

# 人参锈腐病原菌鉴定及生物学特性研究

张 鸿 雁, 任 勇 洋, 曹 新 宇, 赵 伟

(黑龙江八一农垦大学 生命科学技术学院, 黑龙江 大庆 163319)

**摘 要:**以人参锈腐病病株根部分离的菌株 R2 为试材, 采用传统的形态学观察与现代分子生物学技术相结合的方法进行了病原菌鉴定, 并研究其生物学特性。结果表明: 该病原菌为粪壳菌纲(Sordariomycetes), 肉座菌目(Hypocreales), 叶赤壳科(Nectriaceae), 柱孢属(*Cylindrocarpon*), 毁灭柱孢菌(*Cylindrocarpon destructans*)。该菌在马铃薯蔗糖琼脂培养基(PDA)和察氏培养基(CZA)上生长较快, 最适的碳、氮源为蔗糖和尿素, 最适生长温度为 20~25℃, 最适 pH 值为中性偏酸环境。

**关键词:**人参; 锈腐病; 鉴定; 生物学特性

**中图分类号:**S 435.675 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)19-0118-05

人参作为珍贵的中草药, 具有悠久的药用历史和特殊功效, 在许多国家被广泛用于滋补保健和医疗<sup>[1]</sup>, 其产量及质量受到医药业的重视。人参锈腐病是人参生长过程中最普遍、最严重的真菌病害之一<sup>[2]</sup>。该病害在所有参区均可发生, 且随着参龄的增长危害逐年加重, 直接影响人参产量和商品价值<sup>[3]</sup>, 严重限制了人参产业的发展。中国东北地区是人参主要产区之一, 人参锈腐病发病率在 90% 以上, 造成人参减产 30% 左右, 其危害以吉林和黑龙江最为严重<sup>[4]</sup>。戚佩坤等<sup>[5]</sup>调查鉴定, 吉林省人参锈腐病菌皆为柱盘孢菌属 3 个种, 后修订为柱孢菌属<sup>[6]</sup>。徐中志<sup>[7]</sup>报道人参锈腐病菌为柱孢属的 4 个种。人参锈腐病菌种类多样, 不同地域间病菌是否存在差异尚不清楚。黑龙江省是主要人参种植区, 目前尚无黑龙江省人参锈腐病原的研究报道。课题组在小兴安岭参区采集锈腐病病根, 在病健交界处分离病原菌, 利用形态学特征结合 rDNA-ITS 序列分析进行鉴定, 以确立分类地位, 并对其生物学特征进行研究, 旨在为该地区人参锈腐病的病原菌确定及防治提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

于黑龙江省铁力市桃山天德人参果开发有限公司人参基地采集典型人参锈腐病发病植株, 切取一部分病根用于锈腐病病原菌的分离, 获得的病原菌(R2)用于鉴

定和生物学特性分析。

### 1.2 试验方法

1.2.1 病原菌分离纯化 将病根用 75% 乙醇及 1 g/L 升汞进行表面消毒后, 切块放置于 PDA(马铃薯、蔗糖、琼脂)培养基上, 25℃ 培养。待菌落出现后挑取具有病原菌特征的菌落, 接种至平板上进行纯化, 观察菌落形态及颜色, 7 d 后将纯化菌落转接至斜面保存<sup>[8]</sup>。

1.2.2 病原菌致病性测定 采用离体根部接种法<sup>[8]</sup>, 对分离获得的菌株进行致病性测定。采用 4 年生健康人参根, 用水洗净后置于 1% NaClO<sub>4</sub> 溶液中消毒 5 min, 无菌水冲洗 4 次。将纯化培养后的孢子悬浮液, 用针刺法接种于处理后的人参根上, 每根接种 5~10 点, 25℃ 保湿培养。于 7~14 d 后检查接种点侵染情况。试验设 3 次重复, 接种无菌水为对照。

1.2.3 病原菌鉴定 形态学特征观察: 采用插片法<sup>[9]</sup>。将病原菌移接于 PDA 平板培养基上, 25℃ 培养 7 d, 记录菌落形态; 在显微镜下观察分生孢子和厚垣孢子的形状、大小等。ITS 基因序列测定和系统发育分析: 采用改良 CTAB 法<sup>[10]</sup>提取病原菌 DNA。PCR 扩增 ITS 序列<sup>[11]</sup>。正向引物 ITS1 为 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3', 反向引物 ITS4 为 5'-TCCTCCGCTTAATGATATGC-3'。扩增程序为 94℃ 预变性 5 min, 然后取出样品冰浴 5 min, 加入 Taq DNA 聚合酶后, 离心混匀进入循环, 94℃ 变性 1 min, 55℃ 退火 1 min, 72℃ 延伸 1 min, 进行 35 个循环后 72℃ 延伸 10 min。序列分析。获得的序列经过序列拼接后, 利用 BLAST 与 GenBank 数据库中的序列进行比对分析, 获得最相近菌株的序列, 用 Clustalx 1.8 软件按照最大同源性的原则进行排序, 采用 MEGA 5 软件 Neighbor-joining 法构建系统发育树<sup>[12]</sup>。结合形态学特

**第一作者简介:**张鸿雁(1970-), 女, 黑龙江宝清人, 博士, 教授, 研究方向为微生物资源与利用。E-mail: zhy2219@163.com.

**基金项目:**黑龙江八一农垦大学博士启动基金资助项目(XDB2015-17)。

**收稿日期:**2015-05-28

征,参照《真菌鉴定手册》<sup>[13]</sup>进行鉴定。

1.2.4 病原菌生物学特性研究 生长曲线测定:将病原菌菌饼分别接种于 PDA 平板培养基上进行培养,观察测量菌落的直径。培养基对菌丝生长的影响:将病原菌菌饼分别接种于 PDA、CZA(察氏培养基)、OA(燕麦琼脂培养基)和 MATIN(马丁氏培养基)平板培养基上培养,测量菌落直径。碳源对菌丝生长的影响:以 CZA 为基础培养基,分别以菊糖、乳糖、阿拉伯糖、甘露醇、甘油和葡萄糖来置换蔗糖制成含有不同碳源的培养基,接种病原菌菌饼,培养后测量菌落直径。氮源对菌丝生长的影响:以 CZA 为基础培养基,分别以尿素、氯化铵、硫酸铵和蛋白胨来置换硝酸钠制成含有不同氮源的培养基,接种病原菌菌饼,培养后测量菌落直径。温度对菌丝生长的影响:将病原菌菌饼接种于 PDA 平板培养基上,分别置于 10、15、20、25、30℃ 下恒温培养,测量菌落直径。pH 值对菌丝生长的影响:将灭菌的 PDA 培养基调节 pH 为 3、4、5、6、7、8,制成 PDA 平板,接种病原菌菌饼,培养后测量菌落直径。

1.2.5 菌落平均生长速率 菌落平均生长速率(mm/d) = (D-5)/d,式中,D 为菌落直径(mm),d 为总培养天数(d)。

### 1.3 数据分析

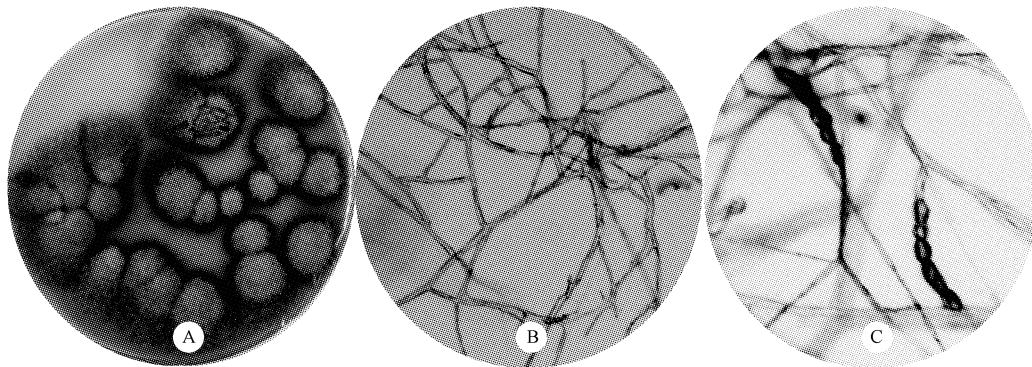
试验数据利用 SPSS 13.0 进行统计和方差分析,并采用 Duncan 法进行差异显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 病原菌分离鉴定

将纯化好的分离物在 PDA 平板培养基上培养,7 d 后观察菌落形态、菌丝形态、分生孢子和厚垣孢子形态大小,经初步鉴定为柱孢菌属(*Cylindrocarpon*)。参照分子生物学结果做进一步鉴定。

培养期间病原菌在 PDA 培养基上生长缓慢,气生菌丝颇短,初白色,后褐色。厚垣孢子数量多,间生,串生,或呈结节状,茶褐色,直径 6~16 μm,分生孢子梗单生或分枝。分生孢子单生,圆柱形,长圆柱形,多具乳头状突起,无色透明。孢子呈正直或微弯,大小为(5~45) μm × (2.5~8.0) μm(图 1)。



注:A,菌落;B,菌丝;C,厚垣孢子。

Note: A, colony; B, mycelium; C, chlamydospore.

图 1 人参锈腐病病原菌 R2 的形态特征

Fig. 1 Morphological characteristics of pathogen R2 causing rust rot of ginseng

### 2.2 病原菌的致病性

7~14 d 后观察发现,接种孢子悬浮液的健根均出现侵染现象。病状与田间发病的人参根相同,而对照参根系无侵染现象。将发病参根病斑进行分离,再次获得与原分离菌一致的病原菌,根据柯赫法则,证明接种菌为人参锈腐病的病原菌。

### 2.3 病原菌 ITS 序列系统发育分析

由图 2 可以看出,病原菌 R2 与菌株毁灭柱孢菌 *Cylindrocarpon destructans* var. *destructans*(AM419065.1) 的相似性为 99.56%。且与其位于进化树同一分支,结合形态学特征,将该菌确定为子囊菌门(Ascomycota),粪壳菌纲(Sordariomycetes),肉座菌目(Hypocreales),叶赤壳科(Nectriaceae),柱孢属(*Cylindrocarpon*),毁灭柱孢菌(*Cylindrocarpon destructans*)。

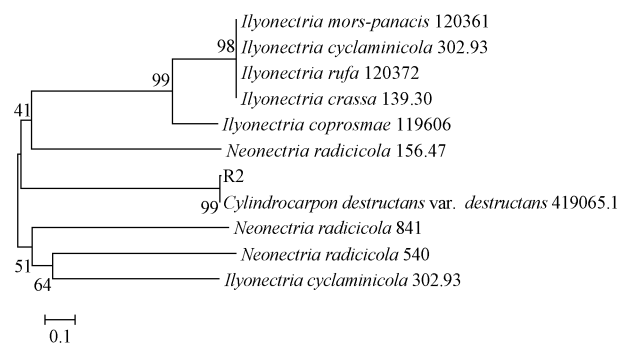


图 2 病原菌 R2 rDNA-ITS 序列  
同源性系统发育树

Fig. 2 Phylogenetic tree of pathogen R2 and related strains based on rDNA-ITS

## 2.4 病原菌生物学特性研究

2.4.1 病原菌生长曲线 连续 16 d 测量 R2 的生长状况,发现 R2 生长速度比较稳定,平均生长速率 3.3 mm/d,结果见表 1。

表 1 病原菌 R2 的生长曲线

Table 1 The growth curve of pathogen R2

| 时间<br>Time<br>/d | 菌落直径<br>Colony<br>diameter/mm | 时间<br>Time<br>/d | 菌落直径<br>Colony<br>diameter/mm | 时间<br>Time<br>/d | 菌落直径<br>Colony<br>diameter/mm | 时间<br>Time<br>/d | 菌落直径<br>Colony<br>diameter/mm |
|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
| 1                | 6.0±1.1                       | 5                | 18.5±3.1                      | 9                | 33.3±4.1                      | 13               | 45.3±3.8                      |
| 2                | 8.3±2.1                       | 6                | 20.8±2.5                      | 10               | 37.0±4.0                      | 14               | 48.0±3.0                      |
| 3                | 11.3±2.9                      | 7                | 25.8±2.1                      | 11               | 40.3±2.5                      | 15               | 50.3±4.1                      |
| 4                | 15.3±3.0                      | 8                | 29.5±3.6                      | 12               | 43.3±2.9                      | 16               | 52.8±3.9                      |

表 2 病原菌 R2 在不同培养基上菌落直径和生长速率

Table 2 Colony diameter and growth rate of the pathogen R2 on different medium

| 培养基<br>Medium | 菌落直径 Colony diameter/mm |            |           |           |           |           |           |           | 平均生长速率<br>The average growth rate/(mm·d <sup>-1</sup> ) |
|---------------|-------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|
|               | 2 d                     | 4 d        | 6 d       | 8 d       | 10 d      | 12 d      | 14 d      | 16 d      |   |
| MATIN         | 15.8±2.2b               | 17.8±3.2c  | 24.0±3.0c | 26.8±2.5c | 32.8±3.0c | 35.8±3.2c | 40.0±3.8c | 43.8±3.2c | 2.42  |
| PDA           | 18.3±2.5a               | 20.8±3.8b  | 30.0±3.2a | 40.3±4.2a | 44.3±4.3a | 47.0±4.0a | 49.8±3.0a | 54.3±4.7a | 3.08  |
| CZA           | 17.8±3.0a               | 25.0±3.0a  | 27.0±2.8b | 36.0±3.9b | 38.3±2.8b | 41.8±2.9b | 45.8±4.2b | 51.8±3.4b | 2.92  |
| OA            | 16.0±2.9b               | 22.0±2.3ab | 24.8±2.1c | 27.3±2.7c | 30.8±4.1d | 34.8±3.1c | 39.8±3.9c | 42.8±4.9c | 2.36  |

注:同列不同小写字母表示相同时间差异达到显著水平( $P<0.05$ )。下同。

Note: The different lowercase letters in the same column show significant difference at 0.05 level. The same below.

2.4.3 不同碳源对病原菌生长的影响 从表 3 可知,不同碳源对病原菌 R2 生长影响显著( $P<0.05$ )。蔗糖作为碳源略显优势,菌落平均生长速率为 4.35 mm/d;在

2.4.2 不同培养基对病原菌生长的影响 从表 2 可以看出,不同培养基对病原菌生长影响显著( $P<0.05$ )。在培养的前 4 d,病原菌 R2 在 CZA 上生长最好,菌落直径可达 25.0 mm,其次是 OA 培养基,菌落直径为 22.0 mm,最差的是 MATIN 培养基。4 d 后,在 PDA 培养基上长势越来越强,16 d 菌落直径可达 54.3 mm,显著大于其它 3 种培养基( $P<0.05$ ),并且菌落较厚,颜色较深;其次是 CZA 培养基,16 d 菌落直径为 51.8 mm。4 种培养基平均生长速率为 PDA>CZA>MATIN>OA。MATIN 和 OA 培养基上菌落平均生长速率接近,菌落薄,颜色较浅。

以葡萄糖为碳源的培养基中,菌落平均生长速率次之,为 4.05 mm/d;对 R2 生长比较差的碳源是葡萄糖,平均生长速率仅为 3.67 mm/d。

表 3 病原菌 R2 在不同碳源上菌落直径和生长速率

Table 3 Colony diameter and growth rate of the pathogen R2 on different carbon source

| 碳源<br>Carbon source | 菌落直径 Colony diameter/mm |           |           |            |           |           |            |  | 平均生长速率<br>The average growth rate/(mm·d <sup>-1</sup> ) |
|---------------------|-------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|--|---|
|                     | 3 d                     | 5 d       | 7 d       | 9 d        | 11 d      | 13 d      | 15 d       |  |   |
| 蔗糖 Sucrose          | 23.3±1.1a               | 30.3±1.3a | 40.3±1.3a | 43.3±1.2b  | 52.8±1.3a | 60.3±1.2a | 70.3±1.2a  |  | 4.35  |
| 菊糖 Inulin           | 20.3±0.2ab              | 26.8±1.5b | 33.3±1.2b | 42.0±1.4bc | 49.8±1.2b | 57.8±1.2b | 65.8±1.5b  |  | 4.05  |
| 乳糖 Lactose          | 22.0±1.2b               | 29.3±1.5a | 33.0±0.7b | 44.8±1.1a  | 49.8±0.7b | 57.3±1.0b | 61.8±1.5cd |  | 3.78  |
| 阿拉伯糖 Arabinose      | 19.3±0.9ab              | 26.3±0.9b | 31.3±1.2c | 43.8±0.9ab | 47.0±1.2c | 52.3±1.2d | 62.3±1.1c  |  | 3.82  |
| 甘露醇 Mannitol        | 17.3±1.3c               | 25.3±1.5c | 28.3±1.1d | 40.3±1.2c  | 45.8±0.8d | 52.3±0.9d | 62.3±0.9c  |  | 3.82  |
| 甘油 Glycerin         | 19.3±0.8bc              | 27.3±1.2b | 34.5±0.7b | 38.8±1.5d  | 44.8±0.9e | 54.8±1.0c | 60.3±0.8d  |  | 3.68  |
| 葡萄糖 Glucose         | 19.3±1.2bc              | 26.8±0.9c | 33.8±1.5b | 40.8±1.0c  | 44.8±1.0e | 54.3±1.1c | 60.0±1.3d  |  | 3.67  |

2.4.4 不同氮源对病原菌生长的影响 从表 4 可知,氮源对病原菌 R2 生长影响显著( $P<0.05$ )。4 种氮源中,培养 8 d 前,尿素和蛋白胨上生长较好,二者基本相当,而氯

化铵和硫酸铵为氮源时生长差。随着培养时间的延长,尿素为氮源时生长较快,而蛋白胨为氮源则逐渐进入稳定期,总体趋势为尿素>蛋白胨>硫酸铵>氯化铵。

表 4 病原菌 R2 在不同氮源上菌落直径和生长速率

Table 4 Colony diameter and growth rate of the pathogen R2 on different nitrogen source

| 氮源<br>Nitrogen source | 菌落直径 Colony diameter/mm |           |           |           |           |            |            |           | 平均生长速率<br>The average growth rate/(mm·d <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|---|
|                       | 4 d                     | 6 d       | 8 d       | 10 d      | 12 d      | 14 d       | 16 d       | 18 d      |   |
| 尿素 Urea               | 10.5±1.1a               | 21.3±1.2a | 28.8±1.4a | 39.3±2.0a | 48.8±2.1a | 62.8±3.1a  | 64.0±2.9ab | 65.0±3.2a | 3.33  |
| 氯化铵 Ammonium chloride | 4.8±0.9c                | 12.8±1.6c | 16.0±1.1c | 21.0±1.7d | 25.0±2.5d | 26.8±1.0d  | 28.3±1.1e  | 28.3±1.1d | 1.29  |
| 硫酸铵 Ammonium sulfate  | 5.3±1.2c                | 11.3±1.4c | 16.8±1.6c | 29.3±1.6c | 30.8±1.2c | 31.3±1.3bc | 35.0±1.3d  | 35.3±1.7c | 1.68  |
| 蛋白胨 Peptone           | 8.8±0.8b                | 19.8±0.8b | 26.8±2.1b | 31.8±2.0b | 41.0±2.0b | 36.3±2.1d  | 43.8±3.1c  | 44.0±1.2b | 2.17  |

2.4.5 不同温度对病原菌生长的影响 从表 5 可知,从 10~30℃,病原菌生长呈由弱到强、又逐渐到弱的趋势,10℃生长最慢,18 d 平均生长率仅为 1.07 mm/d,菌落直径仅 24.3 mm,其次是 15℃和 30℃,菌落平均生长速率

为 3.44 mm/d 和 3.13 mm/d。20℃和 25℃生长最快,到 18 d 时菌落直径皆达 70.0 mm 以上,平均生长速率分别为 3.89 mm/d 和 3.67 mm/d,与其它温度相比较差异显著( $P<0.05$ )。可见,该菌比较适合的温度为 20~25℃。



表 5 病原菌 R2 在不同培养温度下的菌落直径和生长速率

Table 5 Colony diameter and growth rate of the pathogen under different temperature

| 温度<br>Temperature/℃ | 8 d        | 10 d      | 12 d      | 14 d       | 16 d      | 18 d      | 平均生长速率<br>The average growth rate/(mm·d <sup>-1</sup> ) |
|---------------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|---|
| 10                  | 13.3±0.9d  | 19.8±1.9e | 22.3±0.8d | 23.0±0.8e  | 23.0±0.9e | 24.3±0.8e | 1.07  |
| 15                  | 29.0±1.1a  | 34.8±2.1c | 46.3±2.0c | 56.8±1.2c  | 61.0±2.1c | 67.0±2.1c | 3.44  |
| 20                  | 28.3±1.6a  | 48.8±3.1a | 63.0±2.1a | 71.8±3.1a  | 74.5±2.0a | 75.0±1.7a | 3.89  |
| 25                  | 24.8±2.0bc | 37.8±1.8b | 55.3±1.9b | 64.3±2.7b  | 67.8±1.4b | 71.0±1.4b | 3.67  |
| 30                  | 22.3±1.3c  | 30.3±1.4d | 47.3±0.9c | 54.8±1.7cd | 58.8±1.8d | 61.3±1.7d | 3.13  |

2.4.6 不同 pH 值对病原菌生长的影响 从表 6 可以看出,培养基 pH 值对病原菌 R2 生长影响显著。R2 在 pH 3~8 范围内均可生长,随着 pH 值增加,病原菌生长逐渐加快,当 pH 6~7 时生长速度达到高峰,pH 值再增加,生长逐渐减弱。生长最适合 pH 值为 7,13 d 菌落直

径达到 62.8 mm,显著大于其它 pH 条件( $P<0.05$ )。另外,从表 6 还可看出,R2 生长初期对碱性条件的忍耐力差,随着生长时间的延长,对碱性条件的忍耐力要强于对酸性条件的忍耐力。总的看来,病原菌最适合的生长 pH 为中性偏酸环境。

表 6 病原菌 R2 在不同 pH 值培养基上菌落直径和生长速率

Table 6 Colony diameter and growth rate of the pathogen under different pH value conditions

| pH 值<br>pH value | 3 d       | 5 d        | 7 d        | 9 d        | 11 d      | 13 d      | 平均生长速率<br>The average growth rate/(mm·d <sup>-1</sup> ) |
|------------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|---|
| 3                | 13.5±1.0d | 19.0±1.2cd | 22.3±2.0d  | 22.3±1.2e  | 28.3±1.9d | 34.0±2.1e | 2.23  |
| 4                | 14.8±1.1c | 20.0±0.9c  | 26.3±1.6cd | 33.0±1.9de | 42.3±2.0c | 54.8±2.4c | 3.83  |
| 5                | 14.8±0.9c | 18.8±1.0d  | 27.3±1.5c  | 37.3±1.0c  | 43.8±2.3c | 53.8±1.0c | 3.75  |
| 6                | 16.8±1.2b | 23.8±0.9a  | 28.8±1.0b  | 41.3±1.2b  | 48.0±2.0b | 60.8±1.9b | 4.29  |
| 7                | 20.0±1.3a | 22.3±1.3b  | 33.8±1.2a  | 42.8±1.3a  | 55.8±1.6a | 62.8±0.8a | 4.44  |
| 8                | 16.0±1.0b | 19.0±1.4cd | 26.8±0.9cd | 35.3±1.5d  | 42.3±1.9c | 46.8±2.1d | 3.21  |

3 结论与讨论

利用形态学和分子鉴定方法确认引起黑龙江省小兴安岭地区人参锈腐病病原菌 R2 为毁灭柱孢菌(*C. destructans*)。通过生物学特性的研究发现,病原菌 R2 对营养要求并不严格,在所有供试培养基上均可生长,在 PDA 和 CZA 上生长较快,最适的碳、氮源为蔗糖和尿素,最适生长温度 20~25℃,最适 pH 为中性偏酸环境。

毁灭柱孢菌是一种常见土传病害病原菌,在土壤中分布广泛,可以侵染多种植物,如可引起仙客来芽腐<sup>[14]</sup>和葡萄根腐<sup>[15]</sup>等。毁灭柱孢菌也是人参锈腐病的病原菌,其既可侵染苗期人参,也可侵染成熟期人参<sup>[16]</sup>,对人参危害较大。同时,由于毁灭柱孢菌产生的厚垣孢子对外界环境的防御能力强,对其防治比较困难。ZIEZOLD 等<sup>[17]</sup>报道多种抗菌剂对该菌效果不明显,利用生防菌防治人参锈腐病成为一种趋势。该研究获得黑龙江省小兴安岭地区人参锈腐病病原菌,并对其进行了生物学特性研究,可为后续生防放线菌的筛选提供靶标菌。

参考文献

[1] 张怡轩,陈晓莹,赵文倩. 人参皂苷生物转化的研究进展[J]. 沈阳药科大学学报,2008,25(5):419-422.  
[2] 李玉. 农业植物病理学[M]. 长春:吉林科学技术出版社,1992.  
[3] 白容霖. 我国人参锈腐病综合防治研究进展[J]. 植物保护,1990,16(2):40-41.  
[4] 马凤茹,邢云章,王韵秋,等. 人参锈腐病调查方法初探[J]. 中药材科技,1983(5):9-11.  
[5] 戚佩坤,白金铠. 吉林省栽培植物真菌病害志[M]. 北京:科学出版

社,1966.  
[6] 赵曰丰. 关于人参锈腐病菌属名的修正[C]//全国科研系统人参学术会议汇编,1982.  
[7] 徐中志. 人参锈腐病研究概况[J]. 云南农业科技,1994(1):19-21.  
[8] 方中达. 植物研究法[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,1998.  
[9] 程丽娟,薛泉宏. 微生物学实验技术[M]. 西安:世界图书出版公司,2000.  
[10] 孙广宇,张雅梅,张荣. 突脐孢属 *Brn1* 基因核苷酸序列比较及系统发育研究[J]. 菌物学报,2004,23(4):480-486.  
[11] 王玲娜,薛泉宏,唐明,等. 内蒙古芹菜根腐病病株和健株根域土壤的微生物生态研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2010,38(8):167-172,181.  
[12] CUI X L, MAO P, ZENG M. *Streptimonospora salina* gen. nov., sp. nov., a new member of the family Nocardioaceae[J]. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 2001, 51: 357-363.  
[13] 魏景超. 真菌鉴定手册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1979.  
[14] GERLACH W, NIELSSON L. Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Cylindrocarpon* Wr. V. *Nectria radicola* n. sp., die bisher unbekannte Hauptfruchtform von *Cylindrocarpon radicola* Wr [J]. Phytopathol Z, 1963, 48: 251-257.  
[15] HALLEEN F, SCHROERS H J, GROENEWALD J Z, et al. Novel species of *Cylindrocarpon* (*Neonectria*) and *Campylocarpon* gen. nov. associated with black foot disease of grapevines (*Vitis* spp.) [J]. Stud Mycol, 2004, 50: 431-455.  
[16] WHETZEL H H, ROSENBAUM J. The disease of ginseng and their control[M]. Washington: Bull. No. 250. U. S. dep. Agriculture-bureau of Plant Industry., 1912.  
[17] ZIEZOLD M, HALL R, REELEDER R D, et al. Toxicity of fungicides *in vitro* to *Cylindrocarpon destructans* [J]. Journal of Ginseng Research, 1998, 22: 223-228.

DOI:10.11937/bfyy.201519030

# 生鲜电商冷链物流包装技术研究

蔡宋宋<sup>1,2</sup>, 韩澄<sup>3</sup>, 廖甜甜<sup>1,2</sup>, 高勇<sup>1,2</sup>, 姜惠铁<sup>1,2</sup>

(1. 青岛市蓝莓工程技术研究中心, 山东 青岛 266400; 2. 佳沃集团沃林蓝莓果业有限公司, 山东 青岛 266400; 3. 山东外贸职业学院, 山东 青岛 266100)

**摘要:**以蓝莓为保鲜对象,研究不同生鲜电商冷链包装技术,如不同类型冰块、辐射层的使用、保温箱厚度与密度、外界环境温度对包装内温度和蓝莓果实硬度的影响。结果表明:3号冰块(北京精新相能科技有限公司)保鲜效果显著;锡箔辐射层处理较裸保温箱隔热作用显著,将保冷效果相对延长4~6h;泡沫保温箱厚度10mm、密度28.25 kg/m<sup>3</sup>与厚度15mm、密度20.74 kg/m<sup>3</sup>保冷效果相当,但成本相对降低52%;外界环境温度显著影响冷链包装内生鲜产品的新鲜度,25、35℃环境贮运24h蓝莓果实硬度分别下降4%、18%。在优化的生鲜电商包装方式下,可将高温区域快递周期延长至30h以上。

**关键词:**蓝莓;生鲜电商;冷链物流;温度;硬度

**中图分类号:**S 609<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)19-0122-04

生鲜电商被视作国内电商领域的蓝海<sup>[1]</sup>,近年,综合平台、垂直电商、快递等纷纷涉足生鲜电商<sup>[2]</sup>。但是,国内生鲜产业冷链物流存在占有率低,流通损耗大和“最后一公里”配送难题,而生鲜电商散货快递问题尤甚。因此,高损耗、高配送成本、上游采购难把关,一直是这一行业盈利的3个难点<sup>[2-3]</sup>。蓝莓富含花色苷等抗氧化物质,具有改善视力、抗氧化、抗癌及延缓脑神经衰老等保健功能,国际粮农组织将其列为人类五大健康食品之一,被誉为“浆果之王”<sup>[4-6]</sup>,更是生鲜电商的新宠,然而,其在流通中极易产生软化、腐烂霉变等质量问题<sup>[7-8]</sup>,

因此研究生鲜电商非干线冷链物流迫在眉睫。目前生鲜电商虽大量涌现,但关于贮运期冷链包装技术的研究甚少,而化学保鲜剂存在食品安全风险<sup>[9]</sup>。该试验旨在研究生鲜电商冷链物流包装技术,为生鲜物流产业的发展提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试蓝莓品种“蓝丰”,采自佳沃集团青岛蓝莓种植基地。果实全蓝色,正常成熟时采收,采收后立即运至10℃预冷库。快速预冷后,选取横径15~18mm、无机械损伤和病虫害的果实,净重125g于塑料盒,贮藏于0℃冷库。

4种类型冰块,2号和3号由北京精新相能科技有限公司生产,1号和4号由北京优冷冷链科技有限公司

**第一作者简介:**蔡宋宋(1983-),女,硕士,工程师,研究方向为水果贮藏与保鲜技术。E-mail:chengzi218@163.com.

**基金项目:**国家林业公益性行业科研专项资助项目(201204402)。

**收稿日期:**2015-05-28

## Study on Pathogen Identification and Biological Characteristics of Ginseng Rust Rot

ZHANG Hongyan, REN Yongyang, CAO Xinyu, ZHAO Wei

(College of Life Science and Technology, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319)

**Abstract:** Taking phytopathogenic fungus R2 as experimental material which was isolated from Tiande ginseng base in the south of Xiaoxinganling mountain, Tieli, Heilongjiang. Identification and the biological characteristics were conducted by the combination of morphological observation and modern molecular biological technique were studied. The results showed that the pathogen R2 was *Cylindrocarpon destructans*, colony grew well on PDA and CZA, the optimum carbon source and nitrogen source were sucrose and urea, the suitable pH value for mycelia growth was pH 6-7, and the optimum temperature was 20-25℃.

**Keywords:** *Cylindrocarpon destructans*; rust rot; identification; biological characteristics