



李易初,石凤梅,马立功,等.向日葵黑斑病国内外研究进展[J].黑龙江农业科学,2021(1):146-151.

向日葵黑斑病国内外研究进展

李易初,石凤梅,马立功,刘佳,孟庆林

(黑龙江省农业科学院 植物保护研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:向日葵是我国一种重要的油料作物,黑斑病是由向日葵链格孢菌引发的向日葵常见病害,主要危害向日葵叶片和茎秆,目前世界范围内未发现完全抗性向日葵品种。1966年国内首次发现向日葵黑斑病,20世纪80年代对黑斑病研究报道较多,最近十年几乎未见病害的相关研究报道。本文回顾总结了我国向日葵黑斑病的研究历史,结合近20年来国外对向日葵黑斑病的研究现状,从危害症状、病原研究、致病机理、种传病菌检测、抗病育种及综合防治方法等几个方面,系统详述了国内外向日葵黑斑病的研究进展。旨在为广大科研人员和生产工作者提供快速了解向日葵黑斑病的便捷途径,遇病害突发可第一时间准确掌握病害处置方法,同时希望病害相关研究人员及生产一线工作者对黑斑病保持关注,植物病害防治需要长时间的监测,病害的研究亦需要延续性。

关键词:向日葵;黑斑病;致病菌;抗性育种;综合防治

向日葵(*Helianthus annuus* L.)属菊科,集花朵观赏和种子榨油、食用为一身,一直深受消费者的喜爱^[1]。向日葵是仅次于大豆的世界性商业化第二大类经济作物^[2],它的价值开始被越来越多的人关注,市场开发前景较佳。目前我国向日葵产量位于世界第六位^[3-4],2015年向日葵全球种植面积为2 540万hm²^[5],我国近几年种植面积维持在100万hm²左右,主要分布在新疆、宁夏、甘肃、山西、内蒙古和东北三省^[6]。

较常见的向日葵病害有细菌性茎腐病、霜霉病、黑茎病、黄萎病、菌核病、褐斑病和黑斑病^[7]。向日葵黑斑病首次发现于1943年的乌干达,随后在印度、中国、日本、美国、伊朗、巴西、阿根廷、土耳其等国陆续发现。我国向日葵黑斑病是1966年在吉林首次发现,现今黑斑病在向日葵产区已经普遍发生,尤以东三省等地危害严重^[8]。一般年份减产10%~20%,流行年份减产可达50%^[9],特别严重地块可致绝收^[10]。我国对向日葵黑斑病研究集中在20世纪80年代,对病害发生、流行条件及田间综合防治方法研究较多,种传毒素及致病机制的研究较少。近10年来国内向

向日葵黑斑病的研究报道极少,仅有兰巍巍等^[11]对向日葵黑斑病的致病菌毒素进行报道。国外向日葵黑斑病研究较国内略多。植物病害的研究是需要长期持续积累的,一旦病害爆发流行,以往的防治措施对新情况可能没有作用,希望此情况可引起相关研究人员及农业工作者的关注。为此,本文综述了向日葵黑斑病国内外近年的研究进展,以为有关科研和生产单位在该病的研究和防治方面提供科学依据。

1 危害症状及侵染循环

黑斑病致病菌可侵染向日葵多部位,引起向日葵叶片、茎部、花朵及果实等多部位发病,其中以叶片危害为主。叶部病斑初期圆形,暗褐色,直径5~20mm。病斑中心灰白色,具同心轮纹,边缘有黄绿色晕圈,病害发生后期相邻病斑易汇合。叶柄、茎部病斑黑褐色,圆形、椭圆形或梭形,沿茎秆由下向上蔓延,病斑扩大后可汇合。气候湿润时,病斑上常见一层灰褐色霉状物^[12]。

黑斑病病菌在枯柄、落叶、根茬等病残体及种子上越冬。春季空气湿度大时,借助风、雨、气流侵染向日葵植株,潜育期短且在高温多湿的季节里迅速流行^[13]。黑斑病的发病时期起始于向日葵开花15d后的乳熟期至成熟前,当条件满足7~10d内连续2d降雨0.1mm以上,同时日平均温度高于19℃,大气平均相对湿度高于80%且持续3d以上;或湿度高于75%,同时温度高于

收稿日期:2020-09-10

基金项目:国家特色油料产业技术体系(CARS-14)。

第一作者:李易初(1986—),女,硕士,助理研究员,从事油料作物病害研究。E-mail:liyichu0724@163.com。

通信作者:孟庆林(1975—),男,硕士,研究员,从事植物病害研究。E-mail:mqhlcn@126.com。

20 ℃持续 3 d 以上;或湿度高于 70%,同时温度高于 19 ℃持续 7 d 以上,则病害在田间极易发生^[14]。如气候条件持续处于湿度低于 70%(主要),且温度低于 15 ℃水平,向日葵黑斑病田间发生较少且无大流行危害,若相对湿度高于 80%的天数达 14 d 以上,病害则会大面积发生流行。

2 病原

2.1 病原菌种类

向日葵黑斑病病原菌属链格孢菌(*Alternaria helianthi*),可引起叶斑、茎斑及盘腐。目前,向日葵黑斑病病原报道已有 8 种,分别为:*A. alternata*^[15]、*A. helianthi*^[16]、*A. helianthicola*^[17]、*A. leucanthemi*^[18]、*A. helianthinficiens*^[19]、*A. protenta*^[20]、*A. zinniae*^[21]和 *A. longissima*^[22]。近年全球各地陆续发现当地未见新病原,2012 年美国南部路易斯安那州首次发现 *A. helianthi* 引起向日葵叶部及茎部病害^[23];同年,另一小种 *A. helianthinficiens* 在克罗地亚发现^[24];2018 年南非首见 *A. alternata* 引发向日葵叶部病害报道^[25]。随后对南非地区 3 个生长季中 29 个向日葵产区展开调查,采集 25 个地区 3 个生长季的 4 个品种样品进行分析,发现 *A. alternata* 已经覆盖当地向日葵的主要产区,*A. alternata* 已经成为南非地区向日葵黑斑病的主要致病菌^[26]。2019 年最新研究发现尼日尔地区向日葵黑斑病主要致病菌为 *A. porri*,寄主范围广泛,症状时间较长,不同作物间可相互传染,引发病害。试验中接菌的不同类作物均可发病,发病时间为接种后的 9~14 d,向日葵发病天数需 12~14 d;发病指数最低亦可达 26.44%,洋葱发病指数最高是 43.33%,其次大蒜和向日葵为 36.51%^[27]。

我国至今报道发现黑斑病病原菌有 4 种,未见关于 *A. helianthicola*、*A. protenta*、*A. longissima* 和 *A. helianinficiens* 菌种的报道^[28],*A. helianthi* 为国内优势小种。2014 年关于国内向日葵黑斑病最新报道,国内近期分离得到的向日葵黑斑病致病菌均为 *A. alternata*,同年首见有关新病原 *A. tenuissima* 引发向日葵黑斑病的报道^[29]。随着时间变化,向日葵黑斑病的优势菌株可能也发生了变化,分离的菌株中未发现曾报道的优势菌种 *A. helianthi*。2019 年对中国北京地区的向

日葵黑斑病致病菌株进行综合调查,分离得到致病菌株为 *A. alternata* 和 *A. tenuissima*,其中 *A. tenuissima* 为黑斑病的优势菌株,分离比率为 86.5%,仍未发现曾报道的优势小种 *A. helianthi*^[30]。

2.2 病原菌检测

向日葵黑斑病与褐斑病病症极其相似,两种病害危害的部位又均以向日葵叶片为主,实际生产中极难分辨,尤其病害发病的中后期,叶部病斑连片,更加大了病害诊断的难度。Singh^[31]利用粒子群优化算法对向日葵叶片图像进行分割,实现了向日葵叶部病害分类检测。首先对需要调查的发病叶片拍照,然后对照片进行分割,再逐一检测叶部病害并分类分级,准确率可达 98.0%。向日葵黑斑病病原菌所属的链格孢菌分类较多,目前基于培养和形态学鉴定的检测方法费时费力且不可靠。Udayashankar 等^[32]根据一个由 5.8S RNA 基因和核糖体 RNA 基因(RDNA)重复序列的内部转录间隔区 ITS 1 和 ITS 2 组成的区域的序列数据,设计了一种基于物种特异性引物的 PCR 诊断方法。通过对印度分离的 18 株链格孢菌(*A. helianthi*)、14 株非靶标链格孢菌(*Alternaria* sp.)和其他属 11 株真菌分离物 DNA 的 PCR 分析,验证了所设计引物对 AhN1F 和 AhN1R 的特异性,PCR 方法的检出限为 10 pg。该引物还可检测受侵染的向日葵种子中的病原菌。此种特异性 PCR 方法提供了一种快速、简便、有力和可靠的方法来替代传统的方法检测和鉴别黑线莲(*A. helianthi*)。此种特异性 PCR 方法是一种快速、简便、高效、可靠的检测和鉴定方法,较传统链格孢菌鉴定方法更快捷方便。Chavhan 等^[33]建立了一种利用探针进行实时 PCR 检测的方法,在感病部位能够快速检测出高特异性和敏感性的 *A. helianthi*。首先利用真菌基因组 DNA 和被侵染的向日葵组织和种子建立一种实时 PCR 技术,以向日葵 *A. helianthi* 的 156 bp 内转录间隔(ITS)区域为靶点进行检测,再从 17 种作物和 15 种真菌中分离得到亲缘关系密切的 *Alternaria* 基因组 DNA 并检测交叉反应活性,验证探针和引物的特异性,研究中使用的任何其他非目标真菌菌株都不能检测到交叉反应

性。这种方法可以成功检测出葵花籽中真菌基因组 DNA, 真菌基因组 DNA 含量检测最低限度可至 1.0 pg。

2.3 生物学特性

病原真菌分生孢子梗浅褐色或深褐色; 单生或 2~4 根束生; 直立或曲膝状; 基部细胞略大, 在孢梗的顶端, 折点有明显的孢痕; 顶细胞稍大; 有 0~4 隔膜; 大小 $40\sim 110\ \mu\text{m}\times 7\sim 10\ \mu\text{m}$ 。分生孢子初期无色; 逐渐呈褐色; 圆柱形、长椭圆形; 多正直, 有的稍弯曲; 横隔膜 4~12 个, 纵(斜)隔膜 0~2 个, 脐点明显, 位于基细胞末端凹入细胞壁内; 大小 $50\sim 120\ \mu\text{m}\times 15\sim 20\ \mu\text{m}$ 。在 PDA 培养基上初形成的分生孢子无色、无隔膜; 成熟后的分生孢子圆柱形较多, 正直或弯曲, 呈橄榄褐色或烟色, 横隔膜 3~13 个, 纵隔膜 0~2 个, 少数可达 3 个以上, 隔膜缢缩较深, 大小 $50\sim 135(155)\ \mu\text{m}\times 15\sim 40\ \mu\text{m}$ ^[34]。

向日葵黑斑病菌株可通过实验室常规培养得到, 病原菌 *A. helianthi* 在 PDA 中加入向日葵种子煎汁培养基和向日葵种仁汁培养基生长和产孢效果较佳, 向日葵种皮琼脂培养基产孢量最大, 生长速率较快。经试验证明查彼琼脂培养基上菌丝生长速率最快, 如有大量试验需求, 可选择在查彼培养基中添加向日葵种子材料, 有利于获得更多菌丝体及孢子^[35]。

2.4 向日葵种传病菌检测

Sharfun 等^[36]明确了向日葵种传真菌区系中 *A. alternata* 为优势病原菌, 也就是向日葵黑斑病的致病菌, Shazia^[37]发现种子上可携带 *Alternaria* spp.。文献报道向日葵种子上已分离出 20 个属的 36 种真菌^[38], 其中 *A. alternata* 分离频率比较高, Viswanathan^[39]检测到向日葵种子可携带包括 *Alternaria* 在内的多种真菌, 并首次报道了种子上可携带 12 种链格孢菌 *A. alternata*、*A. longipes*、*A. zinniae*、*A. tenuissima*、*A. carthami*、*A. macrospora*、*A. crassa*、*A. ricini*、*A. chichorii*、*A. helianthi*、*A. longissima* 和 *A. sesami*。

3 黑斑病致病机理

试验接种不同品种向日葵黑斑毒素后, 各品种 PO 活性迅速增加, 品种的抗性越强 PO 活性增加的幅度愈大, PO 受抑制的程度愈小。因此,

向日葵黑斑毒素对向日葵体内 PO 同工酶活性有抑制作用, 认为 PO 是向日葵抗黑斑病机制的组分之一, PO 活性增幅愈小的品种抗性越弱^[40]。研究发现向日葵黑斑病不仅能通过减少绿叶的面积来减弱光合作用, 而且可通过影响剩余叶片组织的 PHO 合成减少光合作用, 病株中即使没有病原损伤的叶片也表现出了光合作用减弱^[41]。向日葵黑斑病病害和叶面积变量与产量均为线性关系^[42]。推测叶绿体可能是黑斑毒素作用的初始位点, 毒素作用起始浓度是 $50\ \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (1 h、感病品种), 毒素对叶绿体及细胞内其他膜系统均有影响^[43]。

4 向日葵品种抗病机制

Madhavi 等^[44]发现野生向日葵抗病性及耐病性较好, 在培养基中添加野生抗性较好的向日葵叶片提取物, 病原菌生长、病菌侵染性和孢子形态均受到影响; 抗病野生品种表皮细胞对病原菌有限制作用, 且受到侵染后酚类物质增加。Madhavi 等^[45]比较栽培向日葵和野生向日葵的抗性生化特性, 发现野生向日葵抗病品种的总酚和总糖含量比栽培向日葵和感病野生向日葵高, 同时发现品种抗性与几丁质酶、多酚氧化酶的抗性呈正相关, 与过氧化物酶呈负相关。

5 防治方法

5.1 选育抗病品种

现世界范围内向日葵黑斑病无完全免疫品种, 所以抗性品种选育仍为向日葵黑斑病的重要研究方向。经试验发现配子体选择与孢子体选择相结合, 可作为改善向日葵品种部分抗性群体的有效手段^[46]。由于向日葵黑斑病的抗病育种缺乏抗病材料^[47], 牛庆杰等^[48]尝试向日葵远缘杂交, 优良群体作为母本, 多年野生品种作为父本, 后代群体在田间的黑斑病自然发病率极低, 后代群体携有耐黑斑病基因。有研究指出, OPC5-B、OPC5-K、OPC5-J、OPA12-D 和 OPA15-A 等位基因与向日葵链格孢菌抗性密切相关^[49]。在我国河北省发现 G101 等品种表现出较强的抗病力^[13]。

5.2 农田管理

农田实际操作中, 应该大面积轮作、倒茬, 与禾谷类作物合理轮作, 减少重茬, 尤其是一年 2 季

的省份更应该重视,向日葵种植地块之间相距 500 m 以上最佳;根据当地气候情况适时调整播期,适时晚播 7~10 d 田间发病率降低;秋整地土壤深翻,清理田间病源,彻底清除病残体。日常农田管理中,需加强田间管理,向日葵生长后期进行培土、精细管理,增加土壤透气性,提高根系的吸收能力,及时排除田间积水,注意增施磷、钾肥,防止黑斑病的病菌滋生^[50]。人工脱叶也是一种挽回向日葵产量损失及防治黑斑病的有效措施,此方法虽然简单,但具体脱叶时间、脱叶方式需根据产地、作物等的不同而进行与之对应的试验操作^[51]。例如,多布罗加(罗马尼亚)通过严格把控植物检疫环节,有效控制黑斑病的发生;根据多布罗加当地气候特征提前 30 d 播种,错开 6—8 月利于削弱黑斑病原菌的侵染,有效控制黑斑病发生与流行^[52]。

5.3 化学防治

化学药剂对向日葵黑斑病的防治效果较好,播种前对种子进行处理及在向日葵发病后,及时对其叶片进行药剂叶面喷施,都可有效防治病害,是当前较为经济有效的综合管理向日葵黑斑病的方法^[53]。100 $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 苯醚甲环唑、咪鲜胺、啉斑脒或三唑酮处理种子可减少幼苗病害($P < 0.05$)^[54];向日葵花期喷洒甲基托布津 500 倍液,间隔 10 d 喷洒两次,防效稳定^[55];多菌灵+代森锰锌 2.0 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 对作物黑斑病等叶部病害有防治作用^[56]。杀菌剂中,喷洒丙环唑和联合杀菌剂(多菌灵+代森锰锌)对处理向日葵黑斑病有较好的效果,进一步证实了唑类化合物具有抗真菌作用^[57]。多菌灵与嘧菌酯、噻虫嗪、异菌脲和己唑醇等多种药剂混施效果较好^[53,58-59];克菌丹与氯氧铜对 *A. helianthi* 菌丝生长有抑制作用^[60]。

5.4 物理防治

由于向日葵的叶、茎秆、种子表皮、种仁和种皮经试验发现均可带菌,所以清除病原菌、消灭菌源等工作较为重要,而且病残体需要深埋地下 150 d 以上才使致病性完全丧失^[61]。试验发现 50~60 $^{\circ}\text{C}$ 热水浸种 20 min 进行高温杀菌,也可有效控制由种子携带的向日葵黑斑病菌^[62]。

5.5 生物防治

对向日葵黑斑病菌进行体外毒食试验,Devi

等^[63]选取 20 种植物叶提取物中,10% 香蒲叶提取物对菌丝生长、产孢和孢子萌发均有抑制作用,刺五加叶提取物的防治效果最好。植物制剂中,10% 的印度楝种子提取物对病原菌菌丝生长的抑制率为 43.74%,楝叶提取物抑制率为 25.26%,印度楝种子及叶提取物对菌丝生长均有抑制效果^[60]。在抑制菌丝生长试验中,生物制剂 *Trichoderma viride* (绿色木霉)抑制效果得到公认,其抑制效果最佳且稳定^[58],绿色木霉的突变体(TVM1)亦有较好抑制效果^[59];试验发现 *Trichoderma harzianum* (哈茨木霉)与 *T. viride* 对黑斑病菌均有抑制效果,Rasool 等^[64]试验发现二者抑制率可达 100%,且两者抑菌效果均可保持 7 d。

6 存在问题

我国向日葵黑斑病的研究近十年处于空白期,对田间发病情况的调查和报道极少,发病机理、抗病机制等较深入问题研究不足。目前,越来越多的人意识到向日葵的经济价值和市场需求,向日葵种植面积正在恢复和发展。当向日葵种植面积增加甚至连片,再遇气候条件适宜,田间发病时期恰当,前期监测及预防措施缺失,黑斑病爆发的几率极大。此外,通过近期研究发现我国向日葵黑斑病的优势菌株可能发生变化,急需对新优势菌株进行调查和确定。

参考文献:

- [1] 于敬芬,关兴民,马景波,等. 向日葵种植技术[J]. 吉林农业,2017(22):40.
- [2] 贾永红. 内蒙古河套地区向日葵主要害虫及天敌种类的调查和鉴定[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版),2009(3):10-15.
- [3] 郭富国,安玉麟,门果桃,等. 内蒙古中、西部地区向日葵发展优势及对策[J]. 内蒙古农业科技,2003(5):4-6.
- [4] 盖春英,马宝东. 向日葵在巴盟地区的发展潜力[J]. 中国种业,2003(7):18.
- [5] 张一宾,顾林玲. 近年来全球向日葵种植面积及农药使用市场与品种[J]. 现代农药,2018,17(1):16-18.
- [6] 逯彦果. 国内向日葵蜜蜂授粉研究进展综述[J]. 中国蜂业,2016,67(11):35-36.
- [7] 杨斌. 向日葵主要病害的发生与防治[J]. 农业与技术,2017,37(14):142.
- [8] 郑怀民,赵奎华,白金铠. 向日葵黑斑病防治研究[J]. 世界农业,1988(12):33-35.
- [9] 郑怀民,李桂珍,田本志,等. 向日葵黑斑病防治研究[J]. 辽宁农业科学,1986(4):26-31.
- [10] 商鸿生,胡小平. 向日葵的检疫性有害生物[J]. 植物检疫,

- 2001(3):152-154.
- [11] 兰巍巍,孙鹏,王品品,等.向日葵种传链格孢菌的初步研究[C]//中国植物病理学会.中国植物病理学会2010年学术年会论文集,2010.
- [12] 范丽娟.向日葵主要病害的发生与防治[J].黑龙江农业科学,2006(3):57-59.
- [13] 赵会薇,张冉.油菜黑斑病的防治技术[J].河北农业科技,2001(6):27.
- [14] 吴承杰.向日葵黑斑病的发生发展与气象条件的关系[J].吉林农业科学,1986(2):79-83.
- [15] Lagopodi A L, Thanassouloupoulos C C. Effect of a leaf spot disease caused by *Alternaria alternata* on yield of sunflower in greece[J]. Plant Disease, 2007, 82(1):41-44.
- [16] Sriniva s T, Rao K C S, Chattopadhyay C. Physiological studies of *Alternaria helianthi* (Hansf.) Tubaki and Nishihara, the agent of blight of sunflower[J]. Helia, 1997, 20(27):51-56.
- [17] Sharma R C, Joshi D P, Gill S S. Status and management of various diseases in CMS lines of sunflower in Punjab[J]. Seed Research, 1999, 27(2):174-180.
- [18] Simmons E G. *Alternaria* themes and variations[J]. Mycotaxon, 1986, 15: 211-212.
- [19] Mirza M S, Ahmad Y, Beg A. First report of *Alternaria helianthi* on sunflower from Pakistan [J]. Pakistan Journal of Agricultural Research, 1985, 5(3):157-159.
- [20] Wu H C, Wu W S. Sporulation, pathogenicity and chemical control of *Alternaria protenta*, a new seedborne pathogen on sunflower [J]. Australasian Plant Pathology, 2003, 32(2):309-312.
- [21] Bhutta A R, Bhatti M H R, Ahmad I. Study on pathogenicity of seed-borne fungi of sunflower in Pakistan[J]. Helia, 1997, 20(27):57-66.
- [22] Prathuangwong S, Kao S W, Sommartaya T, et al. Role of four *Alternaria* spp. causing leaf and stem blight of sunflower in Thailand and their chemical controls [J]. Kaset-sart Journal, 1991, 25(1):112-124.
- [23] Singh R, Ferrin D M. First report of stem and foliar blight of sunflower caused by *Alternaria sterhelianthi* in louisiana[J]. Plant Disease, 2012, 96(5):761.
- [24] Vrandeć K, Jurković D, Čosić J, et al. First report of foliar and stem blight on sunflower caused by *Alternaria helianthi* in Croatia[J]. Plant Disease, 2012, 96(11):1698.
- [25] Kgatle M G, Truter M, Ramusi T M, et al. *Alternaria alternata*, the causal agent of leaf blight of sunflower in south Africa [J]. European Journal of Plant Pathology, 2018, 151(3):677-688.
- [26] Kgatle M G, Flett B, Truter M, et al. Distribution of *Alternaria* leaf blight of sunflowers caused by *Alternaria alternata* in South Africa[J]. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics, 2019, 120(1):63-69.
- [27] Sharma S, Ratnoo R S. Study on effect of host age and Host rang of *Alternaria porri* [J]. Journal of Pharmacog-nosy and Phytochemistry, 2019, 8(1): 1295-1297.
- [28] 兰巍巍,王品品,孙鹏,等.向日葵种传链格孢菌粗毒素的初步研究[C]//中国植物病理学会.中国植物病理学会2010年学术年会论文集,2010.
- [29] Wang T, Zhao J, Sun P, et al. Characterization of *Alternaria* species associated with leaf blight of sunflower in China[J]. European Journal of Plant Pathology, 2014, 140(2):301-315.
- [30] Wang T, Zhao J, Ma G, et al. Leaf blight of sunflower caused by *Alternaria tenuissima* and *A. alternata* in Beijing, China[J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 2019, 41(3):372-378.
- [31] Singh V. Sunflower leaf diseases detection using image segmentation based on particle swarm optimization[J]. Artificial Intelligence in Agriculture, 2019, 3:62-68.
- [32] Udayashankar A C, Nayaka S C, Archana B, et al. Specific PCR-based detection of *Alternaria helianthi*: the cause of blight and leaf spot in sunflower[J]. Archives of Microbiology, 2012, 194(11):923-932.
- [33] Chavhan R L, Hinge V R, Chinchole M B, et al. Rapid, specific and sensitive molecular detection assay for *Alternaria helianthi* that causes leaf blight disease in sunflower[J]. European Journal of Plant Pathology, 2015, 143(4):663-675.
- [34] 于莉,张立慧,李赤,等.向日葵黑斑病原菌的鉴定及与相似种的形态比较[J].吉林农业大学学报,1996,18(2):22-24.
- [35] 李玉,赵明刚.向日葵黑斑病菌生长量及产孢量的测定[J].吉林农业大学学报,1986(2):15-18,97-104.
- [36] Sharfun N, Muhammad M, Hashmi M H. Seed-borne mycoflora of sunflower (*Helianthus annuus* L.) [J]. Pakistan Journal of Botany, 2005, 37(2):451-457.
- [37] Shazia S, Era U. Fungi associated with sunflower seeds[J]. Bionotes, 2000, 2(1):17-18.
- [38] Shahnaz D, Ghaffar A. Detection of the seedborn mycoflora of sunflower [J]. Pakistan Journal of Botany, 1991, 23(2):173-178.
- [39] Viswanathan R. Seed mycoflora composition in sunflower[J]. Indian Phytopathology, 1996, 49(3):286-289.
- [40] 于莉,陈捷,田文学.黑斑毒素对向日葵过氧化物酶活性及同工酶的影响[J].沈阳农业大学学报,1999(3):247-250.
- [41] Calvet N P, Ungaro M R G, Oliveira R F. Virtual lesion of *Alternaria* blight on sunflower[J]. Helia, 2005, 28(42):89-100.
- [42] Leite R M V B C, Amorim L, Filho A B. Relationships of disease and leaf area variables with yield in the *Alternaria helianthi* - sunflower pathosystem[J]. Plant Pathology, 2010, 55(1):73-81.
- [43] 于莉,陈捷,李赤,等.黑斑毒素对感病和抗病向日葵叶组织超微结构的影响[J].植物病理学报,2002(3):252-256.
- [44] Madhavi K J, Sujatha M, Raja R R D, et al. Culture characteristics and histological anges in leaf tissues of cultivated and wild sunflowers infected with *Alternaria helianthi* [J]. Helia, 2014, 28(43):1-12.
- [45] Madhavi K J, Sujatha M, Raja R R D, et al. Biochemical characterization of resistance against *Alternaria helianthi* in cultivated and wild sunflowers[J]. Helia, 2014, 28(43):

- 13-24.
- [46] Rani T S, Ravikumar R L. Genetic enhancement of resistance to *Alternaria* leaf blight in sunflower through cyclic gametophytic and sporophytic selections[J]. Crop Science, 2007, 47(2): 529-536.
- [47] 薛丽静, 于海燕, 乔亚民, 等. 吉林省向日葵新引资源对黑斑病抗性鉴定[J]. 植物遗传资源科学, 2001(1): 64-65.
- [48] 牛庆杰, 李伟, 李慧英, 等. 利用向日葵野生种构建抗黑斑病遗传群体和选育自交系[J]. 中国油料作物学报, 2005(1): 95-96.
- [49] Murthy U K, Lyngdoh I E, Gopalakrishna T, et al. Assessment of heritability of *Alternaria helianthi* resistance trait in sunflower using molecular markers[J]. Helia, 2014, 28(43): 33-42.
- [50] 王敬勇. 论向日葵病害防治技术[J]. 中国农业信息, 2013(19): 72.
- [51] 程素林, 白美卿, 张杰. 向日葵黑斑病的发生与防治[J]. 山西农业(农业科技版), 2006(7): 30.
- [52] Manole D, Jinga V, Grădila M, et al. New edition on sunflower crop-Romanian technology under climate change conditions in Dobrogea [J]. Scientific Papers, 2019(1): 348-354.
- [53] Mane P N, Gaikwad M S, Chikte P B, et al. Integrated management of *Alternaria* leaf blight and necrosis of sunflower[J]. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 2019, 8(3): 2536-2544.
- [54] Wu H C, Wu W S. Sporulation, pathogenicity and chemical control of *Alternaria protenta*, a new seedborne pathogen on sunflower[J]. Australasian Plant Pathology, 2003, 32(2): 309-312.
- [55] 王兴环, 董百春, 薛丽静, 等. 向日葵黑斑病的综合防治[J]. 农业与技术, 1994(5): 24-25.
- [56] Mathivanan N, Prabavathy V R. Effect of carbendazim and mancozeb combination on *Alternaria* leaf blight and seed yield in sunflower (*Helianthus annuus* L.) [J]. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 2007, 40(2): 90-96.
- [57] Usha D, Prasad M S L, Sarada C. Sensitivity of different fungicides against isolates of *Alternaria helianthi* (Hansf) Tubaki and Nishihara, leaf blight in sunflower[J]. Indian Phytopathology, 2019, 72: 351-360.
- [58] Vijayalakshmi G, Karuna K, Mahadevaswamy G. Evaluation of microbial biocontrol agents and fungicides against *Alternaria helianthi* causing leaf blight of sunflower[J]. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 2018, 7(1): 2726-2730.
- [59] Pathare A I, Ingle S T, Choudhari R J. Efficacy of fungicides and *Trichoderma viridemutants* against *Alternaria helianthi* causing leafblight of sunflower[J]. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 2019, 8(4): 1041-1044.
- [60] Mesta R K, Benagi V I, Kulkarni S, et al. *In vitro* evaluation of fungicides and plant extracts against *Alternaria helianthi* causing blight of sunflower[J]. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 2010, 15(4): 111-114.
- [61] 于莉, 陆宝, 王男, 等. 向日葵黑斑病流行规律的研究[J]. 吉林农业大学学报, 1988(S1): 36-39, 42.
- [62] 赴淑华. 向日葵黑斑病发生危害及防治[J]. 中国油料, 1984(4): 56-59.
- [63] Devi P A, Mohan S, Thiribhuvanamala G. Antifungal activity of plant extracts against by *Alternaria helianthi* [J]. Journal of Biopesticides, 2013, 6(2): 231-236.
- [64] Rasool B, Summuna B, Shah T A, et al. *In vitro* evaluation of bio-control agents against *Alternaria* leaf blight of sunflower and vascular wilt of beans[J]. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 2019, 8(8): 326-335.

Research Progress of *Alternaria helianthi* by Sunflowers at Home and Abroad

LI Yi-chu, SHI Feng-mei, MA Li-gong, LIU Jia, MENG Qing-lin

(Institute of Plant Protection, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract: Sunflower is an important oil crop in China. *Alternaria helianthi* is a common sunflower disease caused by *Alternaria alternata*, which mainly damages the leaves and stems of sunflower. At present, there are no completely resistant sunflower varieties in the world. *Alternaria helianthi* was first discovered in China in 1966. There were many reports on *Alternaria helianthi* in 1980s, and there were few reports on diseases in recent ten years. In this paper, the research history of *Alternaria helianthi* in China was reviewed and summarized. Combined with the research status of *Alternaria helianthi* abroad in recent 20 years, the research progress of *Alternaria helianthi* at home and abroad was systematically elaborated from the aspects of damage symptoms, pathogen research, pathogenic mechanism, seed borne pathogen detection, disease resistance breeding and integrated control methods. The aim is to provide scientific researchers and production workers with a convenient way to quickly understand the *Alternaria helianthi*. In case of sudden disease, we can accurately grasp the disease treatment method at the first time. At the same time, we hope that the disease related researchers and production front-line workers will pay attention to *Alternaria helianthi*, plant disease control needs long-term monitoring, and the disease research also needs continuity.

Keywords: sunflower; *Alternaria helianthi*; pathogen; resistance breeding; integrated control