



陈志焱, 台莲梅, 王天君, 等. 马铃薯疮痂病链霉菌的生物学特性研究[J]. 黑龙江农业科学, 2020(7):71-74.

# 马铃薯疮痂病链霉菌的生物学特性研究

陈志焱, 台莲梅, 王天君, 王 鹏, 陈雪梅

(黑龙江八一农垦大学 农学院, 黑龙江 大庆 163319)

**摘要:**为明确链霉菌的生物学特性,采用生长速率法对链霉菌生长环境条件和营养条件进行研究。结果表明:链霉菌生长的适宜温度为 25~30 ℃,最适生长温度为 30 ℃;在 pH5~10 病菌均可生长,最适 pH 为 6;全黑暗有利于病菌生长。生长最适的碳源为葡萄糖,氮源为 L-赖氨酸。

**关键词:**马铃薯疮痂病;链霉菌;生物学特性

马铃薯如今已经成为仅次于小麦、水稻和玉米的全球第四大重要粮食作物<sup>[1]</sup>。马铃薯既可以作为粮食作物供人们生活所需,也可以作为经济作物应用到多种行业中,而且其营养价值高,对环境的适应能力强,单产增产潜力大,发展前景十分广阔。近几年来,随着马铃薯主粮化战略的推进,种薯、食用薯以及加工原料薯的市场需求大大的增加<sup>[2]</sup>。马铃薯产业发展迅速,经济效益不断提高,同时这也就对马铃薯的外观和质量提出了更高的要求。黑龙江省是我国重要的商品薯、种薯及加工原料薯基地,每年都有大量的种薯和商品薯销往其他城市,占据黑龙江省经济的重要地位<sup>[3]</sup>。随着马铃薯种植面积的不断扩大以及重茬种植,一些土传病害逐渐加重,尤其是马铃薯疮痂病,普遍发生在黑龙江省各地的种植区,发病薯块上会形成褐色木栓化病斑,发病严重时,病斑成片,会严重影响马铃薯的品质与经济价值<sup>[4]</sup>。据报道,在黑龙江省的各个产区,疮痂病的发病率和严重程度呈逐年上升态势<sup>[5]</sup>。

马铃薯疮痂病是由链霉菌引起的一种世界范围内的重要病害,病害主要危害块茎,病菌从皮孔侵入,发病初期薯块表面形成褐色斑点,后期斑点扩大形成圆形或不规则形大斑块<sup>[6]</sup>。侵染点周围组织木栓化,块茎表面变粗糙,病斑中央凸起或凹陷,有时可深入皮层以下,深度可达 7 mm,使得马铃薯的品质下降,加工成本增加,市场竞争力

低<sup>[7-8]</sup>。温度适宜(25~30 ℃)、气候干旱、偏碱性土壤、砂壤土质以及连作重茬均有利于病害的发生<sup>[9-10]</sup>。

马铃薯疮痂病是由多种链霉菌引起的,1890年由 Roland Thaxter 首次分离到疮痂病致病菌株 *Oospora scabies*,后被 Waksman 和 Henrici 命名为 *Streptomyces scabies*<sup>[11-12]</sup>。Kreuze 等<sup>[13]</sup>从纽芬兰地区分离鉴定病原菌,鉴定出 *S. scabies*、*S. turgidiscabies*、*S. actidiscabies*、*S. europaeiscabiei* 等多个种。我国疮痂病病原菌分布存在地域差异,各省之间疮痂病菌有所不同,存在明显的遗传多样性<sup>[14]</sup>。杨德洁等<sup>[15]</sup>研究表明我国北方马铃薯产区疮痂病菌组成稳中有变,分布复杂,目前已知病菌中以 *S. scabies* 分布最为广泛,其他致病种一般为局部或多地发生。赵伟全等<sup>[16]</sup>利用生物学和 16SrDNA 序列对中国 20 个地区的马铃薯疮痂病菌进行鉴定,鉴定出致病病原菌有 *S. scabies*、*S. actidiscabies* 和一个未知种。杨梦平等<sup>[17]</sup>从云南省分离筛选得到 67 株致病菌株进行鉴定,结果显示引起云南省马铃薯疮痂病的病原有 *S. caviscabies*、*S. anulatus*、*S. scabies*、*S. turgidiscabies*、*S. acidiscabies*、*S. europaeiscabiei*、*S. luridiscabiei*、*S. enissocaesilis*、*S. griseus*、*S. aureofaciens*,共 10 种。邢莹莹等<sup>[2]</sup>从黑龙江省 4 个地区的发病马铃薯中分离纯化病原菌进行鉴定,表明黑龙江地区的病原菌有 *S. scabies*、*S. turgidiscabies*、*S. actidiscabies* 三种,其中 *S. scabies* 为优势种。

崔凌霄等<sup>[18]</sup>对甘肃省定西市安定区的马铃薯疮痂病菌通过 OMA 平板培养后测量菌落直径的方法确定该菌株最适生长温度为 30 ℃,最适光照条件为全黑暗,最适 pH8.5,最佳碳氮源分别

收稿日期:2020-04-12

基金项目:黑龙江省农垦总局重点科研计划项目(HKKY 190207);黑龙江八一农垦大学研究生创新科研项目(YJSCX 2019-Y10);黑龙江省马铃薯产业技术协同创新体系项目。

第一作者:陈志焱(1996-),男,在读硕士,从事马铃薯疮痂病生物防治研究。E-mail:15776575536@163.com。

通信作者:台莲梅(1967-),女,博士,教授,从事农作物病害防治研究。E-mail:tailianmei@sina.com。

为肌醇和天冬氨酸;李驰等<sup>[19]</sup>对内蒙古武川县的马铃薯疮痂病菌进行了分离,鉴定出该地区的疮痂病菌为 *S. galilaeus*, 并采用液体培养,测量菌丝干重的方法,确定燕麦液体培养基是该菌株的最适生长培养基,最适 pH 为 7,最适培养温度为 32 ℃,最适碳氮源分别为葡萄糖和 L-甲硫氨酸;马建荣等<sup>[20]</sup>从土壤中分离到疮痂病菌 *S. scabies* 的无致病性变种 C9 菌株,进行多种生理生化特性测定,表明该菌株在 pH < 5.5 时不能生长,当碳源为果糖、阿拉伯糖、蔗糖、甘油时不能生长,当氮源为组氨酸、天冬氨酸、谷氨酸时不能生长;聂峰杰等<sup>[21]</sup>从西北地区土壤中分离得到 6 株致病菌株,并通过筛选测试碳氮源以及 16SrDNA 鉴定的方法得出疮痂链霉菌 (D63862) 和链霉菌不能以果糖和木糖为单一碳源,链霉菌不能以棉子糖为单一碳源,所用供试碳源均可被加利利链霉菌利用。

链霉菌的分布复杂且存在多样性,不同种类生长特性存在一定差异。而关于链霉菌的生物学特性未见报道。因此,本文对黑龙江省马铃薯的疮痂病菌优势种链霉菌的生物学特性进行研究,旨在为该病菌的进一步研究奠定基础,为马铃薯疮痂病在当地的发生、流行研究及防治提供理论依据,对马铃薯疮痂病的综合防控具有重要的意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试链霉菌菌株由黑龙江八一农垦大学农学院病理实验室保存;供试培养基为酵母麦芽糖琼脂培养基(YME)。

### 1.2 方法

1.2.1 YME 培养基的配制 酵母麦芽琼脂培养基(YME):分别称取酵母提取物 4 g、麦芽浸提物 10 g、葡萄糖 4 g、琼脂 20 g,于蒸馏水中水浴加热,待各成分融化后加入蒸馏水定容至 1 L,用 NaOH 或 HCl 调节 pH 至 6.2,121 ℃ 高压灭菌 20 min。

1.2.2 不同温度对链霉菌菌落生长的影响 设 5 个温度梯度处理 20, 25, 28, 30 和 35 ℃,每个处理 4 次重复。病菌在 YME 培养基上培养 12 d 后,用接种环取少量病菌涂布于 YME 平板培养基上,将其置于不同温度的培养箱中,培养 12 d 后测量链霉菌单菌落直径。

1.2.3 不同光照条件对链霉菌菌落生长的影响 设全光照、12 h 光暗交替、黑暗 3 个处理,每个处理 4 次重复。用接种环取少量病菌涂布于 YME 平板培养基上,将其置于不同光照的最适培养温度的恒温培养箱中,培养 12 d 后测量链霉菌单菌落直径。

1.2.4 不同 pH 条件对链霉菌菌落生长的影响 设 8 个 pH 梯度处理 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 和 11,用 NaOH 溶液(1 mol·L<sup>-1</sup>)、HCl 溶液(1 mol·L<sup>-1</sup>)调节配置不同 pH 的 YME 培养基每个处理 4 次重复。用接种环取少量病菌涂布于不同处理的 YME 平板培养基上,将其置于黑暗、最适温度的恒温培养箱中,培养 12 d 后测量链霉菌单菌落直径。

1.2.5 不同碳源对链霉菌菌落生长的影响 以 YME 作为基础培养基,分别以 D-半乳糖、D-麦芽糖、D-甘露糖、D-果糖、乳糖、木糖、蔗糖对 YME 中的葡萄糖进行替换,制成不同碳源的培养基,共 7 个处理,每个处理 4 次重复。用接种环取少量病菌涂布于不同处理的 YME 平板培养基上,将其置于黑暗、最适温度的恒温培养箱中,培养 12 d 后测量链霉菌单菌落直径。

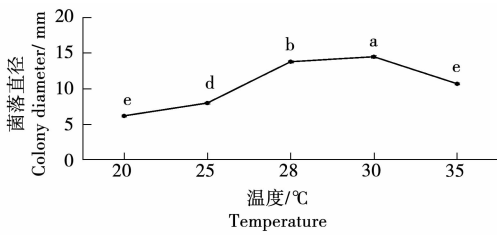
1.2.6 不同氮源对链霉菌菌落生长的影响 以 YME 作为基础培养基,在基础培养基中分别添加 L-赖氨酸、L-半胱氨酸、L-酪氨酸、L-丙氨酸、甲硫氨酸至终浓度为 1%,制成不同氮源的培养基,共 5 个处理,每个处理 4 次重复。用接种环取少量病菌涂布于 YME 平板培养基上,将其置于黑暗、最适温度的恒温培养箱中,培养 12 d 后测量链霉菌单菌落直径。

## 2 结果与分析

### 2.1 环境条件对链霉菌菌落生长的影响

2.1.1 不同温度条件对链霉菌菌落生长的影响 20~30 ℃ 菌落直径随着温度的升高而增大,35 ℃ 时菌落生长速度下降(图 1)。温度为 30 ℃ 时菌落直径达到最大,为 14.50 mm,显著高于其他温度( $P < 0.05$ )。菌株生长的适宜温度为 28~30 ℃,最适生长温度为 30 ℃。

2.1.2 不同光照条件对链霉菌菌落生长的影响 病菌在 3 种光照条件下均可生长,黑暗条件菌落直径最大,达到 15.00 mm,显著高于其他光照条件( $P < 0.05$ ),全光照处理的菌落直径最小,为 6.80 mm(图 2)。说明黑暗适合链霉菌生长,而光照不利于病菌的生长。



不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著,下同。

Different lowercase letters indicate significance difference at 0.05 level. The same below.

图 1 不同温度对链霉菌菌落生长的影响

Fig. 1 Effects of different temperature on colony growth of *Streptomyces scabies*

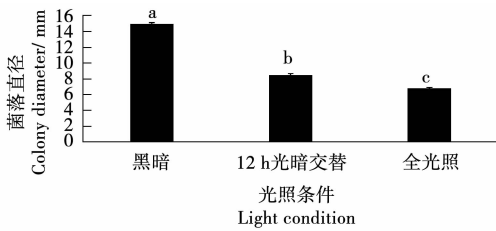


图 2 不同光照条件对链霉菌菌落生长影响

Fig. 2 Effects of different light conditions on colony growth of *Streptomyces scabies*

### 2.1.3 不同 pH 条件对链霉菌菌落生长的影响

病菌在 pH 为 5~10 均可生长, pH4 和 pH11 病菌不生长。当 pH 为 6 时,菌落直径最大,达到 15.60 mm,显著高于其他 pH 条件( $P < 0.05$ ) (图 3)。说明该病菌的最适生长 pH 为 6。

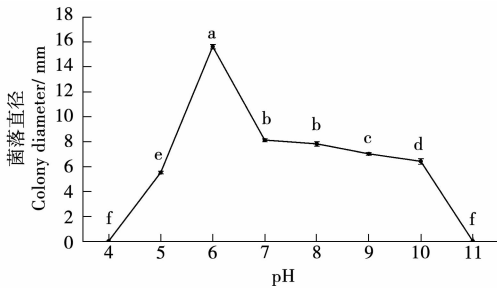


图 3 不同 pH 对链霉菌菌落生长影响

Fig. 3 Effect of different pH on colony growth of *Streptomyces scabies*

## 2.2 营养条件对链霉菌菌落生长的影响

### 2.2.1 不同碳源对链霉菌菌落生长的影响

链霉菌在供试碳源 D-半乳糖、D-麦芽糖、D-甘露糖、乳糖、木糖、蔗糖、D-果糖以及葡萄糖为碳源的培养基中均能生长(表 1)。当碳源为葡萄糖时,菌落直径达到 15.60 mm,显著高于其他碳源条件( $P < 0.05$ ),其次,适宜生长的碳源为蔗糖、乳糖和果糖,菌落直径为 11.10~11.50 mm。最适

病菌生长碳源为葡萄糖。

### 2.2.2 不同氮源对链霉菌菌落生长的影响

链霉菌在供试氮源 L-赖氨酸、L-半胱氨酸、甲硫氨酸、L-酪氨酸、L-丙氨酸的培养基中均能生长(表 1)。当氮源为 L-赖氨酸时,菌落直径达到 11.00 mm,显著高于其他氮源条件( $P < 0.05$ ),其次是 L-酪氨酸有利于病菌生长,菌落直径为 8.60 mm,显著高于对照(直径 5.6 mm)。培养基中加入 L-半胱氨酸、甲硫氨酸、L-丙氨酸时,菌落生长受到抑制,显著低于 CK。该菌的最适生长氮源为 L-赖氨酸。

表 1 不同碳源和氮源对链霉菌菌落生长的影响  
Table 1 Effects of different carbon and nitrogen sources on the growth of *Streptomyces scabies* colonies

碳源	菌落直径	氮源	菌落直径
C-source	Colony diameter/mm	N-source	Colony diameter/mm
葡萄糖 Glucose	15.60 a	L-赖氨酸 L-Lysine	11.00 a
蔗糖 Sucrose	11.50 b	L-酪氨酸 L-Tyrosine	8.60 b
乳糖 Lactose	11.10 b	CK	5.60 c
D-果糖 D-Fructose	11.10 b	L-丙氨酸 L-Alanine	5.40 d
木糖 Xylose	10.20 c	L-半胱氨酸 L-Cysteine	4.30 e
D-甘露糖 D-Mannose	9.50 d	甲硫氨酸 Methionine	3.00 f
D-半乳糖 D-Galactose	8.70 e		
D-麦芽糖 D-Maltose	7.70 f		
CK	5.60 g		

## 3 结论与讨论

本试验结果表明,链霉菌生长的适宜温度为 25~30 °C,最适为温度 30 °C;黑暗有利于菌落的生长,光照对菌落生长存在抑制作用;在 pH 为 5~10 环境中菌落均可生长,以 pH6 最适生长;链霉菌可以利用所有供试碳源和氮源,其中最佳碳源为葡萄糖,最佳氮源为 L-赖氨酸。

崔凌霄等<sup>[18]</sup>报道中,链霉菌的最适生长温度为 30 °C,全黑暗最适病菌生长,最适宜的 pH 为 8.5,最佳碳源为肌醇和甘露醇,氮源为天冬氨酸。李驰等<sup>[19]</sup>的报道中提出链霉菌的最适 pH 为 7,最适培养温度为 32 °C,最适碳源为葡萄糖,最适氮源为 L-甲硫氨酸。本研究表明链霉菌生长最适温度为 30 °C,在 pH 为 4 的条件下病菌不能生长,最适 pH 为 6,最适碳、氮源分别为葡萄糖和

L-赖氨酸。此结果与前人的研究结果不完全一致,原因一是研究的链霉菌种类不同,不同种类的生物学特性存在一定的差异,二是链霉菌所处地理区域以及生存环境不同,适应生长条件有所不同。

马建荣等<sup>[20]</sup>报道链霉菌的无致病性变种 C9 菌株能以葡萄糖和半乳糖作为碳源,但不能以果糖和蔗糖作为碳源生长。本研究表明,致病的链霉菌以葡萄糖、半乳糖、果糖和蔗糖作为碳源生长。研究结果与前人不一致,可能是致病的链霉菌发生了变异形成无致病性的菌株,生长条件也发生了改变。

本研究表明弱酸性有利于链霉菌的生长,以 pH6 最适,25~30 ℃ 适宜病菌的生长。因此在温室或大棚繁殖种薯时对培养温度及土壤酸碱度进行调控,可以抑制病菌的生长,生产中也可以通过调节土壤的酸碱度来减轻由链霉菌引起的马铃薯疮痂病的发生。

#### 参考文献:

[1] Hadi M R, Balali G R. The effect of salicylic acid on the reduction of *Rizoctonia solani* damage in the tubers of marfona potato cultivar[J]. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 2010, 7(4): 492-496.

[2] 邢莹莹, 吕典秋, 魏琪, 等. 黑龙江省部分地区马铃薯疮痂病菌种类及致病性鉴定[J]. 植物保护, 2016, 42(1): 26-32.

[3] 孙静, 金光辉, 刘喜才. 不同药剂施用方式对马铃薯疮痂病的防效[J]. 中国马铃薯, 2015(2): 107-111.

[4] 吴立萍. 马铃薯种质资源的疮痂病抗性鉴定及其抗源的遗传多样性分析[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2017.

[5] 奚启新, 杜凤英, 王凤山, 等. 调节土壤 pH 和药剂防治马铃薯疮痂病[J]. 中国马铃薯, 2000(1): 57-58.

[6] 李拴曹, 李存玲. 马铃薯疮痂病的发生与防治[J]. 陕西农业科学, 2016, 62(1): 76-77.

[7] 张涵辉, 杜志贵. 义乌市马铃薯疮痂病发生原因及防控措施[J]. 中国植保导刊, 2010, 30(5): 26-27.

[8] 王文, 杨文杰. 马铃薯疮痂病发生与防治[J]. 西北园艺(蔬菜), 2014(3): 43.

[9] 张建平, 尹玉和, 闫任沛, 等. 内蒙古马铃薯疮痂病发生与防治途径[J]. 中国马铃薯, 2013, 27(1): 56-59.

[10] 李智媛. 黑龙江省马铃薯疮痂病综合防控技术[J]. 黑龙江农业科学, 2019(9): 156-157.

[11] Lambert D H, Loria R. *Streptomyces acidiscabies* sp. nov. [J]. International Journal of Systematic Bacteriology, 1989, 39(4): 393-396.

[12] Waksman S A, Henrici A T. The nomenclature and classification of the *Actinomycetes* [J]. Journal of Bacteriology, 1943, 46(4): 337-341.

[13] Kreuze J F, Suomalainen S, Paulin L, et al. Phylogenetic analysis of 16S rRNA genes and PCR analysis of the nec1 gene from *Streptomyces* spp. causing common scab, pitted scab, and netted scab in finland [J]. Phytopathology, 1999, 89(6): 462.

[14] 张建平, 刘佳, 哈斯, 等. 马铃薯疮痂病菌 (*Streptomyces* spp.) 的鉴定[J]. 中国马铃薯, 2018, 32(5): 308-314.

[15] 杨德洁, 关欢欢, 于秀梅, 等. 2013-2017 年我国北方马铃薯产区疮痂病病原菌组成分析[J]. 河南农业科学, 2018, 47(8): 72-77.

[16] 赵伟全, 杨文香, 李亚宁, 等. 中国马铃薯疮痂病菌的鉴定[J]. 中国农业科学, 2006, 39(2): 313-318.

[17] 杨梦平, 王瑞仙, 杜魏甫, 等. 云南省马铃薯疮痂病致病链霉菌种类组成研究[J]. 植物病理学报, 2018, 48(4): 445-454.

[18] 崔凌霄, 杨成德, 魏立娟, 等. 甘肃省定西市马铃薯疮痂病新病原 *Streptomyces galilaeus* 的分离、鉴定及生物学特性研究[J]. 植物保护, 2018, 44(5): 206-211.

[19] 李驰, 刘艳, 梁燕, 等. 马铃薯疮痂病病原菌鉴定及其生物学特性[J]. 农业生物技术学报, 2019, 27(5): 897-907.

[20] 马建荣, 余永红, 黎敬鸿, 等. 马铃薯疮痂病链霉菌新变种的分离与生物学特性分析[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(18): 139-142.

[21] 聂峰杰, 陈虞超, 巩樵, 等. 西北地区马铃薯疮痂病病原菌鉴定及其生物学特性[J]. 植物保护学报, 2019, 46(3): 611-617.

## Study on Biological Characteristics of *Streptomyces scabies*

CHEN Zhi-yao, TAI Lian-mei, WANG Tian-jun, WANG Peng, CHEN Xue-mei

(College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China)

**Abstract:** In order to clarify the biological characteristics of *Streptomyces scabies*, the growth rate method was used to study the environmental and nutritional conditions of *Streptomyces scabies*. The results showed that the suitable temperature for the growth of *Streptomyces scabies* was 25-30 ℃, and the optimum temperature was 30 ℃; the pathogen could grow at pH5-10, and the optimum pH was 6. The whole darkness was favorable for the growth of *Streptomyces scabies*. The optimum carbon source for growth was glucose and nitrogen source was L-lysine.

**Keywords:** potato scab; *Streptomyces scabies*; biological characteristics