

蚕豆根腐病研究进展

刘陈玮, 卞晓春, 王凡, 徐仁超, 吴春芳* (江苏沿江地区农业科学研究所, 江苏南通 226000)

摘要 蚕豆根腐病作为蚕豆生产中的主要病害之一,严重影响蚕豆产量和品质。根腐病作为土传病害,发病因素多样化,防治难度较大。随着生物技术的发展,根腐病病原菌及防治方法研究均取得一定的进展。综述蚕豆根腐病发生的环境因子、病原菌以及目前已有的物理、化学及生物防治措施,并阐述了其抗病育种研究和生物防治方面的研究应用前景,以期对相关研究提供借鉴。

关键词 蚕豆根腐病;病原菌;防治措施

中图分类号 S436.43 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)03-0033-02

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.03.009

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research Progress of *Vicia faba* Root Rot Disease

LIU Chen-wei, BIAN Xiao-chun, WANG Fan et al (Jiangsu Yanjiang Institute of Agricultural Sciences, Nantong, Jiangsu 226000)

Abstract As one of the main diseases in production, root rot disease seriously affects yield and quality of *Vicia faba*. Root rot is a soil-borne disease with diversified pathogenic factors and difficult prevention and control. With the development of biotechnology, the research on root rot pathogens and control methods has made certain progress. This paper reviewed the environmental factors, pathogenic bacteria and existing physical, chemical and biological control measures of *Vicia faba* root rot, and expounded its research and application prospects in disease-resistant breeding research and biological control, in order to provide reference for related research.

Key words *Vicia faba* root rot; Pathogenic bacteria; Control measures

蚕豆属于豆科野豌豆属,是一年生或二年生草本植物。蚕豆作为重要的食用豆作物,广泛分布于世界各地,其中亚洲的栽培面积最大,其次是非洲和欧洲。中国一直是世界上蚕豆栽培面积最大、总产量和消费量最高的国家。

蚕豆含有大量的蛋白质,平均含量30%,在食用豆中仅次于大豆,是植物蛋白的重要来源。蚕豆还富含各类氨基酸、维生素和矿物质等营养物质。据《中医学大辞典》介绍,蚕豆有健脾除湿、通便凉血的功能,治疗小便频数、咳血、鼻衄有显著疗效。此外,作为固氮作物,蚕豆可以增加土壤氮素含量,改善土壤肥力,其平均固氮量为222 kg/hm²,是大豆固氮能力的2倍。

在蚕豆生产过程中,各类生物和非生物胁迫严重影响其产量和品质。根腐病作为常见病害,在蚕豆整个生长期均有发生,严重时可导致成片或全田毁坏。蚕豆根腐病作为土传病害,在防治上存在一定的难度,目前开发出的一些物理、化学、生物防治方法,均有一定的抑制效果,但依然存在一定的弊端。

1 蚕豆根腐病危害情况

蚕豆根腐病是蚕豆生产上的主要病害,从苗期到花期均有发生,发病严重的时期主要是苗期,且很难控制。苗期受害表现为叶片发黄、萎蔫,然后出现烂根死苗的情况,发病较轻造成缺苗断行,发病严重则成片或全田毁坏。蚕豆成株发病表现为上部叶片开始呈黄绿色,萎凋下垂,但叶片不会脱落,病株长势矮小,极易被拔起,其根部发黑,须根减少,主根缩短,呈黑褐色鼠尾状^[1]。

蚕豆根腐病发病的原因是多样化的,主要是品种和栽培环境方面的因素。由于蚕豆常异花授粉的特性,造成各地地方品种性状表型不稳定,多位异质杂合体,难以鉴定、评价和利用。程亮^[2]采用室内苗期接种鉴定和田间鉴定方法对青海省14个主要蚕豆品种(系)对根腐病的抗病性进行了鉴定,研究发现“9902”“9519-1-3”和“9920-2-5”抗性相对较高,属于中抗品种(系)。甘肃省临夏州农业科学院通过杂交选育获得了对根腐病抗性较强的春蚕豆品种“临蚕12号”,适宜在甘肃蚕豆产区及国内同类地区推广种植^[3]。中高抗品种的缺乏和选育鉴定工作的困难限制了蚕豆根腐病抗性资源的开发和利用研究。根腐病病菌在病株残体和土壤中可以存活多年,病株残体和带菌的土壤也是引起次年发病的初侵染源。盲目引种是蚕豆根腐病远距离传播的主要途径之一^[4]。

蚕豆根腐病由多种环境胁迫造成,土壤湿度是其产生的主要因素。20世纪80年代以来,国内外学者就蚕豆根腐防治问题进行了研究,认为蚕豆根腐病的发生与水分的关系较大^[5-6]。李春杰等^[7]研究表明,土壤湿度是影响蚕豆生长和根腐病发生的主要环境因素之一。针对达坂城蚕豆根腐病流行因子调查研究发现,湿度和蚕豆根腐病发病率呈显著正相关^[4]。研究表明,播种50 d内,降雨量多的地方病田率明显高于降雨量低的地方。开沟的墒宽和质量以及管理的精细度直接影响田间的湿度环境及蚕豆根腐病的发病率^[8]。南志标等^[9]就土壤紧实状况对蚕豆生长的研究,发现随着表层土壤容重的增加,蚕豆茎、根的干重下降,根腐病发病率增加。所以,田间环境的改善和精细合理的栽培管理是蚕豆根腐病防治的一道重要防线。

2 蚕豆根腐病病原菌

蚕豆根腐病作为一种世界性病害,不同地区病原菌也存在差异。研究表明,蚕豆根腐病病原菌主要为镰刀菌属。1890年,德国科学家首次报道蚕豆根腐病的病原菌是禾谷镰

基金项目 江苏省重点研发计划(现代农业)专项资金(BE2020352);南通市现代农业重点项目(MS22020037);江苏沿江地区农业科学研究所青年科技基金项目[YJ(2021)007]。

作者简介 刘陈玮(1993—),男,江苏南通人,研究实习员,硕士,从事蚕豆春化及病虫害防控研究。*通信作者,研究员,硕士,从事豆类育种与栽培研究。

收稿日期 2021-09-22

刀菌(*Fusarium graminearum*)^[10]。随后,各项研究又发现了燕麦镰刀菌(*F. avenaceum*)、茄镰刀菌(*F. solani*)、串珠镰刀菌(*F. moniliforme*)^[11-13]、尖孢镰刀菌(*F. oxysporium*)、木贼镰刀菌(*F. equiseti*)、拟枝孢镰刀菌(*F. sporotrichioides*)^[6,14-15]、锐顶镰刀菌(*F. acuminatum*)、三线镰刀菌(*F. tricinctum*)^[16]等病原菌。近年来,赵春燕等^[17]在蚕豆根腐病病株根部鉴定病原菌为再育镰刀菌(*F. porifearum*)。经鉴定,临夏高寒阴湿地区蚕豆根腐病致病菌为3种镰刀菌,茄镰刀菌(*F. solani*)、半裸镰刀菌(*F. semitectum*)和单隔镰刀菌(*F. dimerum*)^[18]。对新疆达坂城蚕豆根茎腐烂病原菌进行了分离,获得潜在病原菌5株,形态学观察确定其均属于镰孢菌属,分子鉴定初步确定均为厚孢镰孢菌变种(*F. chlamydosporum* var. *fuscum*)^[19]。蚕豆病原菌种类的鉴定和明确,为蚕豆的抗性育种和病害防控工作奠定了基础。

3 蚕豆根腐病防治方法

蚕豆根腐病作为限制其产业发展的主要因素,其防治工作的研究不断发展,不仅有栽培措施方面的物理防治方法,还有化学农药和生物菌剂等的生物化学防治方法,各类防治方法各有利弊。

3.1 栽培措施 栽培措施可以调节土壤微生态环境,优化作物间的空间结构,改善田间的通风和光照条件,为作物分蘖、果实的形成创造有利的条件,从而达到控制病害、促进作物有效生长的目的。

间作是农业生产中的较为普遍的一种栽培模式,既可以提高资源利用率,又可以减少病虫害的发生。蚕豆与小麦、油菜、马铃薯3种作物间作时,根腐病的发病率及病情指数均低于蚕豆单作,说明合理的间作可以减少根腐病的发生,其中蚕豆与马铃薯间作时对根腐病的防治效果最好^[20],行比2:2种植时,根腐病发病率降低5.66%、病情指数降低1.6^[21]。研究发现,豆类作物重茬连作容易出现土壤养分单一、营养匮乏、病虫害加重的情况,通过合理的轮作倒茬,选用麦类(小麦、燕麦)、糜、谷等作为前茬可以有效缓解病害^[22]。

3.2 化学试剂 蚕豆根腐病化学防治的方法主要是种子处理和土壤处理,种子处理相对更便捷,效果也更好掌控,目前化学杀菌剂的品种很多,效果也参差不齐。通过比较试验发现,62.5%亮盾悬浮种衣剂和75%敌克松可湿性粉剂可以使蚕豆根腐病发病率降低30%以上^[23]。在田间杀菌剂拌种和杀菌剂与杀虫剂混用防治蚕豆根腐病的研究中发现,三唑酮单独拌种防治效果最佳,累计死亡率减少31%以上,福美双+甲基硫菌灵+甲霜灵混合拌种处理在生长前期也可以有效降低植株的发病率^[24]。根腐灵土壤处理、甲基托布津拌种处理和代森锰锌土壤处理的田间根腐病防治效果均可达到100%,多菌灵拌种和根康苗期喷施的处理根腐病防治效果为98.9%和96.4%^[25]。

化学杀菌剂作为目前植物病害的主要防治手段,利用化学试剂对病原菌抑制效果的研究可以更快更安全地筛选出合适的杀菌剂。研究表明,50%多菌灵、65%代森锰锌在125 mg/L浓度下对茄镰刀菌的抑制率达80%以上,且随着

浓度的增加,抑制效果越强,抑菌率最高可达99.05%。其有效中浓度EC₅₀值分别为10.14和13.64 mg/L^[26]。10种杀菌剂对野蚕豆根根腐病原的抑制效果研究发现,尚果(三唑类,400 g/L氟硅唑)和应得(三唑类,24%腈苯唑)的抑菌效果最强,其EC₅₀分别为100.94和126.99 μg/mL,扑海因可湿性粉剂、灰灭可湿性粉剂、甲基托布津可湿性粉剂和灵动水分散粒剂抑菌效果居中,EC₅₀为200~300 μg/mL;翠贝(50%密菌酯)抑菌效果最差,EC₅₀为367.57 μg/mL^[27]。

3.3 生物防治 蚕豆根腐病的生物防治方式主要是通过拮抗菌种以及提高植株抗性的方式。通过平板对峙法研究发现,根瘤菌SWFU55-1、SWFU55-2、SWFU48-1对镰孢菌XM20生长均表现出一定程度的抑制效果,抑菌率分别为55%、38%、40%,其主要通过提高固氮能力,增强植株对根腐病的抗性;盆栽回接试验发现,SWFU48-1回接发病率和死亡率最低,相对防治效果49.49%^[28]。镰刀菌与哈茨木霉及绿色木霉在植株根部进行了拮抗生长,最终哈茨木霉和绿色木霉抑制镰刀菌发生发展。芽孢杆菌B6和B1对蚕豆根茎腐烂病原菌厚孢镰孢菌变种具有较好抑菌效果,其抑菌/菌落比可以达1.90以上,可作为达坂城蚕豆根茎腐烂病生防菌。研究发现,哈茨木霉拌种、绿色木霉施用、枯草芽孢杆菌灌根以及哈茨木霉拌种+高浓度喷雾沟施对达坂城本地大蚕豆和小蚕豆根腐病的发病率均有显著抑制效果,蚕豆根际土壤菌落结构分析表明,哈茨木霉和绿色木霉直接抑制了根腐病原菌镰刀菌的发生^[29]。

4 展望

蚕豆根腐病严重影响了蚕豆的产量和品质,但作为土传病害,一直是生产中的难题。培育优质的中高抗品种是减少病害侵害和传染的关键。目前对高抗性品种的筛选工作较少,引种过程也缺乏相应的检疫工作,所以加强品种筛选和种质脱毒是目前的主要工作。

现有蚕豆根腐病的防治方式较多,但都存在一定的缺陷。一是通过调整栽培措施,进行合理轮作和间作,减少土壤病原生物数量,但防控效果不显著;二是化学防治,通过低毒性试剂灭杀病原生物,防控效果显著,但容易出现化学残留或者影响作物后期的生长,造成产量和品质的下降;三是生物防治,利用拮抗性微生物作为控制根腐病原体的生物控制剂,例如根瘤菌SWFU48-1、FB1035、哈茨木霉、绿色木霉等,防控效果较好,但田间施用效果容易受环境影响。多种防治方式相结合,改良栽培措施,改善土壤环境,研发高效低毒低污染的化学试剂以及简便易用的生物抑菌剂是加强蚕豆根腐病防治有效的有效措施。

参考文献

- [1] 刘绍蓬. 蚕豆根腐病发病规律及防治技术[J]. 云南农业科技, 2012(6): 55.
- [2] 程亮. 青海省蚕豆品种(系)抗根腐病鉴定[J]. 北方园艺, 2015(6): 103-105.
- [3] 李龙, 郭延平, 杨生华. 抗病蚕豆品种临蚕12号及栽培技术[J]. 中国种业, 2018(9): 88-89.
- [4] 段晓东. 达坂城蚕豆根腐病的流行因子及综合防控研究[J]. 基层农技推广, 2017, 5(7): 42-45.

- [4] AMEZCUA F, MARTÍNEZ-TOVAR I, GREEN-RUIZ Y, et al. Use of otoliths to determine age and growth of a tropical flatfish *Cyclosetta querna* (Paralichthyidae) from the southeast coast of the Gulf of California, Mexico [J]. Ichthyological research, 2006, 53(1): 70-74.
- [5] 宋宗诚, 林占德, 陈四清, 等. 钝吻黄盖鲈的工厂化人工育苗[J]. 渔业现代化, 2003, 30(2): 19-20.
- [6] 毕庶万, 郑振虎, 刘信艺, 等. 黄盖鲈育苗设置及育苗技术条件的研究[J]. 海洋学报, 1991, 13(3): 417-423, 443.
- [7] 高天翔, 张肖荣, 王丹, 等. 几种鲈鱼的生物学初步研究[J]. 海洋湖沼通报, 2003(1): 35-42.
- [8] 高天翔, 武云飞, 张秀梅, 等. 四种鲈鱼的形态学研究[J]. 青岛海洋大学学报(自然科学版), 2002, 32(6): 884-890.
- [9] 孟庆闻, 苏锦祥, 缪学祖. 鱼类分类学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 380-407.
- [10] 王伟, 武世雄, 林茂上, 等. 北方黄盖鲈人工育苗及养殖技术研究[J]. 经济动物学报, 2017, 21(1): 1-4, 10.
- [11] 郑怀平. 鱼类早期生活史的营养与摄食[J]. 盐城工学院学报, 1999, 12(3): 63-66.
- [12] 李艳秋, 吴洪, 孙阳, 等. 不同光照强度对太平洋鲈仔鱼摄食的影响[J]. 现代农业科技, 2013(4): 272-273, 277.
- [13] 周显青, 牛翠娟, 李庆芬. 光照对水生动物摄食、生长和存活的影响[J]. 水生生物学报, 2000, 24(2): 178-181.
- [14] 李潜洲. 泥鳅生长和繁殖的环境条件研究[D]. 福州: 福州大学, 2015: 28-38.
- [15] 逯云召, 于燕光, 薄其康, 等. 大龙六线鱼幼鱼的摄食节律研究[J]. 渔业现代化, 2021, 48(2): 35-39.
- [16] 郑珂珂, 方伟, 孔凡华, 等. 大菱鲆幼鱼的摄食节律及适宜投喂时间[J]. 渔业现代化, 2010, 37(5): 26-30.
- [17] 林利民, 李益云, 万瑞景, 等. 牙鲆早期发育阶段的摄食节律[J]. 水产学报, 2006, 30(3): 329-334.
- [18] 马爱军, 柳学周, 徐永江, 等. 半滑舌鳎(*Cynoglossus semilaevis*) 早期发育阶段的摄食特性及生长研究[J]. 海洋与湖沼, 2005, 36(2): 130-138.
- [19] 苗淑彦, 王际英, 张利民, 等. 蝶形目鱼类摄食节律研究进展[J]. 齐鲁渔业, 2009, 26(2): 16-18.
- [20] 姜志强, 冯丹. 漠斑牙鲆仔鱼摄食节律的研究[J]. 水产科学, 2007, 26(3): 171-172.
- [21] 张鹏飞, 常青, 陈四清, 等. 绿鳍马面鲀幼鱼昼夜摄食节律及胃排空模型研究[J]. 渔业科学进展, 2020, 41(1): 104-111.
- [22] 卞晓东. 鱼卵、仔稚鱼形态生态学基础研究: 兼报黄河口海域鱼类浮游生物调查[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2010: 105-110.
- [23] 王迎春, 苏锦祥, 周勤. 光照对黄盖鲈仔鱼生长、发育及摄食的影响[J]. 水产学报, 1999, 23(1): 6-12.
- [24] 殷名称. 我国鱼类生态学的发展和前景[J]. 水产科技情报, 1986, 13(2): 27-29.
- [25] GEHRKE P C. Influence of light intensity and wavelength on phototactic behaviour of larval silver perch *Bidyanus bidyanus* and golden perch *Macquana ambigua* and the effectiveness of light traps[J]. Journal of fish biology, 1994, 44(5): 741-751.
- [26] PETERSEN J H, GADOMSKI D M. Light-mediated predation by northern squawfish on juvenile *Chinook salmon* [J]. Journal of fish biology, 2005, 45: 227-242.
- [27] 曹晓慧, 刘晃. 养殖鱼类摄食行为的特征提取研究与应用进展[J]. 渔业现代化, 2021, 48(2): 1-8.
- [28] 李宝山, 孙永智, 王世信, 等. 日光照周期对大菱鲆幼鱼摄食、消化酶活力与血清激素含量的影响[J]. 水生生物学报, 2019, 43(1): 69-77.
- [29] 秦希获, 刘国勇, 郭玉娇, 等. 光照对细鳞裂腹鱼受精卵孵化率及仔鱼生长、摄食的影响[J]. 水生生态学杂志, 2017, 38(5): 97-102.
- [30] 姜志强, 谭淑荣. 不同光照强度对花鲈幼鱼摄食的影响[J]. 水产科学, 2002, 21(3): 4-5.
- [31] 田照辉, 姜志强, 梁秋婷. 光照强度对暗纹东方鲈稚鱼摄食的影响[J]. 水产养殖, 2007, 28(5): 5-7.
- [32] 谢从新. 不同光照度下南方鲈稚鱼的摄食强度及摄食动力学[J]. 应用与环境生物学报, 2002, 8(3): 267-269.
- [33] MINAGAWA M. Effects of photoperiod on survival, feeding and development of larvae of the red frog crab, *Ranina ranina* [J]. Aquaculture, 1994, 120(1/2): 105-114.
- [34] 邱丽华, 秦克静, 吴立新, 等. 光照对大龙六线鱼仔鱼摄食量的影响[J]. 动物学杂志, 1999, 34(5): 4-8.
- [35] 王涵生. 赤点石斑鱼早期仔鱼轮虫日摄食量的研究[J]. 水产学报, 1996, 20(4): 365-369.
- [36] LI Y X, WANG L. A novel noise reduction technique for underwater acoustic signals based on complete ensemble empirical mode decomposition with adaptive noise, minimum mean square variance criterion and least mean square adaptive filter [J]. Defence technology, 2020, 16(3): 543-554.
- [37] LI D L, WANG Z H, WU S Y, et al. Automatic recognition methods of fish feeding behavior in aquaculture: A review [J]. Aquaculture, 2020, 528: 2-5.
- [38] 武世雄. 黄盖鲈人工繁育及早期发育相关基因研究[D]. 大连: 大连海洋大学, 2018: 32-35.
- [39] 谢信桐. 鱼用配合饲料投喂技术[J]. 江西饲料, 2004(2): 23-25.
- [40] 袁小楠. 渤海湾和莱州湾鲈鱼仔稚鱼口裂与浮游桡足类的关系研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2017: 9-22.

(上接第 34 页)

- [5] 南志标, 王淑英, 刘福. 蚕豆根病: 病原、环境与防治[C]//任继周. 黄土高原农业系统国际学术会议论文集. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1992: 169-174.
- [6] 阮兴业, 陈俊伟, 江继玲, 等. 蚕豆苗期根病的发病规律[J]. 云南农业科技, 1986(5): 3-6.
- [7] 李春杰, 南志标. 土壤湿度对蚕豆根病及其生长的影响[J]. 植物病理学报, 2000, 30(3): 245-249.
- [8] 陆星星, 周淑英, 董军忠. 不同耕作习惯及降水对蚕豆根病发生的影响[J]. 山地农业生物学报, 2010, 29(3): 265-268.
- [9] 南志标, 赵红洋, 晁斌. 黄土高原土壤紧实度对蚕豆生长的影响[J]. 应用生态学报, 2002, 13(8): 935-938.
- [10] YU T F. Fusarium diseases of broad bean I. A wilt of Broad Bean caused by *Fusarium avenaceum* var. *Fabaen.* var [J]. Phytopathology, 1944, 34: 385-393.
- [11] YU T F, FANG C T. Fusarium diseases of broad bean III. Root-rot and wilt of broad beans caused by two new forms of *Fusarium* [J]. Phytopathology, 1948, 38: 587-594.
- [12] YU T F. Notes on some weakly parasitic fungi associated with diseased roots of broad bean [J]. Peaking natural history bulletin, 1950, 18(4): 281-288.
- [13] 俞大绂. 蚕豆病害[M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [14] 阮兴业, 王家和, 唐嘉义, 等. 蚕豆苗期根病病原菌区系和优势种的分析[J]. 云南农业大学学报, 1986, 11(1): 15-22.
- [15] 王晓鸣, 朱振东, VAN LEUR J, 等. 青海省蚕豆和豌豆病害鉴定[C]//彭友良. 中国植物病理学会 2006 年学术年会论文集. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2006.
- [16] 鲍建荣, 王拱辰, 叶琪明. 浙江省蚕豆镰刀菌病害的病原种类及其分析[J]. 浙江农业大学学报, 1992, 18(3): 61-64.
- [17] 赵春燕, 肖炎农, 朱振东. 蚕豆根腐病病原再育镰刀菌鉴定及生物学特性研究[C]//郭泽建, 侯明生. 中国植物病理学会. 中国植物病理学会 2011 年学术年会论文集. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2011: 55.
- [18] 侯思雯, 李敏权, 杨晓明, 等. 甘肃高寒阴湿地区蚕豆苗期镰刀菌根腐病病原鉴定[J]. 湖南农业科学, 2011(15): 97-100.
- [19] 楚敏, 顾美英, 唐琦勇, 等. 达坂城蚕豆根腐病病原菌鉴定及生防菌拮抗效果分析[J]. 新疆农业科学, 2019, 56(10): 1904-1911.
- [20] 张芸, 白小娟, 范建祥, 等. 不同间作方式对蚕豆根腐病及作物生长的影响[J]. 农业科技通讯, 2020(1): 128-131.
- [21] 张芸, 李龙, 郭延平, 等. 间作模式下不同种植密度对蚕豆根腐病及作物生长的影响[J]. 安徽农业通报, 2018, 24(18): 60-61.
- [22] 连荣芳, 墨金萍, 肖贵, 等. 定西市不同生态区蚕豆根腐病调查分析[J]. 现代农业科技, 2018(19): 139, 143.
- [23] 潘文远. 达坂城多种种植农剂包衣预防蚕豆根腐病田间药效试验结果分析[J]. 农业与技术, 2017, 37(10): 43, 154.
- [24] 南志标, 葛高祖, 李春杰. 数种农药对蚕豆根腐病的田间防效[J]. 应用生态学报, 2002, 13(8): 943-947.
- [25] 马占川. 春蚕豆根腐病防治农药筛选试验初报[J]. 农业科技与信息, 2011(9): 29.
- [26] 侯思雯. 甘肃高寒阴湿地区蚕豆苗期根腐病的研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2011.
- [27] 孔琼, 袁盛勇, 郭建伟, 等. 野蚕豆根腐病病原菌、生物学特性及其有效杀菌剂研究[J]. 西南农业学报, 2020, 33(7): 1480-1485.
- [28] 王金华, 聂中良, 徐玉巧, 等. 根瘤菌回接对蚕豆生长及抗根腐病能力的影响[J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2018, 38(4): 94-99.
- [29] 段晓东, 欧阳炜, 潘文远. 三种生物制剂防治蚕豆根腐病药效试验[J]. 农村科技, 2014(10): 26-27.