] Hu LP, Ma CH, Yang GM, et al. Studies on pathogen of apple moldy-core disease[J]. Journal of Fruit Science, 1996, 13(3): 157-161 (in Chinese)
呼丽萍, 马春红, 杨光明, 等. 苹果霉心病病原研究[J]. 果树科学, 1996, 13(3): 157-161
- [20] Zhu YW, Wu BQ, Zhang JY. Black-dot disease pathogen and antibacterial drug laboratory screening of bagging pear fruit[J]. The Journal of Hebei Forestry Science and Technology, 2010(6): 1-4 (in Chinese)

- 朱亚伟, 吴炳奇, 张建英. 套袋梨果黑点病原菌分离及其抑菌药物室内筛选[J]. 河北林业科技, 2010(6): 1-4
- [21] Zhu XQ, Wang HX, Qin L, et al. Preliminary studies on pathogenic fungi of chestnut fruit rot and its control[J]. Acta Hort, 2009, 844: 83-88
- [22] Yang B, Yang DP, Gao ZY, et al. Toxicity test of 8 fungicides against *Trichothecium roseum* causing mango fruit rot[J]. Journal of Tropical Biology, 2013, 4(1): 45-49 (in Chinese)
- 杨波, 杨冬平, 高兆银, 等. 杀菌剂对芒果果腐病原粉红单端孢菌的室内毒力测定[J]. 热带生物学报, 2013, 4(1): 45-49
- [23] Zhang ZH, Ying JF, Gao ZM, et al. Comparison of *Trichothecium roseum* isolates from different hosts[C]. Joint Annual Meeting Proceedings of Chinese Society of Plant Pathology and Mycological Society of China in Hangzhou, 2008: 115-116 (in Chinese)
- 章战华, 营金凤, 高智谋, 等. 不同寄主来源的粉红单端孢生物学特性的比较研究[C]. 中国植病、菌物学会杭州联合年会议文集, 2008: 115-116

(上接 p.1320)

征 稿 简 则

3.3 摘要写作注意事项

3.3.1 英文摘要: 1) 建议使用第一人称, 以此可区分研究结果是引用文献还是作者得出的; 2) 建议用主动语态, 被动语态表达拖拉模糊, 尽量不用, 这样可以避免长句, 以求简单清晰; 3) 建议使用过去时态, 要求语法正确, 句子通顺; 4) 英文摘要的内容应与中文摘要一致, 但可比中文摘要更详尽, 写完后务必请英文较好且专业知识强的专家审阅定稿后再返回编辑部。5) 摘要中不要使用缩写语, 除非是人人皆知的, 如: DNA, ATP 等; 6) 在英文摘要中, 不要使用中文字体标点符号。

3.3.2 关键词: 应明确、具体, 一些模糊、笼统的词语最好不用, 如基因、表达……

4 特别说明

4.1 关于测序类论文

凡涉及测定 DNA、RNA 或蛋白质序列的论文, 请先通过国际基因库 EMBL (欧洲)或 GenBank (美国)或 DDBJ (日本), 申请得到国际基因库登录号 (Accession No.)后再投来。

4.2 关于版权

4.2.1 本刊只接受未公开发表的文章, 请勿一稿两投。

4.2.2 凡在本刊通过审稿、同意刊出的文章, 所有形式的 (即各种文字、各种介质的)版权均属本刊编辑部所有。作者如有异议, 敬请事先声明。

4.2.3 对录用的稿件编辑部有权进行文字加工, 但如涉及内容的大量改动, 将请作者过目同意。

4.2.4 文责自负。作者必须保证论文的真实性, 因抄袭剽窃、弄虚作假等行为引发的一切后果, 由作者自负。

4.3 审稿程序及提前发表

4.3.1 来稿刊登与否由编委会最后审定。对不录用的稿件, 一般在收稿 2 个月之内通过 E-mail 说明原因, 作者登陆我刊系统也可查看。稿件经过初审、终审通过后, 作者根据编辑部返回的退修意见进行修改补充, 然后以投稿时的用户名和密码登陆我刊系统上传修改稿, 待编辑部复审后将给作者发稿件录用通知单, 稿件按照投稿先后排队发表。

4.3.2 对投稿的个人和单位一视同仁。坚持文稿质量为唯一标准, 对稿件采取择优先登的原则。如作者要求提前发表, 请在投稿的同时提出书面报告, 说明该研究成果的重要性、创新性、竞争性和提前发表的必要性, 经过我刊的严格审查并通过后, 可予提前刊出。

5 发表费及稿费

论文一经录用, 将在发表前根据版面收取一定的发表费并酌付稿酬、赠送样刊。

6 联系方式

地址: 北京市朝阳区北辰西路 1 号院 3 号中国科学院微生物研究所《微生物学通报》编辑部(100101)

Tel: 010-64807511

E-mail: tongbao@im.ac.cn

网址: <http://journals.im.ac.cn/WSWXTBCN>