

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2016)04-0226-09

病虫害防治

## 内蒙古马铃薯枯萎病病原菌鉴定及其生物学特性

陈 慧, 薛玉凤, 蒙美莲, 马志伟, 刘智慧, 胡 俊\*

(内蒙古农业大学农学院, 内蒙古 呼和浩特 010019)

**摘要:** 马铃薯枯萎病在内蒙古马铃薯种植区发生日趋严重。为明确其病原, 2009~2014年对采自内蒙古各地的马铃薯枯萎病病样进行病原菌分离和鉴定。通过形态学鉴定和rDNA-ITS测序、同源性比对, 得知引起内蒙古马铃薯枯萎病病原菌主要为尖孢镰刀菌(*Fusarium oxysporum*)、三线镰刀菌(*F. tricinctum*)和茄病镰刀菌(*F. solani*)。生物学特性研究表明, 尖孢镰刀菌的最适生长温度为25℃, 最适pH为7, 最适合生长的培养基为PDA、PSA、Bilais培养基, 最适碳源为淀粉和麦芽糖, 最适氮源为蛋白胨; 三线镰刀菌的最适生长温度为20℃, 最适pH为7, 最适生长的培养基为玉米粉和燕麦粉培养基, 最适碳源为淀粉, 最适氮源为尿素; 茄病镰刀菌的最适温度为30℃, 最适pH为7, 最适合生长的培养基为PSA培养基, 最适碳源为葡萄糖和蔗糖, 最适氮源为硝酸钾。

**关键词:** 马铃薯枯萎病; 镰刀菌; 鉴定; 生物学特性

## Pathogen Identification and Biological Characteristics of Potato Wilt in Inner Mongolia

CHEN Hui, XUE Yufeng, MENG Meilian, MA Zhiwei, LIU Zhihui, HU Jun\*

(College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019, China)

**Abstract:** In recent years, the potato wilt is becoming more and more serious in Inner Mongolia. In order to identify the pathogen, some suspected samples were collected, isolated and identified in Inner Mongolia from 2009 to 2014. Morphologic characteristics, pathogenicity test and molecular method were used to identify the pathogen. The results showed that the main pathogen causing potato wilt was *Fusarium oxysporum*, *F. tricinctum* and *F. solani* in Inner Mongolia. For the growth of *F. oxysporum*, its optimal temperature was 25 °C; the optimal pH was 7; the best culture medium was PDA, PSA and Bilais; the optimal carbon source was starch and maltose, and nitrogen source was peptone. For the growth of *F. tricinctum*, its optimal temperature was 20 °C; the optimal pH was 7; the best culture medium was cornmeal agar and oatmeal media; and the optimal carbon source and nitrogen source were starch and carbamide. For the growth of *F. solani*, its optimal temperature was 30 °C; the optimal pH was 7; the best culture medium was PSA; the optimal carbon source were glucose and sucrose, and nitrogen source was potassium nitrate.

**Key Words:** potato wilt; *Fusarium*; pathogen identification; biological characteristic

马铃薯是一种具有较大优势的作物, 生育期短, 适应性强, 产量高, 用途广。马铃薯除用做日常膳食直接食用消费外, 还在更为广泛的领域被开

发利用, 是世界性的农业资源与多种食品加工和工业原料。进一步推动马铃薯产业的发展, 对产区农民脱贫致富和缓解中国粮食安全压力具有重要战略

收稿日期: 2015-03-12

基金项目: 国家现代马铃薯产业技术体系建设岗位专家专项(nycytx-15, gwzj-20)。

作者简介: 陈慧(1990-), 女, 硕士研究生, 研究方向为马铃薯病害。

\*通信作者(Corresponding author): 胡俊, 教授, 研究方向为植物病害综合防治, E-mail: hujun6202@126.com。

意义和现实意义。

随着马铃薯栽培面积的不断增长, 轮作倒茬变得困难, 使得马铃薯病害种类不断增加且危害也日渐加重, 严重制约着马铃薯产业的健康稳步发展。马铃薯枯萎病是近几年新发现的一种由镰刀菌感染引起的土传病害, 在全国各地均有发生, 据调查在内蒙古自治区的一些种植区严重地块发病率达78.0%, 导致马铃薯减产并影响其经济效益。

据 Rakhimov 和 Khakimov<sup>[1]</sup>报道, 马铃薯枯萎病是由镰刀菌的 5 个不同种引起的, 即茄病镰刀菌(*Fusarium solani*)、雪腐镰刀菌(*F. nivale*)、尖孢镰刀菌(*F. oxysporum*)、串珠镰刀菌(*F. moniliforme*)和接骨木镰刀菌(*F. sambucinum*)。彭学文和朱杰华<sup>[2]</sup>报道, 河北省马铃薯枯萎病是由 *F. solani*、*F. moniliforme* 以及 *F. oxysporum* 引起的。王玉琴等<sup>[3]</sup>报道, 甘肃省马铃薯枯萎病是由燕麦镰刀菌(*F. avenaceum*)引起的。王丽丽等<sup>[4]</sup>报道, 新疆马铃薯枯萎病的病原菌由 *F. moniliforme*、*F. solani* 和 *F. oxysporum* 3 个种引起。

为明确内蒙古马铃薯枯萎病的病原, 2009~2014 年对采自内蒙古各地的马铃薯枯萎病病样进行病原菌分离和鉴定, 同时对其生物学特性进行研究, 奠定了马铃薯枯萎病防治研究的基础。

## 1 材料与方 法

### 1.1 病原菌的分离与纯化

2009~2014 年对从内蒙古包头市、乌兰察布市、呼和浩特市和锡林郭勒盟等地采集到的具有典型马铃薯枯萎病症状的病株和病薯用组织分离法进行分离<sup>[5]</sup>。在 PSA 培养基上进行培养纯化, 将纯化的菌株采用琼脂平板表面单孢子挑取法进行单孢分离<sup>[5]</sup>, 进一步纯化后于 PSA 斜面培养基上 4℃ 保存备用。

### 1.2 致病性测定

将在 PSA 培养基上生长 7~10 d 的菌株分别制取菌饼(5~6 片)接入装有麦麸培养基的三角瓶(500 mL)中, 25℃ 下培养 7~15 d, 待菌丝长满培养基后, 以 1%(质量比)比例与灭菌土混匀制成菌土。

马铃薯‘夏波蒂’种薯在 5% 高锰酸钾溶液中浸泡 10 min, 用清水冲洗干净后播种于盛有菌土的花盆中, 置于温室中培养。以无菌土为对照, 3 次重复, 每个重复 5 株。植株发病后进行再次分离, 将分离物的菌落形态和孢子形态等与接种菌株进行比较。

### 1.3 病原菌鉴定

#### 1.3.1 形态学鉴定

病原菌接种于 PSA 培养基上培养 4 d 后, 观察菌落形态和产生色素情况, 并测量菌落大小, 计算菌丝生长速率。7 d 后在显微镜下观测孢子及产孢细胞的形态和大小, 厚垣孢子的有无等。大型分生孢子测量 50 个, 小型分生孢子测量 20~30 个, 厚垣孢子测量 10 个。不产孢的病原菌接种于 Bilais 培养基上培养 7 d 产孢后进行观测。根据所得结果参照 Booth<sup>[6]</sup>《镰刀菌属》分类系统进行形态学鉴定。

#### 1.3.2 分子生物学鉴定

将纯化后的菌株接种到 PSA 平板上培养 5~7 d, 刮取菌丝, 在液氮中充分研磨后, 用 Ezup 柱式基因组 DNA 抽提试剂盒(生工生物工程(上海)股份有限公司)提取病原菌的 DNA。利用真菌通用引物 ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') 和 ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTTGATATGC-3') 对菌株进行 PCR 扩增。

扩增体系为: 10 × PCR buffer 5 μL (含 Mg<sup>2+</sup>), 10 mmol/L dNTP (10 mmol/L each) 0.75 μL, ExTaqDNA polymerase 0.25 μL, 引物对 2 μL, 模板 DNA 1 μL, 无菌 ddH<sub>2</sub>O 41 μL, 总体积 50 μL。

扩增条件为: 94℃ 预变性 3 min, 94℃ 变性 40 s, 56℃ 退火 40 s, 72℃ 延伸 1 min, 共 35 个循环; 最终 72℃ 延伸 10 min, 放置在 4℃ 下保存。

对获得的扩增产物利用琼脂糖凝胶电泳检测并进行测序, 将得到的序列在 GenBank 中进行比对, 通过同源性分析在分子水平上对病原菌的种进行鉴定。

### 1.4 病原菌生物学特性研究

#### 1.4.1 不同温度对病原菌生长的影响

设 8 个温度梯度, 分别为 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 和 40℃。用打孔器取直径 0.7 cm 菌饼

接于PSA平板培养基上, 每个处理重复5次, 置于不同温度的温箱内培养, 6 d后用十字交叉法测量菌落直径。

#### 1.4.2 不同pH对病原菌生长的影响

设10个pH值梯度, 分别为3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11和12。用打孔器取直径0.7 cm菌饼接于PSA平板培养基上, 每个处理重复5次, 置于25℃温箱内培养, 6 d后用十字交叉法测量菌落直径。

#### 1.4.3 不同培养基对病原菌生长的影响

选取7种不同的培养基, 分别为PDA培养基、PSA培养基、水琼脂培养基、燕麦培养基、玉米粉培养基、查彼培养基、Bilais培养基。用打孔器取直径0.7 cm菌饼接于不同平板培养基, 每个处理重复5次, 置于25℃温箱内培养, 6 d后用十字交叉法测量菌落直径, 并观察菌落形态。

#### 1.4.4 不同碳、氮源对病原菌生长的影响

以Czapek培养基为基础培养基, 用碳百分含量相当的葡萄糖、麦芽糖、乳糖、淀粉、D-果糖、D-甘露醇、D-木糖、甘露糖、半乳糖分别作为碳源代替蔗糖; 用氮百分含量相当的硝酸钾、硝酸铵、尿素、蛋白胨、碳酸铵、碳酸氢铵、氯化铵、L-精氨酸分别作为氮源代替硝酸钠, 制成固体培养基。用打孔器取直径0.7 cm菌饼接于不同平板培养基上, 每个处理重复5次, 置于25℃温

箱内培养, 6 d后用十字交叉法测菌落直径。

### 1.5 数据处理与分析

试验结果采用Excel 2003与SAS 9.0软件进行数据处理与分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 病原菌分离及致病性测定

从279个具有马铃薯枯萎病典型症状的病样中分得43株分离物, 对这些分离物进行了初步的菌丝形态和孢子形态的鉴定, 将这些分离物分为3大类。第1类D有20株, 所占的比例为46.5%; 第2类D1有8株, 所占比例为18.6%; 第3类D2有2株, 所占比例为4.7%。这些分离物采用土壤接种后, 马铃薯植株在生长中后期开始发病, 发病初期, 下部叶片萎蔫, 随着病情的发展, 叶片由下而上逐渐萎蔫枯死(图1a和b), 剖开根茎部可见维管束变褐色或黑褐色(图1c); 切开染病的块茎维管束呈虚线状褐变(图1d)。对发病的植株进行再分离, 得到的分离物与所接菌株形态相同, 依据科赫氏法则, 证明所接菌株为马铃薯枯萎病的病原菌。

### 2.2 病原菌鉴定

#### 2.2.1 形态学鉴定

病原菌D在PSA培养基上培养4 d后菌落直径为6.3~6.5 cm。菌落正面(图2a)为规则的圆形, 边



a.致病性测定症状; b.马铃薯枯萎病田间症状; c.维管束症状; d.块茎症状。

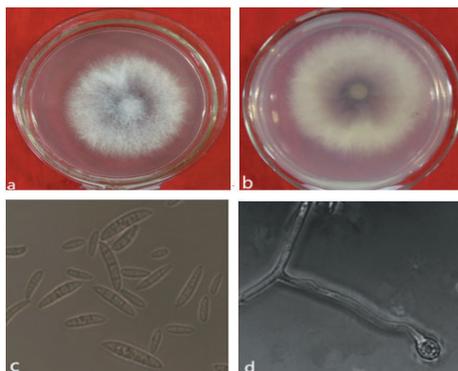
a. Symptoms of pathogenicity test; b. field symptoms of potato wilt; c. symptoms of vascular bundle; and d. symptoms of tuber.

图1 马铃薯枯萎病症状

Figure 1 Symptoms of potato wilt

缘菌丝则呈放射状, 菌丝较细, 菌落绒毡状, 背面(图2b)分泌淡紫色的色素; 以单出瓶梗为方式产孢。大型分生孢子(图2c)相对小型分生孢子稀少, 3~5个分隔, 纺锤形, 两端尖, 大小为11.5~

28  $\mu\text{m} \times 3.1\sim 4.0 \mu\text{m}$ 。小型分生孢子(图2c)无色, 椭圆形或卵形, 大小为3.9~6.4  $\mu\text{m} \times 2.3\sim 2.9 \mu\text{m}$ 。厚垣孢子(图2d)单独生长, 球形, 表面光滑。



a. 菌落正面; b. 菌落背面; c. 大、小型分生孢子; d. 厚垣孢子。

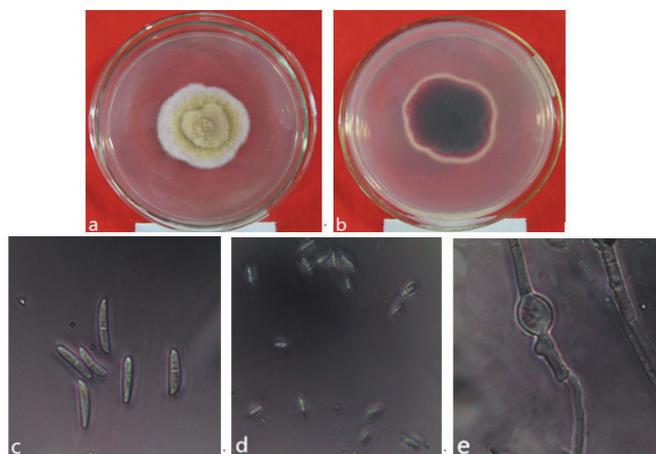
a. Upper surface of the colony; b. lower surface of the colony; c. macroconidium and microconidia; and d. chlamydo-spore.

### 图2 病原菌D形态特征

Figure 2 Morphological characters of pathogen D

病原菌D1(图3a)在PSA培养基上培养4 d后的菌落平均直径为4.2~4.5 cm, 菌丝茂盛, 棉絮状, 粉红色, 上有橘黄色分生孢子座产生, 背面(图3b)培养基变为暗红葡萄酒色。大型分生孢子(图3c)镰刀状, 弯曲, 顶端渐细, 有明显的足孢, 3~5隔, 大小为10.64~20.88  $\mu\text{m} \times 2.66\sim 4.12 \mu\text{m}$ 。

小型分生孢子(图3d)最初至单生瓶状小梗上形成, 以后分生孢子梗产生茂盛的分枝, 卵圆形、梨形, 0~1个分隔, 大小为7.2~9.31  $\mu\text{m} \times 2.4\sim 3.5 \mu\text{m}$ 。厚垣孢子(图3e)稀少, 单生或串生, 偶尔生于短侧枝的顶端, 球形, 大小为6.25~13.75  $\mu\text{m} \times 6.88\sim 18.75 \mu\text{m}$ 。



a. 菌落正面; b. 菌落背面; c. 大型分生孢子; d. 小型分生孢子; e. 厚垣孢子。

a. Upper surface of the colony; b. lower surface of the colony; c. macroconidium; d. microconidia; and e. chlamydo-spore.

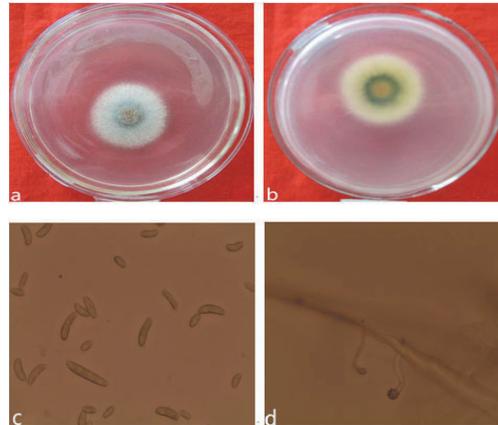
### 图3 病原菌D1形态特征

Figure 3 Morphological characters of pathogen D1

病原菌 D2(图 4a)在 PSA 培养基上培养 4 d 后菌落直径为 3.6~4.3 cm, 边缘比较整齐, 气生菌丝较少, 薄绒状, 白色至浅灰色; 后期背面(图 4b)在菌落中心形成棕色的色素。分生孢子梗为瓶状小梗。大型分生孢子(图 4c)纺锤形, 稍弯, 顶端细胞短, 稍窄细或变钝, 壁厚, 2~8 个隔膜, 大小为 15~55  $\mu\text{m}$   $\times$  3~5.1  $\mu\text{m}$ 。小型分生孢子(图 4c)呈卵

形或肾形, 大小为 4.9~11  $\mu\text{m}$   $\times$  2.4~4  $\mu\text{m}$ 。厚垣孢子(图 4d)表面粗糙, 球形, 对生、单生、串生或顶生。

根据上述形态学特征, 结合 Booth《镰刀菌属》分类系统进行鉴定, 将 D、D1、D2 初步确定为尖孢镰刀菌(*F. oxysporum*)、三线镰刀菌(*F. tricinctum*)、茄病镰刀菌(*F. solani*)。



a. 菌落正面; b. 菌落背面; c. 大、小型分生孢子; d. 厚垣孢子。

a. Upper surface of the colony; b. lower surface of the colony; c. macroconidium and microconidia; and d. chlamydoconidia.

图 4 病原菌 D2 形态特征

Figure 4 Morphological characters of pathogen D2

### 2.2.2 分子生物学鉴定

提取 3 种病原菌的基因组 DNA, 以真菌通用引物 ITS1 和 ITS4 进行 PCR 扩增, 扩增产物用 1% 琼脂糖凝胶电泳检测, 以 DNA Marker-DL2 000 为对照, 在 500 bp 左右有明显的扩增条带(图 5)。扩增

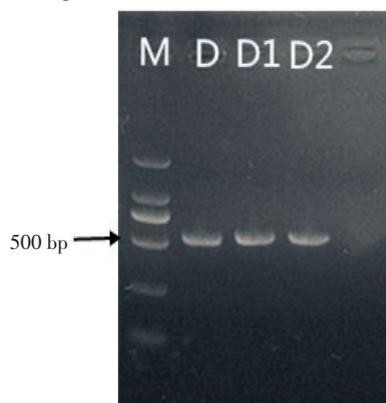


图 5 病原菌 DNA 的 PCR 扩增产物电泳图

Figure 5 Electrophoresis of PCR production with DNA extract of pathogen

产物送上海生工测序, 将测序结果与 GenBank 中所登陆的其他同源序列进行比对, 结果发现, 3 种菌 D、D1、D2 的 rDNA-ITS 序列分别与 GenBank 中的 *F. oxysporum*、*F. tricinctum*、*F. solani* 同源性达 100%、99%、99%, 利用 MEGA 6.06 软件构建了系统发育树, 发现 3 种菌 D、D1、D2 分别与尖孢镰刀菌(*F. oxysporum* JF807396)、三线镰刀菌(*F. tricinctum* EF611092)、茄病镰刀菌(*F. solani* JF912885)亲缘关系最近, 聚在一起(图 6)。结合形态学鉴定结果, 可以确定这 3 种病原菌分别为尖孢镰刀菌、三线镰刀菌、茄病镰刀菌。

### 2.3 病原菌生物学特性研究

#### 2.3.1 不同温度对病原菌生长的影响

图 7 结果所示, 3 种病原菌在 10~35  $^{\circ}\text{C}$  均可生长, 病原菌 D、D1、D2 分别在 25, 20 和 30  $^{\circ}\text{C}$  时菌落的生长速率显著高于其他温度, 为病原菌最适生长温度。温度为 5  $^{\circ}\text{C}$  时病原菌 D 与 D2 不长, 在 40  $^{\circ}\text{C}$  时 3 种病原菌均停止生长。

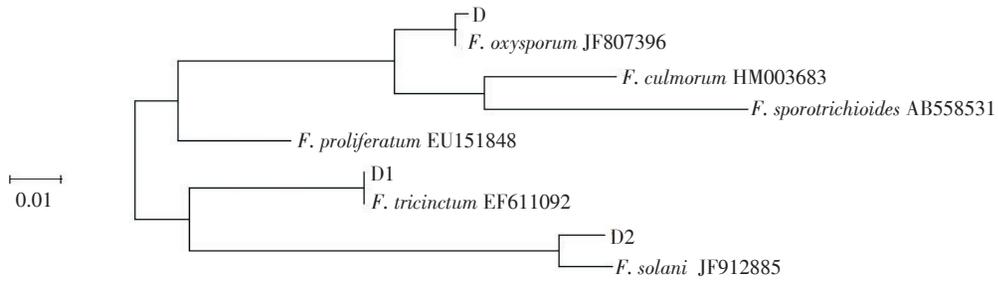
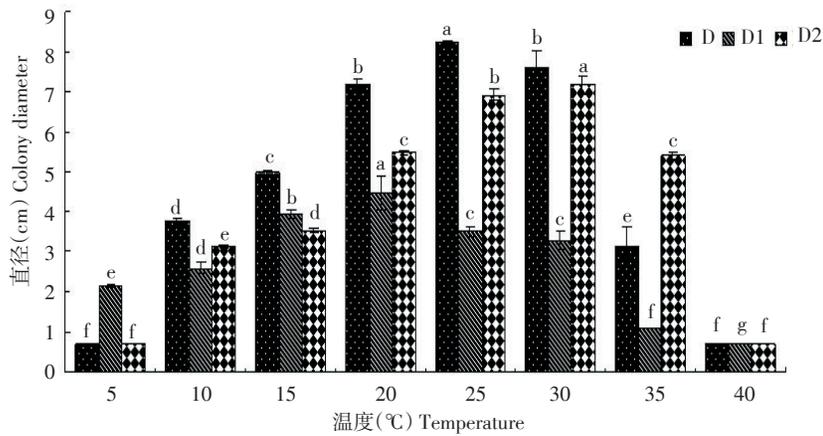


图6 基于rDNA-ITS序列构建的系统发育树

Figure 6 Phylogenetic tree based on rDNA-ITS sequences



误差线为标准误;处理平均值的多重比较采用SSR法,平均值具有不同小写字母表示0.05水平显著。下同。

Error bar represents SE; means with different small letters mean significant difference at 0.05 level of probability using SSR test. The same below.

图7 温度对病原菌生长的影响

Figure 7 Effects of temperature on pathogen growth

### 2.3.2 不同pH对病原菌生长的影响

由图8结果可知, 3种病原菌在pH 3~12均可生长, pH 6~8时, 适合菌丝生长, pH 7时的生长速率显著高于其他处理; 病原菌D、D1在最适pH

时的菌落直径与pH3、pH4、pH11、pH12的菌落直径差异显著, 说明强酸、强碱不适合该菌的生长; 病原菌D2, 强酸可以稍抑制其生长, 但在强碱环境下基本不影响其生长。在pH为3时, 病原

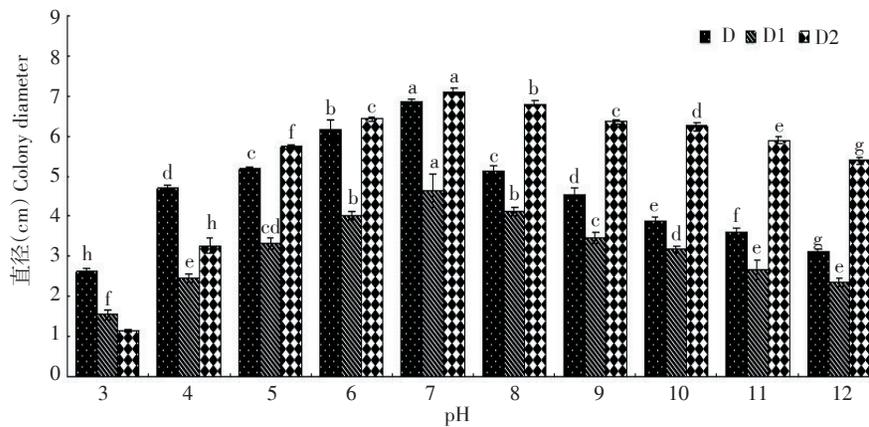


图8 pH对病原菌生长的影响

Figure 8 Effects of pH on pathogen growth

菌D培养基变为红色, 不产生紫色色素; 病原菌D1的菌丝与培养基均为黄色, 不产生酒红色的色素; 病原菌D2的培养基变为橙黄色, 不产生绿色色素, 均与其他处理的正常生长性状不同, 说明强酸环境会影响病原菌色素的形成。

### 2.3.3 不同培养基对病原菌生长的影响

由图9结果可知, 3种病原菌在7种不同的培养基上均可生长。病原菌D的最适培养基为

PDA、PSA、Bilais, 在Bilais培养基上菌丝稀疏, 查彼培养基不适合该病菌的生长; D1的最适培养基为玉米粉与燕麦粉培养基, 这2种培养基菌落生长的直径较大但是菌丝生长稀疏, Bilais与水琼脂培养基不适合该病原菌的生长, 生长速率较慢, 但是Bilais培养基促进该病原菌产孢; D2的最适培养基为PSA, 在燕麦粉培养基上该病原菌生长较慢。

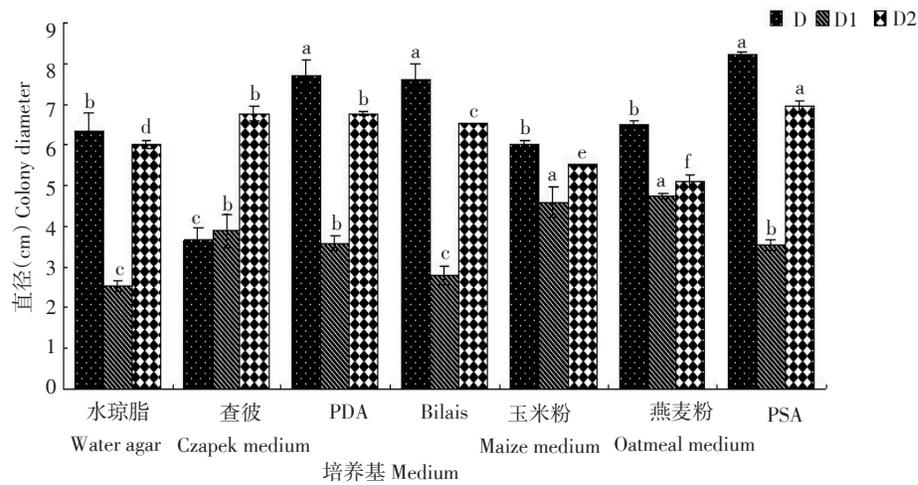


图9 不同培养基对病原菌生长的影响

Figure 9 Effects of different media on pathogen growth

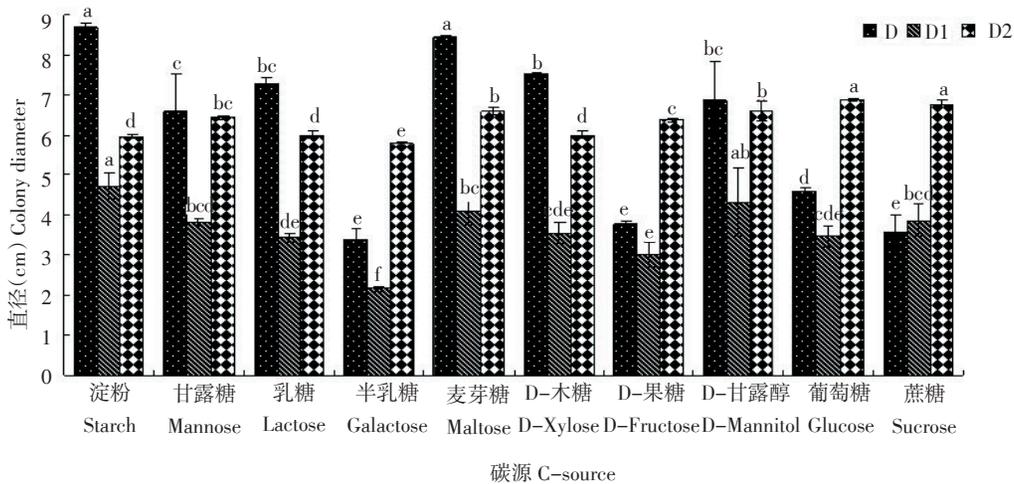


图10 不同碳源对病原菌生长的影响

Figure 10 Effects of different C-source on pathogen growth

### 2.3.4 不同碳、氮源对病原菌生长的影响

由图10结果可知, 病原菌D的最适碳源为淀粉和麦芽糖, 其次为木糖、乳糖、甘露醇, 且之

间差异不显著, 菌丝生长速度最慢的是半乳糖、果糖、蔗糖; 病原菌D1以淀粉为最适碳源, 其次为甘露糖、麦芽糖、甘露醇、蔗糖, 且之间无显

著差异, 在半乳糖为碳源时病菌生长速度最慢, 该碳源与其他碳源差异显著; 病原菌 D2 的最适碳源是葡萄糖与蔗糖, 半乳糖为碳源时菌丝生长速度最慢。

由图 11 可知, 病原菌 D 的最适氮源为蛋白胨, 其次为碳酸氢铵、硝酸钾, 且与最适氮源差异不显著, 病原菌以尿素为氮源时停止生长; 病

病原 D1 的最适氮源为尿素, 且与其他氮源处理差异显著, 其次适合该病原菌生长的氮源为硝酸钾、硝酸钠, 且之间差异不显著, 氮源为硫酸铵、碳酸氢铵、氯化铵时菌丝生长速度最慢, 说明该病原菌对铵态氮的利用率不高; 病原菌 D2 的最适氮源是硝酸钾, 氮源为氯化铵时病菌菌丝生长缓慢。

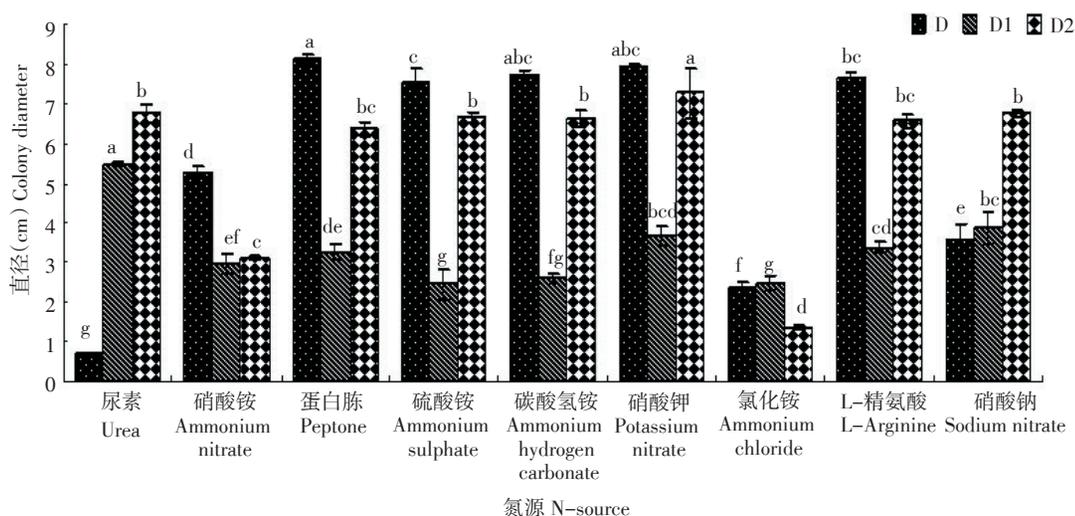


图 11 不同氮源对病原菌的影响

Figure 11 Effects of different N-source on pathogen growth

### 3 讨论

中国是马铃薯生产大国, 近几年来马铃薯的种植面积不断增加, 马铃薯病害种类逐年增多, 危害也渐重。马铃薯枯萎病近年来已经逐渐成为制约马铃薯生产的一大病害, 由于该病是由多种镰刀菌侵染引起的土传病害, 而且镰刀菌的寄主范围较广泛, 因此对于该病的防治比较困难。

本文通过对马铃薯枯萎病病原菌的分离及鉴定得知, 内蒙古地区引起马铃薯枯萎病的病原菌为尖孢镰刀菌、三线镰刀菌和茄病镰刀菌 3 种。据报道<sup>[1,2,4]</sup>马铃薯枯萎病可以由尖孢镰刀菌与茄病镰刀菌引起, 而且这 2 种病原菌也是引起中国新疆和河北地区马铃薯枯萎病的病原菌; 对于三线镰刀菌引起内蒙古地区的马铃薯枯萎病还是首次发现, 尚不清楚该病原菌是否会导致其他马铃薯种植区的枯萎病发生, 而且内蒙古地区是否还存在

其他类型病原菌还需研究。本研究发现, 在所有分离物中, 尖孢镰刀菌所占的比例最大, 为 46.5%, 是内蒙古地区最主要优势的致病菌。

据王勇等<sup>[7]</sup>报道, 茄病镰刀菌的最适生长温度为 26~30 °C, 最适培养基为 PSA 和察氏培养基。杨静美等<sup>[8]</sup>报道, 番木瓜上的茄病镰刀菌的最适生长温度为 25~30 °C, 最适碳源为葡萄糖, 淀粉为碳源时不适合其生长, 最适氮源为蛋白胨, 氯化铵、硫酸铵、磷酸二氢铵抑制其生长。孔琼等<sup>[9]</sup>报道了香荚兰上尖孢镰刀菌的生物学特性, 报道称该菌的最适生长温度 28 °C, 5 °C 和 37 °C 均抑制其生长, 最适的 pH 为 7, 强酸强碱对其生长有抑制作用。本试验结果与前人的研究略有差异, 可能是病原菌的地理来源及寄主不同, 也可能是镰刀菌的遗传差异较大, 几种镰刀菌为不同的变种。

3 种病菌适应性较广, 在温度为 15~30 °C 时均能正常生长, 说明马铃薯枯萎病在整个马铃薯生

长季节均可发生;强酸、强碱环境抑制尖孢镰刀菌与三线镰刀菌的生长,但是茄病镰刀菌对pH不敏感,比较耐碱,在强碱的环境中仍然可以生长。这可能是导致各生态区马铃薯枯萎病都有发生的生物学基础。

本文通过对马铃薯枯萎病病原菌的基本形态特征及生物学特性的研究,初步阐明了病原菌生长与环境条件的关系,为进一步研究马铃薯枯萎病病害发生规律及病害防治提供了一定的理论依据。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] Rakhimov U Kh, Khakimov A Kh. Wilt of potatoes in Uzbekistan [J]. Zashchital Karantin Rastenii, 2000, 3: 46.
- [2] 彭学文,朱杰华.河北省马铃薯真菌病害种类及分布[J].中国马铃薯, 2008, 22(1): 31-33.
- [3] 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.
- [4] 王丽丽,日夜旺古丽,苏皮,等.乌昌地区马铃薯真菌性病害种类及5种新记录[J].新疆农业科学, 2011, 48(2): 266-270.
- [5] 方中达. 植病研究法 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 124, 138.
- [6] Booth C. The Genus of *Fusarium* [M]. Kew, England: CMI, 1971: 100-101.
- [7] 王勇,杨秀荣,杨依军,等.茄根腐病致病病原—茄病镰刀菌及其蓝色变种的生物学特性研究[J].天津农学院学报, 2002, 9(2): 21-25.
- [8] 杨静美,陈健,罗金棠,等.番木瓜茄病镰刀菌的生物学特性研究[J].中国热带农业, 2011, 38(1): 56-58.
- [9] 孔琼,王云月,朱有勇,等.香荚兰尖孢镰刀菌生物学特性[J].西南农业学报, 2005, 18(1): 47-49.



## 大庆金辉农业科技开发有限公司

大庆金辉农业科技开发有限公司成立于2012年3月15日,是一家以农业科技开发、农业机械设备、化肥研发与销售、农业技术推广及技术咨询为经营项目的私营公司,公司总部位于大庆国家级高新技术产业开发区。公司以服务三农为宗旨,以质量和诚信求生存,以科技创新求发展,以广交天下朋友为理念,以农民增收为己任,始终以从事农业生产者的市场需求为导向,以解决生产中出现的实际问题为立足之本。

公司本着“节约就是增效”的观念,针对马铃薯生产中存在的实际问题,提出了从播种到收获的全程高效低成本技术方案。重点技术方案有盐碱地种植解决方案;防治早(晚)疫病、炭疽病、黑痣病等高效、低成本防病方案;除草剂药害(包括前茬、封闭及苗后除草剂使用不当引起的药害)的专用方案;合理施肥技术方案。主要推广的技术有“药肥一体化”防病技术、“水肥一体化”施肥技术、“全程立体化”平衡施肥技术。主要产品有“信丰圆牌”马铃薯大量元素水溶肥、中微量元素水溶肥和叶面肥;有机肥、生物菌肥、专用追肥、盐碱地专用肥等系列产品。可为初次进入马铃薯领域的广大种植户们提供全程技术指导服务。

联系地址: 大庆市高新区火炬新街40号 邮编: 163310

联系人: 高幼华

邮箱: dqjhny@163.com

联系电话: 0459-6280535

手机: 18345440859