

串珠镰孢亚粘团变种的生物学特性研究

张文解^{1,2}, 魏生龙³, 周会明³, 贺春贵²

(1 甘肃省植保植检站, 甘肃 兰州 733000; 2 甘肃农业大学 草业学院 植保系, 甘肃 兰州 733000;
3 河西学院 食用菌研究所, 甘肃 张掖 734000)

【摘 要】 【目的】为玉米顶腐病生物防治和预测预报提供指导。【方法】研究了温度、pH、碳源、氮源和光照对玉米顶腐病病原菌串珠镰孢亚粘团变种(*Fusarium moniliforme* var. subglutinans)菌丝生长、产孢量和孢子萌发的影响。【结果】玉米顶腐病病原菌串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长、孢子萌发、产生孢子的最适温度分别为 20~25, 25~30 和 25 ℃。该病原菌在 pH 4~13 能够正常生长、产生孢子并萌发, 菌丝生长的最适 pH 5~12, 孢子萌发的最适 pH 7~9, 产生孢子的最适 pH 6~8。该病原菌在以淀粉、甘露醇为碳源的培养基上菌丝生长最快, 与供试的其他 8 种碳源间差异极显著, 10 种碳源对产孢量的影响无显著差异; 在甘油中孢子萌发率最高。在供试的 8 种氮源上, 该病原菌菌丝均能生长、产孢, 孢子均能萌发; 在以硝酸铵为氮源的培养基上菌丝生长最快, 产孢量最大, 与其他 7 种氮源相比有极显著差异; 在以甘氨酸为氮源的培养液中孢子萌发率最高, 与其他 7 种氮源相比有极显著差异。不同光照处理对串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长的影响差异不显著; 12 h 光暗交替条件下产孢量极显著增大; 连续光照条件下孢子萌发率 100%, 黑暗条件下孢子萌发率仅有 10.8%, 二者差异极显著。【结论】该病原菌菌丝生长、孢子萌发和产生孢子的最适温度分别为 20~25, 25~30 和 25 ℃; 最适 pH 值分别为 5~12, 7~9 和 6~8; 在以淀粉、甘露醇为碳源和以硝酸铵为氮源的培养基上, 该病原菌菌丝生长最快; 光照处理对菌丝生长影响不显著。

【关键词】 玉米顶腐病; 串珠镰孢亚粘团变种; 生物学特性

【中图分类号】 S435.131 【文献标识码】 A 【文章编号】 1671-9387(2008)04-0181-06

On the biological features of the disease producing germ of
Fusarium moniliforme var. subglutinans

ZHANG Wen-jie^{1,2}, WEI Sheng-long³, ZHOU Hui-ming³, HE Chun-gui²

(1 Plant Protection and Quarantine Station of Gansu Province, Lanzhou, Gansu 733000, China;
2 Department of Plant Protection, Pratacultural Institute, Gansu Agriculture University, Lanzhou, Gansu 733000, China;
3 Mushroom Research Institute, Hexi University, Zhangye, Gansu 734000, China)

Abstract: 【Objective】 The study provided some instructions to prevent and cure corn top-rotten disease. 【Method】 A research on the effect of temperature, pH, illumination, carbon and nitrogen sources on mycelial growth, sporulation and spore germination of *Fusarium moniliforme* var. subglutinans, was conducted. 【Result】 The optimum temperature range of mycelial growth, spore germination, and producing spore germination were 20—25 ℃, 25—30 ℃, 25 ℃ respectively. The mycelial could grow and produce spore germination on pH 4—13, the optimum pH for hypha growth was pH 5—12, the optimum acid range for spore germination pH 7—9, and the optimum acid range for producing spore germination pH 6—8. The mycelial could grow on the provided 10 carbons, and grew fast in the culture medium with carbons form

* [收稿日期] 2007-01-19
[基金项目] 甘肃省科技攻关计划项目(2GS064-A41-008); 河西学院西部资源环境化学重点实验室项目(XZ0611)
[作者简介] 张文解(1959—), 男, 甘肃民勤人, 研究员, 主要从事植物病害预测预报研究。
[通讯作者] 魏生龙(1962—), 男, 甘肃古浪人, 副教授, 主要从事植物病理研究。 E-mail: zyws0281@163.com

solubleamy and mannite. There big differences from other 8 carbon sources. The effects of the 10 carbons on the spore germination were almost the same;the spore geminated best in the culture medium whose carbon came from Glycerin,and slowest in the culture medium whose carbon came from L-seminose. The mycelial could grow and germinate in the 8 nitrogen sources. The hypha grew fast in the culture medium whose nitrogen sources came from Ammonium nitrate,and produce the most sporulation,which is quite different from other 7 nitrogen sources;The mycelial germinated the most in the culture medium whose nitrogen sources came from Glycin,which was also different from other 7 ones;continuous illumination,darkness and alternative of the two didn't have a significant differences on the growth of the mycelial;12 h alternatives of illumination made a striking difference on the spore germination;continuous illumination produced 100% spore germination,while darkness resulted in only 10.8%,the difference quite striking.【Conclusion】The optimum temperatures range of mycelial growth,spore germination,and producing spore germination were 20—25 ℃,25—30 ℃,25 ℃ respectively;The optimum pH range were 5—12,7—9,6—8. The mycelial could grow on the provided 10 carbons,and grew fast in the culture medium with carbons form solubleamy and mannite.

Key words: corn top-rotten disease;*Fusarium moniliforme* var. subglutinans;biological feature

玉米顶腐病是由串珠镰孢亚粘团变种(*Fusarium moniliforme* var. subglutinans)侵染引起的,该病原菌还可引起基腐和穗腐^[1-5]。1933 年 Edwards 在澳大利亚首先报道了该病,1936 年 Ullstrup 在美国报道了此病的发生及病原菌生物学特性。在我国,陈捷^[6]、徐秀德等^[7]研究了该病害在辽宁省阜新地区的发生与危害,据徐秀德等^[7]报道仅辽宁省阜新地区 1998 年玉米顶腐病发生面积达 4 万多 hm²,占玉米种植面积的 1/3。自 20 世纪 80 年代以来,以河西走廊为主要基地的玉米制种产业在甘肃省逐步发展,现已成为全国最大的玉米种子生产基地,2005 年全省玉米杂交制种面积达到 8.2 万 hm²(其中河西走廊达到 7.6 万 hm²),生产种子 5 亿多 kg,占全国用种量的 50% 以上。据笔者调查,自 2000 年以来,甘肃酒泉、张掖、武威 3 市均发生了玉米顶腐病,2004 年玉米顶腐病在被调查的 18 个玉米品种上,发病率达到 7%~30%,严重田块达到 80% 左右,苗期死亡严重。目前,玉米顶腐病在甘肃省制种田玉米上严重发生,对甘肃玉米制种产业威胁很大。由于玉米顶腐病在我国尚属近年新发现的病害,国内研究很少,未见系统研究报道和有效的防治措施。本试验系统研究了温度、pH、碳源、氮源和光照对玉米顶腐病菌——串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长、产孢量和孢子萌发的影响,以期对玉米顶腐病生物防治和预测预报提供指导。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试菌种 串珠镰孢亚粘团变种(*Fusari-*

um moniliforme var. subglutinans),由甘肃张掖河西学院食用菌研究所于 2004-06 从玉米自交系 p138 病叶上分离纯化获得纯菌种,2005 年按柯赫氏法则将此菌种接种在 p138 上,发生玉米顶腐病典型症状。

1.1.2 供试碳源 包括淀粉、甘油、蔗糖、葡萄糖、D-果糖、乳糖、鼠李糖、麦芽糖、甘露醇、L-山梨糖。

1.1.3 供试氮源 包括硝酸铵、苯丙氨酸、甘氨酸、酪氨酸、丙氨酸、谷氨酸钠、赖氨酸、亮氨酸。

1.2 方法^[8-11]

1.2.1 温度对串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长、产孢量和孢子萌发的影响^[12] 先将玉米顶腐病接种于 PDA 培养基上,在 25 ℃恒温、黑暗条件下连续培养 10 d,以形成可供试验的菌落。用打孔器取直径 5 mm 的菌落 1 块,放在 PDA 平板中央,每 4 皿 1 组,分别置于 5,10,15,20,25,30,35,40,45 ℃恒温培养箱中,连续培养 8 d,用十字交叉法测量菌落直径。分别取不同温度下生长的菌落(直径 5 mm)4 块,投入添加 10 mL 无菌水试管中,充分振荡摇匀,制成菌悬液,用血球计数板在显微镜下统计每毫升菌液中的孢子数。将已配好的菌悬液滴加在载玻片上,置于 25 ℃恒温箱内保湿、黑暗培养,分别于培养 6 和 24 h 后,在显微镜下观察记载孢子萌发数,计算孢子萌发率。孢子萌发率/%=萌发孢子数/孢子总数×100%。

1.2.2 pH 值对串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长、产孢量和孢子萌发的影响^[13] 用质量分数 10% NaOH 和体积分数 10% HCl,将 PDA 培养基的 pH 值调节为 4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,于 121 ℃灭

菌 30 min 后,倒在 90 mm 的培养皿中制成固体平板。用打孔器取直径 5 mm 菌落 1 块,放入平板中央,同一 pH 值作 3 皿重复,置于 25 ℃ 恒温培养箱中连续培养 8 d,测定菌落直径、产孢量。用柠檬酸、磷酸盐配成 pH 值分别为 4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 的缓冲液,在每一缓冲液中加入 4 块直径 5 mm 的菌落块,充分振荡,制成菌悬液,用血球计数板在显微镜下测出每毫升菌液中的孢子数。之后将菌悬液滴加在载玻片上,于黑暗、25 ℃ 条件下分别保湿培养 6 和 12 h 后,在显微镜下镜检孢子萌发数,计算孢子萌发率。

1.2.3 碳源和氮源对串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长、产孢量、孢子萌发的影响^[14] (1)碳源。测定碳源利用的基础培养基:(NH₄)₂SO₄ 3 g,NaCl 1 g,KH₂PO₄ 2 g,琼脂 20 g,水 1 000 mL。将碳源利用的基础培养基装入 250 mL 三角瓶中,每瓶 150 mL,121 ℃ 灭菌 30 min 后,分别加入含 1 g 碳素的不同供试碳源(碳源加入量根据碳源分子量由 1 g 碳素换算而成),再经 1.0 kg/cm² 灭菌 10 min,倒平板,冷凝后在每一平板中央接入直径 5 mm 的菌落 1 块,每一碳源设 4 皿作重复,置于 25 ℃ 恒温箱中,连续培养 8 d 后测定菌落直径和产孢量。

(2)氮源。测定氮源利用的基础培养基:酵母浸膏 1 g,KH₂PO₄ 2 g,琼脂 20 g,水 1 000 mL。将 150 mL 氮源利用的基础培养基装入 250 mL 三角瓶中,121 ℃ 灭菌 30 min 后,分别加入含 1 g 氮素的

不同供试氮源(氮源加入量根据氮源分子量由 1 g 氮素换算而成),其余步骤同 1.2.3(1)。

孢子萌发的测定方法:将每一种供试碳源和供试氮源,配成含有 1 g 碳素和 1 g 氮素的溶液,每种溶液取 10 mL,加入 4 块直径 5 mm 的菌落块,振荡摇匀,取菌悬液滴加在载玻片上,置于黑暗、25 ℃ 条件下保湿培养 6,24 h 后,在显微镜下镜检孢子萌发数,以 24 h 的孢子萌发数计算孢子萌发率。

1.2.4 光照对串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长、产孢量、孢子萌发的影响^[15] 用无菌打孔器取直径 5 mm 的菌落,接种于 PDA 培养基中央,分别置于连续光照(3 000 lx 日光灯)、12 h 光暗交替和完全黑暗 3 种光照条件下,于 25 ℃ 恒温培养 8 d 后测定菌落直径和产孢量,然后将孢子悬液滴加在载玻片上,置于连续光照、12 h 光暗交替和完全黑暗 3 种光照条件下保湿培养 6,24 后,镜检孢子萌发数,以 24 h 的孢子萌发数计算孢子萌发率。

2 结果与分析

2.1 温度对串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长、产孢量和孢子萌发的影响

图 1 和图 2 表明,在 PDA 培养基上,串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长的最适温度 20~25 ℃,孢子在 10 ℃ 以下和 35 ℃ 以上不能萌发,孢子萌发的最适温度 25~30 ℃。产生孢子的最适温度 25 ℃。

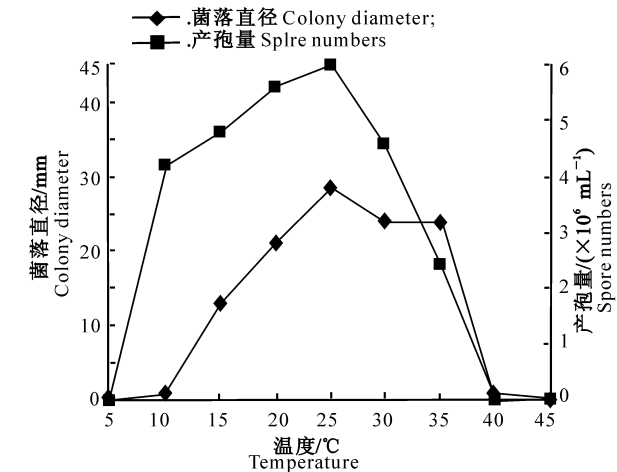


图 1 温度对串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长和产孢量的影响

Fig.1 Effects of temperature on mycelial growth and sporulation of *Fusarium moniliforme* var. subglutinans

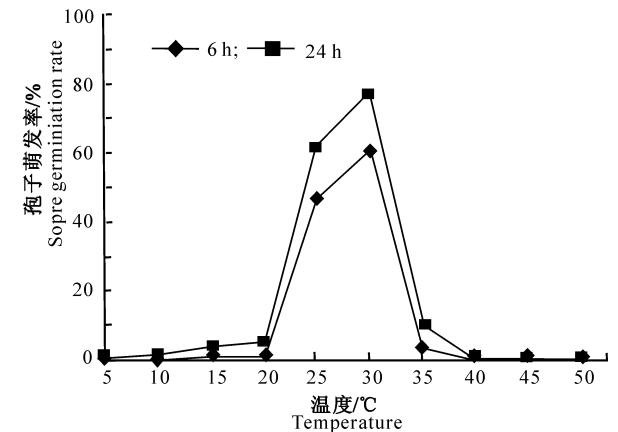


图 2 温度对串珠镰孢亚粘团变种孢子萌发的影响

Fig.2 Effects of temperature on spore germination of *Fusarium moniliforme* var. subglutinans

2.2 pH 值对串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长、产孢量和孢子萌发的影响

图 3 和图 4 表明,在 pH 4~13,串珠镰孢亚粘

团变种菌丝均能够生长、产生孢子并萌发,菌丝生长的最适 pH 为 5~12,孢子萌发的最适 pH 为 7~9,产生孢子的最适 pH 为 6~8。

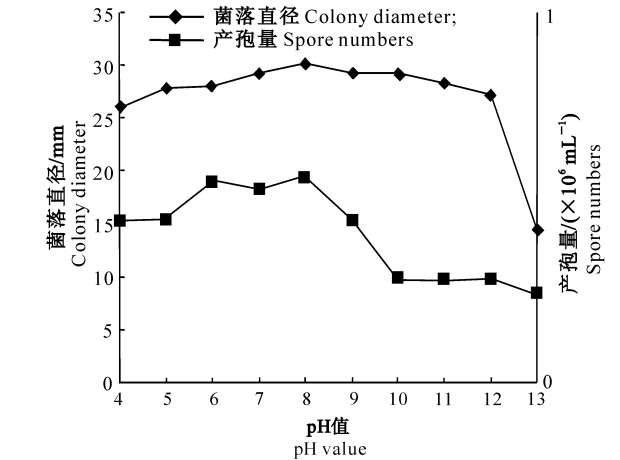


图 3 不同 pH 值对串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长和产孢量的影响

Fig. 3 Effects of pH on mycelial growth and sporulation of *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*

2.3 碳源对串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长、产孢量和孢子萌发的影响

从表 1 可以看出,在供试的 10 种碳源上,串珠镰孢亚粘团变种菌丝均能生长,其中以淀粉、甘露醇为碳源的培养基上菌丝生长最快,与其他 8 种碳源差异极显著;10 种碳源对产孢量的影响差异不显

著;在甘油中孢子萌发率最高,与其他 9 种碳源差异极显著;在以 L-山梨糖为碳源的培养基上菌丝生长最慢,与其他 9 种供试碳源差异极显著,孢子萌发率除与麦芽糖无显著差异外,与其他 8 种碳源差异极显著。综合分析认为,培养该病原菌以淀粉为碳源较为适宜。

表 1 不同碳源对串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长、产孢量和孢子萌发的影响

Table 1 Effects of different carbon sources on mycelial growth,sporulation and spore germination of *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*

碳源 Carbon	菌落直径/mm Colony diameter	产孢量/ $(\times 10^6 \text{ mL}^{-1})$ Spore number	孢子萌发率/% Spore germination rate
淀粉 Solubleamy	32.00 aA	3.04 aA	29.4 cC
甘露醇 Mannite	31.38 aA	2.72 aA	40.5 bB
乳糖 Lactose	28.88 bB	2.08 aA	40.0 bB
鼠李糖 Rhamnose	27.75 bcBC	2.88 aA	40.0 bB
麦芽糖 Maltose	27.38 bcBC	2.08 aA	25.0 dD
蔗糖 Sucrose	27.13 bcBC	2.08 aA	3.0 fF
葡萄糖 Glucose	26.63 cBC	1.60 aA	15.0 eE
D-果糖 D-fructose	26.13 cBC	1.76 aA	40.0 bB
甘油 Glycerin	25.63 cC	1.92 aA	45.0 aA
L-山梨糖 L-seminose	5.00 dD	2.72 aA	23.0 dD

注:表中数字为 4 次重复的平均值;同列数据后标不同大写字母者表示差异极显著($P<0.01$),标不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$)。下表同。

Note: Mean of observations; values in the same colum with different letters are significantly different(level of significance is 5% for letters in lowercase, and 1% for those in uppercase). The same goes with the following tables.

2.4 氮源对串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长、产孢量和孢子萌发的影响

由表 2 可见,在供试的 8 种氮源上,串珠镰孢亚粘团变种菌丝均能生长、产孢,孢子均能萌发,其中

在以硝酸铵为氮源的培养基上菌丝生长最快,产孢量最大,与其他 7 种氮源差异极显著;在以甘氨酸为氮源的培养基中孢子萌发率最高,与其他 7 种氮源差异极显著;在以苯丙氨酸和甘氨酸为氮源的培养

基上菌丝生长较快,产孢量无显著差异,但孢子萌发率差异显著;酪氨酸与丙氨酸 2 种氮源对菌丝生长、产孢量的影响差异不显著,但在以丙氨酸为氮源的培养基中孢子萌发率极显著高于酪氨酸;赖氨酸和亮氨酸对菌丝生长的影响差异不显著,但对产孢量和孢子萌发的影响差异达显著和极显著水平。综合分析认为,培养该病原菌以硝酸铵为氮源较为适宜。

表 2 不同氮源对串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长、产孢量和孢子萌发的影响

Table 2 Effects of different nitrogen sources on mycelium growth,sporulation and spore germination of *Fusarium moniliforme* var. subglutinans

氮源 Nitrogen	菌落直径/mm Colony diameter	产孢量/(×10 ⁶ mL ⁻¹) Spore number	孢子萌发率/% Spore germination rate
硝酸铵 Ammonium nitrate	33.48 aA	9.60 aA	51.7 fE
苯丙氨酸 Phenylalanine	29.38 bB	2.40 cB	83.3 bB
甘氨酸 Glycine	29.08 bB	4.48 bcB	93.9 aA
酪氨酸 Tyrosine	26.65 bcB	3.36 cB	40.0 gF
丙氨酸 Alanine	26.58 bcB	2.88 cB	72.7 cD
谷氨酸钠 Glutamine	23.30 cC	2.72 cB	75.6c dC
赖氨酸 L-lysine	16.40 dD	3.04 cB	77.4 cC
亮氨酸 Leucine	15.80 dD	5.28 bB	66.7 eD

2.5 光照对串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长、产孢量和孢子萌发的影响

表 3 表明,不同光照处理对串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长的影响差异不显著;12 h 光暗交替处理的产孢量极显著高于连续光照和完全黑暗处理,连

续光照条件下孢子萌发率为 100%,而完全黑暗处理的孢子萌发率仅有 10.8%,两者差异极显著。综合分析认为,该病原菌培养以 12 h 光暗交替较为适宜。

表 3 不同光照处理对串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长、产孢量和孢子萌发的影响

Table 3 Effects of different light on mycelium growth,sporulation and spore germination of *Fusarium moniliforme* var. subglutinans

光照处理 Light treatment	菌落直径/mm Colony diameter	产孢量/(×10 ⁶ mL ⁻¹) Spore number	孢子萌发率/% Spore germination rate
连续光照 Cotinuousiumination	34.5 aA	0.48 cC	100.0 aA
完全黑暗 Darkness	31.5 bA	1.60 bB	10.8 cC
12 h 光暗交替 Alternate dark(12 h)and illumi- nati(12 h)	34.0 abA	1.92 aA	69.7 bB

3 讨 论

田间调查结果显示,玉米顶腐病在酸性土壤和碱性土壤上的发病率无显著差异,这与本试验中串珠镰孢亚粘团变种在 pH 4~13 能够生长、产生孢子并萌发的结果一致;该病原菌在以硝酸铵为氮源的培养基上菌丝生长最快,产孢量最大,生产中应控制或减少硝酸铵的施用量。该病原菌虽然在供试的 10 种碳源上均能生长,但对菌丝生长、产孢、孢子萌发的影响不同,培养该病原菌应根据培养目的选择使用不同碳源;由于琼脂在 pH 4 以下不凝固,所以本试验没有测到该病原菌菌丝在 pH 4 以下的生长状况。

4 结 论

(1)该病原菌菌丝生长的最适温度 20~25℃;孢子萌发的最适温度 25~30℃;产生孢子的最适温

度 25℃。

(2)该病原菌在 pH 4~13 能够生长、产生孢子并萌发,菌丝生长的最适 pH 5~12,孢子萌发的最适 pH 7~9,产生孢子的最适 pH 6~8。

(3)该病原菌在供试的 10 种碳源上均可生长,在以淀粉、甘露醇为碳源的培养基上菌丝生长最快,与其他 8 种碳源间有极显著差异,在以 L-山梨糖为碳源的培养基上菌丝生长最慢;10 种碳源对产孢量的影响无显著差异;在甘油中孢子的萌发率最高。

(4)在以硝酸铵为氮源的培养基上菌丝生长最快,产孢量最大,与其他 7 种氮源相比有极显著差异;在以甘氨酸为氮源的培养基中孢子萌发率最高,与其他 7 种氮源相比有极显著差异。

(5)不同光照处理对串珠镰孢亚粘团变种菌丝生长的影响差异不显著;12 h 光暗交替条件下产孢量最大;连续光照条件下孢子萌发率 100%,完全黑暗条件下孢子萌发率仅有 10.8%,二者差异极显

著。

[参考文献]

[1] Gordon W L. The occurrence of *Fusarium* species in Canada 2 Prevalence and taxonomy of *Fusarium* species in cereal seed [J]. Can J Bot,1952,30:209-251.

[2] Alexander H M, Antonovics J, Rausher M D. Relationship of phenotypic and genetic variation in *Plantago lanceolata* to disease caused by *Fusarium moniliforme* var. subglutinans[J]. Oecologia,1984,65:89-93.

[3] Takayuki A O,Donnell K. *Fusarium fractiflexum* sp. nov. and two other species within the *Gibberella fujikuroi* species complex recently discovered in Japan that form aerial conidia in false heads [J]. Mycoscience,2001,42(5):355-362.

[4] Vesonder R F. Moniliformin produced by cultures of *Fusarium moniliforme* var. subglutinans isolated from swine feed[J]. Mycopathologia,1986,95(3):125-129.

[5] Alexander H M. Spatial patterns of disease induced by *Fusarium moniliforme* var. subglutinans in a population of *Plantago lanceolata* [J]. Oecologia,1984,62:33-38.

[6] 陈捷. 我国玉米穗、茎腐病病害研究现状与展望 [J]. 沈阳农业大学学报,2000,31(5):393-401.

Chen J. Status and perspective on research of ear rot and stalk rot in maize[J]. Shenyang Agricultural University, 2000, 31 (5):393-401. (in Chinese)

[7] 徐秀德,董怀玉,赵琦,等. 我国玉米新病害顶腐病的研究初报 [J]. 植物病理学报,2001,31(2):130-134.

Xu X D,Dong H Y,Zhao Q,et al. Preliminary studies on corn top rot in China[J]. Acta Phytopathologica Sinica, 2001, 31 (2):130-134. (in Chinese)

[8] 徐秀德,刘志恒. 高粱新病害顶腐病的初步研究[J]. 植物病理学报,1995,25(4):315-320.

Xu X D, Liu Z H. The occurrence and preliminary studies on sorghum top rot[J]. Acta Phytopathologica Sinica, 1995, 25 (4):315-320. (in Chinese)

[9] 张超冲,李锦茂. 玉米镰孢菌茎腐病发生规律及防治试验 [J]. 植物保护学报,1990,17(3):257-261.

Zhang C C,Li J M. Studied on the occurrence of fusarium stalk rot of corn and its control [J]. Plant Protection,1990,17(3): 257- 261. (in Chinese)

[10] 陈捷,宋佐衡. 玉米茎腐病致病因子的初步研究 [J]. 植物病理学报,1995,25(1):77.

Chen J,Song Z H. A preliminary study on pathogenic agents in corn stalk rot[J]. Acta Phytopathologica Sinica, 1995, 25 (1):77. (in Chinese)

[11] 方中达. 植病研究方法 [M]. 北京:中国农业出版社,1998.

Fang Z D. Research method for plant disease[M]. Beijing: Chinese Agriculture Press,1998. (in Chinese)

[12] 王琪,赖传雅,廖咏梅,等. 龙眼褐斑病病原及其生物学特性 [J]. 植物病理学报,2003,33(5):406-410.

Wang Q,Lai C Y,Liao Y M,et al. Pathogen of brown leaf spot of *Dimocarpus longan* Lour. and its biological characteristics [J]. Acta Phytopathologica Sinica, 2003, 33 (5): 406-410. (in Chinese)

[13] 张君成,张炳欣,陈志谊,等. 稻曲病菌孢子的生物学研究[J]. 植物病理学报,2003,33(1):44-47.

Zhang J C,Zhang B X,Chen Z Y,et al. Study on biology of conidia of *Ustilaginoidea virens* [J]. Acta Phytopathologica Sinica,2003,33(1):44-47. (in Chinese)

[14] 张益先,吕国忠,梁景颐,等. 玉米灰斑病菌生物学特性研究 [J]. 植物病理学报,2003,33(4):292-295.

Zhang Y X,Lu G Z,Liang J Y,et al. Biological characteristics of *Cercospora zeae-maydis* [J]. Acta Phytopathologica Sinica, 2003,33(4):292-295. (in Chinese)

[15] 魏生龙,王治江,于海萍,等. 胡萝卜类腊肠茎点霉生物学特性研究 [J]. 中国农业科学,2006,39(2):300-305.

Wei S L,Wang Z J,Yu H P,et al. Biological characteristics of *Allantophomoides carotae* [J]. Scientia Agrcultura Sinica, 2006,39(2):300-305. (in Chinese)