

# 万寿菊黑斑病的研究进展

冯倩倩<sup>1,2,3</sup>, 陈东亮<sup>2,3</sup>, 程曦<sup>2,3</sup>, 董然<sup>1</sup>, 李明远<sup>2</sup>, 黄丛林<sup>2,3</sup>

(1. 吉林农业大学 园艺学院, 吉林 长春 130118; 2. 北京农业生物技术研究中心, 北京 100097;

3. 农业基金资源与生物技术北京市重点实验室, 北京 100097)

**摘要:**万寿菊起源于南美,是提取叶黄素的主要原料。叶黄素具有治疗人视网膜黄斑、提高人体免疫力、延缓衰老等功效。黑斑病是危害万寿菊生产的主要病害。现从万寿菊黑斑病的发生与危害、病原菌种类与病症、病原菌的发病因素、抗病品种的选育及黑斑病高效防治等方面综述了万寿菊黑斑病的研究进展,简要分析存在的问题和解决途径,旨在为提高万寿菊抗病性育种提供理论依据。

**关键词:**万寿菊;黑斑病;叶黄素

**中图分类号:**S 436.8<sup>+</sup>1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)20-0181-05

万寿菊(*Tagetes erecta*)原产墨西哥,是提取叶黄素的主要原料。叶黄素对身体尤其是眼睛有益<sup>[1]</sup>,因此,叶黄素经常被添加在食品中作为着色剂和营养物质来使用<sup>[2]</sup>。天然叶黄素作为食品、饲料、医药领域的高科技产品越来越受人们青睐。由于万寿菊富含叶黄素、六羟黄酮、万寿菊苷,因此可以用于治疗感冒和咳嗽<sup>[3]</sup>;万寿菊花组织提取物可以治疗眼疾,叶片提取物可以有效治疗痔疮、肾脏问题、肌肉疼痛、溃疡、创伤<sup>[4]</sup>,同时含有大量的萜类化合物而具有抗衰老、抗真菌、止痛作用<sup>[5]</sup>,从而被广泛应用在营养、保健、药理、食品、医药、化妆等方面<sup>[6-7]</sup>,市场应用前景广阔,国际需求量不断增加。

万寿菊在美国、墨西哥、韩国、印度、日本等都广泛种植,我国东北、华北、西北、广东和云南南部、东南部均有栽培<sup>[8]</sup>。我国每年叶黄素的产量在 800 t 左右,占世界总产量的 85%;而每年世界上的叶黄素需求量为 1 300~1 500 t,缺口为 300~500 t。国际市场上,1 g 叶黄素的价格与 1 g 黄金相当,效益十分可观<sup>[9]</sup>,随着人们生活水平的提高,天然叶黄素定会取代人工色素,万寿菊叶黄素产业的发展一定是 21 世纪最具潜力的行业

之一。

## 1 万寿菊黑斑病的分布和发生概况

1966 年,在卡利亚尼 SHOME 等<sup>[10]</sup>首次发现链格孢属(*Alternaria* sp.)是侵染万寿菊的一种新病原。万寿菊黑斑病在美国、墨西哥、韩国、印度、日本都曾大规模发生<sup>[11]</sup>。国内新疆、黑龙江、云南、北京、河北、甘肃等地种植规模较大,面积约为 33 350 m<sup>2</sup>,在北京延庆县及大兴区也被大面积种植,在甘肃也囊括了威武市、古浪县、黄羊镇及白银市景泰县。随着国内种植面积的扩大,病虫害尤其是万寿菊黑斑病的发生几率和程度不断增加,成为各个地区发展的限制因素之一,其发病率一般在 20%~30%,严重时可达 95%以上,尤其 7 月中旬以后显著加重,而且蔓延迅速,短时间内即可蔓延至全田,造成严重损失,特别是万寿菊叶斑病的发生,可导致万寿菊叶片早枯,花蕾凋萎。近 3 年北京地区种植面积也逐渐增加,在每年的 7、8 月,由于高温高湿天气,黑斑病发生较严重,尤其是种植密度较大的地区。课题组从 2012—2014 年对北京市延庆县万寿菊流行病进行观察,2014 年万寿菊黑斑病在 6 月 20 日达到高峰,病情指数为 4.772。

## 2 万寿菊黑斑病病害症状

张天宇<sup>[12]</sup>、WEN 等<sup>[13]</sup>、CHOU 等<sup>[14]</sup>报道万寿菊链格孢侵染万寿菊表现为叶片病斑开始时为圆形或近圆形,褐色,直径约 1~5 mm,后期深褐色至黑色,常相互融合至全株枯死,同时也危害小枝及花茎,病株矮化,或侵染花部,整朵花变黑褐色。

2012—2014 年研究发现,北京地区万寿菊黑斑病病原对万寿菊的危害主要表现在子叶、真叶、茎、花方面。

**第一作者简介:**冯倩倩(1989-),女,硕士研究生,研究方向为园林植物资源与种植创新。E-mail:victory\_feng@126.com

**责任作者:**黄丛林(1965-),男,博士,副教授,研究方向为花卉分子生物学及其生物技术育种。E-mail:conglinh@126.com

**基金项目:**北京市农林科学院创新基金资助项目(KJCX20140109, KJCX20140202);北京市农林科学院科技创新团队基金资助项目(KJCXTD201308);北京市园林绿化局花卉育种创新平台资助项目(YLHH201500105)。

**收稿日期:**2015-05-28

在子叶面上形成紫色的圆斑,直径1~6 mm。后期病斑中间变褐、变白,病斑中间形成一个灰白色略有凹陷的圆斑。真叶发病起初和子叶症状相似,直径约1 mm。后略扩大,中间也会出现灰白色的斑点。但是一般紫色的区域直径仅为1~3 mm。在初夏空气湿度较低时,病斑扩展较慢,往往在叶上同时形成大量的斑点。在环境较适合时,病斑直径会扩大为5 mm左右;有时引起病斑周围叶组织变黄。后期病斑互相融合,使整个叶片枯死。在茎上形成椭圆至梭形、长条形的病斑,大小(1~30)mm×(2~4)mm,初为褐色,有时中间组织也会变白。在花托和花上初形成椭圆至梭形的斑点。后期花蕾和花变褐、枯死。

### 3 病原菌的相关研究

#### 3.1 病原菌的种类

万寿菊链格孢侵染万寿菊已多次被报道。1966年,SHOME等<sup>[10]</sup>在卡利亚尼将侵染万寿菊的病原从生态学和生理化学方面鉴定出万寿菊链格孢(*A. tagetica*)。1979年,在美国首次发现万寿菊黑斑病<sup>[8]</sup>,经鉴定确认为万寿菊链格孢(*A. tagetica*),对其生物学特性进行了研究,得出在25℃间歇光照并在培养基中加入灭螨猛有利于产孢。1986年,COTTY等<sup>[11]</sup>在亚特兰城发现万寿菊链格孢(*A. tagetica*)侵染实生苗万寿菊,引发叶斑病。1989年,YU等<sup>[15]</sup>报道了朝鲜万寿菊病斑上分离出万寿菊链格孢(*A. tagetica*)。1998年,TOMIOKA等<sup>[16]</sup>从日本患病的万寿菊和孔雀草上重复分离出丝状真菌,经鉴定此真菌为万寿菊链格孢(*A. tagetica*)。2005年,WEN

等<sup>[13]</sup>在台湾从孔雀草病斑中分离出孔雀草链格孢(*A. patula*)。2013年,高山等<sup>[17]</sup>通过ITS(Internal Transcribed Spacer)序列分子鉴定,结合形态观察得出分离出的万寿菊叶斑病原菌为万寿菊链格孢(*A. tagetica*)。课题组对北京地区万寿菊黑斑病原进行了系统的研究,将病原确认为万寿菊链格孢。

1957年,EDWARD等<sup>[18]</sup>首次从万寿菊黑斑病病斑中分离出百日草链格孢(*Alternaria zinnia*)。SHOME等<sup>[10]</sup>发现百日草链格孢只侵染万寿菊的叶和花。1976年,MONDAL等<sup>[19]</sup>首次从万寿菊花芽干腐病中分离出*Alternaria dianthi*,该病原只侵染花芽和老叶。2002年,吴新颖<sup>[20]</sup>研究吉林地区万寿菊叶斑病,并分离出石竹链格孢(*A. gypsophilae*)。2008年,甘肃农业大学对万寿菊病原采集分离培养,根据形态比较认为和链格孢(*Alternaria* sp.)是同一个种<sup>[21]</sup>。2010年,王婷等<sup>[22]</sup>通过形态对比将甘肃地区万寿菊叶斑病的病原菌鉴定为细极链格孢(*A. tenuissima*)。其感染病菌后植株表现与万寿菊链格孢症状类似,且二者不容易分离,因细极链格孢为腐生,分离万寿菊链格孢时很容易混淆,万寿菊链格孢较细极链格孢分生孢子大。

综上所述,已报道的病原菌种类有*Alternaria zinniae*、*A. tagetica*、*A. dianthi*、*A. gypsophilae*、*A. patula*、*A. tenuissima* 6种。

#### 3.2 病原菌的形态比较

已报道的侵染万寿菊的病原在其最适培养基中分生孢子形态比较见表1。

表1

各病原分生孢子形态特征

Table 1

The morphological characteristics of the spore

名称	大小/μm	形态	纵隔数目	横隔数目	喙长/μm
万寿菊链格孢 <sup>[12]</sup>	(72.5~109.5)×(15.5~25.0)	单生,罕短链生,倒棒状或近梭形,淡褐色至中度褐色	0~5	8~13	(46.5~133.0)×(2.5~4.5)
百日草链格孢 <sup>[18]</sup>	(47.0~78.5)×(15.5~24.0)	单生,罕短链生,倒棒状至广梭形,褐色至深褐色	2~9	7~10	(54.5~280.0)×(2.0~3.0)
<i>Alternaria dianthi</i> <sup>[19]</sup>	(13.5~64.0)×(8.5~22.0)	圆锥形至倒棍棒形或椭圆形,有隔,初期橄榄色,后期黑色	6	10	—
石竹链格孢 <sup>[20]</sup>	21.6×10.2	倒棍棒形、长椭圆形,褐色、初期无色、后期褐色	0~9	1~9	4.4~43.4
孔雀草链格孢 <sup>[13]</sup>	(15~150)×(6~10)	卵形基部圆形或椭圆形,顶端有小喙或长喙,有隔	6~10	5~14	(0~250)×2
细极链格孢 <sup>[22]</sup>	21.6×10.2	倒棍棒形、长卵圆形、梭形等,初色浅,后呈黄褐色,深褐色	2~4	0~3	(2.74~4.50)×(2.40~4.16)
北京地区万寿菊链格孢	(65~140)×(15~42)	单生,罕短链生,倒棒状,淡褐色至深褐色	3~8	0~7	(7~110)×(3~10)

#### 3.3 病原菌的生物学特性

据王婷等<sup>[22]</sup>报道,万寿菊叶斑病原在25℃、相对湿度98%时生长最快,产孢量大,孢子萌发效率高。JASH等<sup>[23]</sup>对百日草链格孢生长的最适培养基类型、pH值及产孢条件进行了试验,发现其在含有百日草叶片提取物培养基上,pH 6.5生长最好,产孢量最大,其次是Potato Dextrose Agar(PDA、马铃薯200 g、葡萄糖20 g、琼脂15~20 g、自来水1 000 mL、pH自然)培养基。课题组对北京地区万寿菊黑斑病原进行了初步研究,发现其在PDA培养基上最适生长温度为25℃。在MA培养基上进行诱孢,每天日光灯照射6 h、25℃、间歇光照

2~3 d即可产孢。吴新颖<sup>[20]</sup>对万寿菊链格孢叶斑病的发生规律研究结果表明,光照对菌丝生长影响不大,但可影响其产孢,自然光照较白炽灯对病原菌产孢有促进作用。

#### 3.4 病原菌的鉴定方法

1998年全世界已发表的链格孢种级分类单位500个左右,并不断有新种发表,估计认真订正后可予承认的约300个种<sup>[24]</sup>。2008年,链格孢属基于分生孢子形态特征和分子遗传学数据分类和认证的有280个种<sup>[25]</sup>。

3.4.1 形态学鉴定方法 形态学为较传统的方法,主要依靠病原菌菌落的培养特征、分生孢子的形态、营养体

和子实体的形态特征<sup>[26]</sup>,链格孢属的种级分类以分生孢子为主要依据,主要标准以分生孢子的形状、大小、分隔状况、喙的有无和形态、分生孢子的着生方式、孢子表面的纹饰特点<sup>[27]</sup>。但是由于真菌种类多、分布广泛、分生孢子形态容易受到培养条件和其它因素的影响,并且相当部分分生孢子很难获得,一般耗时长,步骤繁琐。这些都给真菌种类鉴定带来了困难。

3.4.2 分子生物学鉴定方法 真核生物碱基组成具有遗传稳定性,受环境及外界条件影响较小,不受生长阶段影响,更能从遗传角度、生物自身核酸序列来验证真菌的亲缘远近。分子生物学鉴定方法主要有碱基组成、限制片段多态性(restriction fragment length polymorphism, RFLP),随机扩增多态性 DNA(random amplified polymorphism DNA, RAPD)、脉冲电场凝胶电泳(pulsed-field gel electrophoresis, PFGE)以及小亚基 rDNA 或 rRNA 序列测定等。此外还有报道利用蛋白质图谱鉴定,蛋白质是基因表达的直接产物,蛋白图谱所表现的构型、净电荷及分子量的不同反映了物种之间的不同<sup>[28]</sup>。其中依据 ITS 区段的 DNA 序列进行分子鉴定<sup>[29]</sup>,是一种很精确的对未知菌种进行鉴定的方法<sup>[30]</sup>。rRNA 结构和功能十分保守,rRNA-rDNA 已研究比较深入,在 rDNA 中,ITS 区的进化速率较快,可以提供较丰富的变异位点和信息位点<sup>[31]</sup>。ITS 系统发育树可以区分出链格孢属大部分的种群,不能区分出有密切关系的种群<sup>[32]</sup>,但一个较好解决链格孢分类的方法已随着编码蛋白甘油醛-3-磷酸脱氢酶(glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase, *gpd*)位点基因的出现而产生<sup>[33]</sup>。近几年已有将 ITS、*gpd*, *allgen Alt a1*(*Alt a1*)三基因相结合建立多基因系统发育树来鉴别链格孢属内真菌种类<sup>[34-35]</sup>。真菌最终的分类鉴定有赖于序列的测定,必须借助于详细的序列对比,分析被试菌种与基因序列库中已知菌种的同源性<sup>[31]</sup>。

#### 4 影响万寿菊黑斑病发病的因素

##### 4.1 温度与湿度

万寿菊黑斑病在 20℃,低温寡照,连雨天气较多,气候条件适宜时,会大面积暴发。病害的发生流行与温湿度关系密切,在温度适宜的条件下,湿度越大越有利于发病,湿度是病害发生和流行的主导因素<sup>[20]</sup>。HAGAN 等<sup>[36]</sup>认为持续降雨和浇水过多会加快该病的传播。病菌的分生孢子在枯死病株上或土壤中的病株残体上越冬,翌年分生孢子借风、灌溉水、雨水进行传播侵染,这与 JIAN 等<sup>[37]</sup>的报道一致。

通过对北京地区万寿菊流行病观察发现,2012、2013 年都曾大面积发生黑斑病病害,2013 年 7—8 月由于强降雨湿度过大,郁闭度逐渐增大,成为后期病害发生的主要因素。对比近 3 年同一时间段的环境条件,可知在

2014 年 6—7 月北京地区降雨量较少,从而也反映湿度影响其发病。因此不同地区可以根据当地气候条件对播种时期做出相应的调整,延迟或提前播种以避免病害发生高峰期,减少病害造成的损失。

##### 4.2 施肥方式

种植色素型万寿菊,科学的病虫草害综合防治配套技术的应用是增产增收的关键所在<sup>[38]</sup>。有试验报道万寿菊在土壤肥沃的地方发病率较土壤贫瘠低,因此增强土壤肥力,合理改善土壤和做好水肥管理及轮作可以降低或者减少万寿菊黑斑病病害<sup>[19]</sup>;氮磷钾的合理搭配使用可以提高万寿菊自身的抵抗力,氮肥多时较易发病,钾肥多时不易发病<sup>[20]</sup>。

##### 4.3 品种抗性

品种的选择及品种自身条件也是衡量产量高低的一个关键。抗性高的品种可以减少人工化学药剂的使用,避免污染与农药残留。课题组对万寿菊 30 多个品种的抗性进行研究,发现 WSJ-29 和 WSJ-15 分别为抗性最弱和最强品种,抗病指数分别为 11.17%和 81.86%。

#### 5 防治措施

##### 5.1 农业防治

5.1.1 选育和种植抗病品种 从育种方面提高万寿菊抗病性的研究,不但大大节约万寿菊栽培的投入,同时对食用性万寿菊来说也避免了人工化学合成农药带来的残留。提高万寿菊的抗性可以从传统和分子育种技术 2 方面进行。已产生的万寿菊抗性杂交种有万寿菊与孔雀草杂交种 *Nugget supreme* (Kaszan)<sup>[39]</sup>、‘通菊一号’<sup>[40]</sup>等。国内培育的品种很少<sup>[41-42]</sup>。在针对万寿菊病原进行抗病性育种方面尚鲜见报道。

5.1.2 土壤消毒 要彻底清除土壤中的病残体。采用 75%敌克松 500 倍液 12~15 kg/m<sup>2</sup> 浇泼,24 h 后浇透水播种。

5.1.3 科学轮作及合理密植 轮作可以降低发病。栽培田地的选择应该是上一年非菊科类植物,有报道玉米、大豆、马铃薯是最好的前茬。寻求合适的轮作或间作植物,PLOEG 等<sup>[43]</sup>研究表明万寿菊在抑制其它植物寄生性线虫等方面具有高效作用。合理密植避免植株间距过密有助于降低病害的发生;病残株的适时处理及深翻土壤可以大大杜绝病菌的来源。

##### 5.2 生物防治

在没有找到相应的抗病品种时,生物防治是较好的防治方法,避免了农药的使用,尤其是对于食用万寿菊,可以保证无公害和绿色健康发展,同时提高了万寿菊生产效益。如发病初期喷洒 50%甲基硫菌灵(甲基托布津)800 倍液,每隔 10~15 d 喷施 1 次。桂希华等<sup>[38]</sup>通过实践证明,当万寿菊叶片出现病斑时,初花期前可采用 50%代森锰锌(大生、新万生)500 倍液喷雾,喷 3 次以

上,间隔期为15 d左右。初花后可采用40%菌核净或者50%扑海因500倍液喷施叶面,间隔期为7 d,尽量控制在采花前后每隔7 d喷1次。

### 5.3 化学防治

高洁等<sup>[44]</sup>经过室内抑菌、田间小区试验和不同农户使用证明,筛选出了对万寿菊真菌性叶斑病防效较好的54%多菌清1号可湿性粉剂,以500倍液在发病初期喷雾防效达70%以上。侯启雷等<sup>[45]</sup>室内抑菌试验研究得出,在相同浓度下,扑海因的抑菌效果较多菌灵、百菌清和多菌清好。田间试验结果表明,扑海因防治效果最佳,其次是安泰生(丙森锌)、福星(氟硅唑),多菌灵和百菌清效果较好,加瑞农(春雷霉素+王铜)等的防效较差。针对北京地区,经试验得知定植后喷施一次福美双,可杀灭露出的病残株。7月下旬进入重点防病时期,施用异菌脉+福美双或苯醚甲环唑+福美双,每隔7 d喷1次,可以有效地针对万寿菊病害进行防控。同时测试发现50%啶酰菌胺(凯泽)水分散粒剂、50%异菌脉可湿性粉剂、25%嘧菌酯(阿米西达),悬浮剂、22.5%啶氧菌酯(阿拓)悬浮剂对万寿菊黑斑病的防空效果较好。以上药剂轮换使用,以免病菌产生抗性。

5.3.1 种子处理 播种之前,桂希华等<sup>[38]</sup>采用25%咪酰胺(施保克、菌威)3 000倍液浸种12 h后带药催芽播种,可杀死种子携带的病毒及虫卵,减少后期病害发生。甘肃农业大学对种子带菌率测定试验表明种子外皮、内表皮都带菌,胚及胚乳不带菌,因此,播种前进行种子消毒或者药剂浸种后清水处理,可以作为去除病原菌的方法。

5.3.2 喷施叶面肥 倪英等<sup>[46]</sup>认为每次采花后喷施1次磷酸二氢钾叶面肥,以满足养分供应,增强抗病能力。采摘5~6次花以后,在每次采花后要及时喷施叶面肥补充营养,可使用0.3%~0.5%的复混磷酸二氢钾液于10:00前或16:00后进行叶面喷雾。

### 6 存在问题及展望

近年来,万寿菊黑斑病对我国万寿菊产业影响较大,也是万寿菊病害中危害较大的病害。因此针对不同地区找出相应的病原是关键。但从目前已有文献来看,万寿菊黑斑病还存在以下方面的问题:一是万寿菊在幼苗期即可被万寿菊链格孢侵染,多数文章中称这种病害为黑斑病。万寿菊黑斑病命名混乱,有黑斑病、叶斑病、褐斑病、叶枯病等,由于文章中大多没有拉丁名,所以具体命名有待进一步统一。二是病原菌的分离工作有待提高,不同地区病原种类相差很大,由于寄生病原中常常混有腐生菌,因此病菌的分离工作有一定的困难。三是病原菌种类鉴定、致病力差异分析方面仍需完善。因此建议从分子生物学结合传统形态学及致病力、产孢表

型分析来鉴定北京地区万寿菊黑斑病病原种类。从而为今后提高万寿菊抗病性、找出抗黑斑病品种的万寿菊做铺垫,最终确保万寿菊增产增收。

### 参考文献

- [1] RICHER S, STILES W, STATKUTE L, et al. Double-masked, placebo-controlled, randomized trial of lutein and antioxidant supplementation in the intervention of atrophic age-related macular degeneration: The Veterans LAST study (Lutein Antioxidant Supplementation Trial) [J]. Optometry, 2004, 75: 216-230.
- [2] KRINSKY N L, LANDRUM J T, BONE R A. Biological mechanism of the protective role of lutein and zeaxanthin in the eye [J]. Annu Rev Nutr, 2003, 23: 171-201.
- [3] ZHANG J X, LIN B R, SHEN H F, et al. First report of bacterial soft rot on tagetes patula caused by dickeya dieffenbachia in China [J]. Plant Disease, 2013, 97(2): 282.
- [4] PRIYANKA D, SHALINI T, KUMAR N V. A brief study on marigold (tagetes species): A review [J]. International Research Journal of Pharmacy, 2007, 49(1): 43-48.
- [5] GUTIERREZ P, MARTHA R, LUNA H. Antioxidant activity of *Tagetes erecta* essential oil [J]. Journal of Chilean Chemical Society, 2006, 51: 2.
- [6] LI Z, ZHAO X, SANDHU A K, et al. Effects of exogenous abscisic acid on yield, antioxidant capacities, and phytochemical contents of greenhouse grown lettuces [J]. J Agric Food Chem, 2010, 58: 6503-6509.
- [7] SKIBSTED L H. Carotenoids in antioxidant networks. Colorants or radical scavengers [J]. J Agric Food Chem, 2012, 60: 2409-2417.
- [8] 中国科学中国植物志编辑委员会. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 1979: 389.
- [9] 冯锡君, 胡颖慧, 马春祥, 等. 万寿菊的栽培技术 [J]. 中国林副特产, 2014(2): 54-55.
- [10] SHOME S K, MUSTAFEE T P. *Alternaria tagetica* Sp. Nov. causing blight of marigold (*Tagetis* sp.) [J]. Current Science, 1966, 35(14): 370.
- [11] COTTY P J, MISAGHI I J, HIINE R B. Phytotoxin production by *Alternaria tagetica* (Abstr.) [J]. Phytopathology, 1982, 72: 942.
- [12] 张天宇. 《中国真菌志》(链隔孢属) [M]. 北京: 科学出版社, 2003: 86-87.
- [13] WEN W S, WU H C. A new species of *Alternaria* on seeds of Franch marigold [J]. Mycotaxon, 2005, 91: 21-25.
- [14] CHOU H H, WU W S. Phylogenetic analysis of internal transcribed spacer regions of the genus *Alternaria*, and the significance of filament-beaked conidia [J]. Mycological Research, 2002, 106: 164-169.
- [15] YU S H, LEE S K. Blight of marigold caused by *Alternaria tagetica* in Korean [J]. Korean Journal of Plant Pathology, 1989, 5: 354-358.
- [16] TOMIOKA K, ATO T, KOGANEZAWA H. Marigold leaf spot caused by *Alternaria tagetica* new to Japan [J]. Journal of General Plant Pathology, 2000, 66(4): 294-298.
- [17] 高山, 王孟飞, 胡平, 等. 基于 ITS 序列对万寿菊叶斑病原菌的分子鉴定 [J]. 湖北农业科学, 2013(9): 2075-2076.
- [18] EDWARD J C. Leaf blight of *Tagetes erecta* (marigold) caused by *Alternaria zinnia* Pape [J]. Sci Cult, 1957, 22: 683-684.
- [19] MONDAL N, CHAUDHURI S. Flower bud rot of marigold (*Tagetes erecta*

- L.) caused by *Alternaria-dianthi* stevens and hall in west-bangal[J]. Current Science, 1976, 45(2): 75.
- [20] 吴新颖. 万寿菊链格孢叶斑病的研究[D]. 长春: 吉林农业大学学报, 2002.
- [21] 谢忠清. 万寿菊叶斑病的发生及防治[J]. 农业科技与信息, 2008(1): 27-28.
- [22] 王婷, 王龙, 王生荣. 万寿菊叶斑病原鉴定及其生物学特性研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2010, 45(3): 66-68.
- [23] JASH S, DUTTA S, BANDYOPADHYAY S, et al. Effect of different culture media, pH and carbon sources on growth and sporulation of *Alternaria zimmiae* pape causing leaf and flower blight of marigold[J]. Environment and Ecology, 2003, 21(2): 321-325.
- [24] SIMMONS E G. *Alternaria*: An identification manual[M]. Utrecht: CBS Fungal Biodiversity Centre, 2007: 10-12.
- [25] SIMMONS E G. *Alternaria*: An Identification Manual[M]. Washington DC: ASM Press, 2008.
- [26] 赵杰. ITS 序列分析及其在植物真菌病害分子检测中的应用[J]. 陕西农业科学, 2004(4): 35-37.
- [27] 王洪凯, 张天宇, 张猛. 链格孢属真菌分类研究进展[J]. 山东农业大学学报, 2001, 32(3): 406-410.
- [28] 孙霞. 链格孢属真菌现代分类方法的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2006.
- [29] SCHUBERT R, BAHNWEIG G, NECHWATAL J, et al. Detection and quantification of *Phytophthora* species which are associated with root-rot diseases in European deciduous forests by species-specific polymerase chain reaction[J]. Eur J for Path, 2004, 94(10): 1075-1083.
- [30] 白树猛, 田黎. ITS 序列分析在真菌分类鉴定和分子检测中的应用[J]. 畜牧与饲料科学, 2009(1): 52-53.
- [31] ANDREASEN K, BALDWIN B G. Unequal evolutionary rates between annual and perennial lineages of checkermallows (*Sidalcea*, Malvaceae): evidence from 18S-26S rDNA internal and external transcribed spacers[J]. Molecular Biology and Evolution, 2001, 18(6): 936-944.
- [32] DE HOOG G S, HORRE R. Molecular taxonomy of the *Alternaria* and *Ulocladium* species from humans and their identification in the routine laboratory[J]. Mycoses, 2002, 45(8): 259-276.
- [33] WANG Y, PEI Y F, ZHANG K, et al. Molecular and morphological description of two new species of *Stemphylium* from China and France[J]. Mycologia, 2010, 102(3): 708-717.
- [34] TAO W C, ZHANG W, YAN J Y, et al. A new *Alternaria* species from grapevine in China[J]. Mycological Progress, 2014, 13(4): 1119-1125.
- [35] MO C, SG K, IH H, et al. First report of black spot caused by *Alternaria alternata* on grafted cactus[J]. Plant Pathology Journal, 2010, 26(1): 80-82.
- [36] HAGAN A K, AKRIGE J R, RIVAS-DAVILA M E. Impact of application rate and timing on the control of alternaria leaf spot on marigold with heritage[J]. Plant Pathology, 2001, 30: 516-521.
- [37] JIAN X D, PAUL N C, PARK M S. Molecular characterization, morphology and pathogenicity of *Alternaria panax* from araliaceous plants in Korea[J]. Mycol Progress, 2013, 12: 383-396.
- [38] 桂希华, 陆炳有, 张正东. 万寿菊病虫草害综合防治技术[J]. 云南农业, 2005(10): 9.
- [39] DELILAH S. Magnificent marigold[J]. Organic Gardening, 1997, 44(1): 54.
- [40] 张春华. 色素万寿菊杂交种通菊一号的选育[J]. 内蒙古农业科技, 2010(5): 70-71.
- [41] 张西西, 董爱香, 张华丽. 北京草花新品[J]. 中国花卉园艺, 2008(10): 50.
- [42] 赵景云, 王平, 李娜, 等. 万寿菊 7 号选育报告[J]. 温室园艺, 2005(5): 58-60.
- [43] PLOEG A T, MARIS P C. Effect of temperature on suppression of *meloidogyne incognita* by tagetes cultivars[J]. Journal of Nematology, 1999, 31(4s): 709-714.
- [44] 高洁, 董然, 吴新颖, 等. 万寿菊真菌性叶斑病 (*Aternaria* sp.) 化学药剂防治研究[J]. 吉林农业大学学报, 2004(1): 32-34.
- [45] 侯启雷, 张肖凌, 王龙, 等. 甘肃垦区万寿菊叶斑病药剂防治研究[C]. 中国植物保护学会 2008 学术年会论文集. 北京: 中国农业科技出版社, 2008: 352-354.
- [46] 倪英, 吴彦, 任庆民, 等. 万寿菊栽培技术[J]. 宁夏农林科技, 2012(5): 47.

## Research Progress of Black Spot on Marigold

FENG Qianqian<sup>1,2,3</sup>, CHEN Dongliang<sup>2,3</sup>, CHENG Xi<sup>2,3</sup>, DONG Ran<sup>1</sup>, LI Mingyuan<sup>2</sup>, HUANG Conglin<sup>2,3</sup>

(1. College of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118; 2. Beijing Agro-biotechnology Research Center, Beijing 100097; 3. The Key Laboratory of Agricultural Fund Resources and Biotechnology in Beijing, Beijing 100097)

**Abstract:** *Tagetes erecta* originated in South America is the main raw material of lutein, which plays a vital role in treating macula lutea retinae, improves the immune capability, takes effect on anti-aging. The black spot disease is the main disease on reducing marigold production. This paper concluded occurrence and harmful of black spot, the species of pathogen and symptoms on marigold, pathogenic factors and disease-resistant varieties selection, effective means for control of black spot, making a briefly analysis of the existing problems and the corresponding solutions, aiming at providing help for improving disease-resistant in marigold breeding.

**Keywords:** marigold; black spot disease; lutein