花 生 学 报 2014,43 (2): 42～46
*Journal of Peanut Science*, Vol. 43, No. 2, 2014

文章编号:1002-4093(2014)02-0042-05

# 花生叶斑病研究概述

沈 一,刘永惠,陈志德

(江苏省农业科学院粮食作物研究所,江苏 南京 210014)

摘要:花生叶斑病包括褐斑病和黑斑病,是全球花生生产中最常见、危害最大的病害,本文对花生叶斑病相关的致病菌研究、防治研究、抗病育种研究和抗病机理研究等方面做了综述,旨在对相关研究工作的深入提供指导。

关键词:花生;叶斑病;综述

中图分类号:S565.2 S435.652 文献标识码:A

## Research Summary of Leaf Spot on Peanut

SHEN Yi, LIU Yong-hui, CHEN Zhi-de

(*Institute of Food Crops, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing* 210014, *China*)

**Abstract**: Leaf spot, including the early leaf spot and the late leaf spot, was the most common and serious disease in peanut production. In this paper, the aspects of pathogen, control measurement, tolerant breeding and mechanism research of leaf spot on peanut were summarized, aiming to provide useful guide for further scientific work.

**Key words**: peanut; leaf spot; research summary

花生叶斑病包括褐斑病(Early Leaf Spot)和黑斑病(Late Leaf Spot)两种,为全球花生生产中最常见、危害最大的病害,其共同特征是在叶上产生病斑,造成叶片枯死、脱落,影响花生光合作用,严重的也会发展至叶柄和茎秆。叶斑病一般使花生减产 10%～20%,严重的可达 50%以上,是花生产量的重要限制因素之一[1-2]。

近年来,我国花生种植面积稳定在 $4.5\times10^6$ $hm^2$,单产逐年提高,基本实现自给,为我国食用油的安全起到了重要作用。80 年代以来,我国主产区花生开始发现叶斑病,在湿度大或降雨量多的条件下,各产地都有较大程度的发生,北方产区比南方产区更甚,严重影响产量[3]。相比起主粮作物病害,花生叶斑病发病规律、相关基础研究等亟待加强。

## 1 叶斑病致病菌研究

褐斑病病原菌有性世代为子囊菌亚门球腔菌属 *Mycosphaerella arachidi* Deighton,无性世代为半知菌亚门球腔菌属 *Cercospora arachidicola* S. Hori;黑斑病病原菌有性世代为子囊菌亚门球腔菌属 *Mycosphaerella berkeleyi* Jenk.,无性世代为半知菌亚门尾孢属 *Cercosporidium personatum* (Berk and M. A. Curtis) Deighton[4-5]。从外观来说,褐斑病产生的病斑为黄褐至红褐色,并有明显的黄色边缘(Halo),而黑斑病则为相对较

收稿日期:2014-05-12

基金项目:国家现代农业花生产业技术体系(CARS-14);江苏省农业科技自主创新资金 (CX(12)2024)

作者简介:沈一(1983-),男,江苏无锡人,江苏省农业科学院助理研究员,博士,主要从事花生资源研究工作。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

小的黑色病斑，两种病斑都多发生于叶片远轴端。由于两种病经常混合发生，病斑颜色以外，具体区分两种病需要对孢子或分生孢子进行进一步的形态鉴定。

分离强致病菌、培养病菌分生孢子及接种鉴定是进行花生叶斑病抗性鉴定和新品种选育的必备技术环节。一般来说，两种致病菌在培养基上为灰褐色（褐斑病）或黑色（黑斑病）绒毛状，孢子顶生，黑斑病产生的孢子量更大[4]。根据现有报道，两者分生孢子在微观形态上皆为淡褐色或无色细长的棒状，具有 5～7 个隔膜，相对而言褐斑病病原菌比黑斑病更为细长，而黑斑病菌能在寄主细胞体内产生吸器[5]。

国内近年来也有致病菌分离鉴定方面的报道[6-7]，都能在实验室和田间接菌后产生病症，但仍缺乏从分子层面上的鉴定，如真菌 26srDNA、ITS 测序等工作。本实验室分离出多个能使花生产生类叶斑病症状的单一菌株，通过 26srDNA 测序后发现，个别真菌与引起杨树溃疡病的 *Botryosphaeria dothidea* 有高度同源，抗性鉴定还需要对菌株进行谨慎选择。此外，多数实验室采用本地分离菌株做抗性鉴定，叶斑病各地生理小种遗传与致病力的分化，尚无研究。

## 2　叶斑病发病规律和防治研究

褐斑病与黑斑病田间的侵染模式相似，一般以菌丝形式在植株残体越冬，次年适宜条件下（25～30℃），靠近土表的老叶作为侵染源产生孢子，借风力传播至其余叶片，2～4h 即可萌发，产生芽管直接从花生叶片侵入，在高温高湿条件下 10～15d 产生病斑。苗期湿度是花生叶斑病流行程度的主导因子[8]。

生产上，需要通过栽培手段与药剂相结合来防治叶斑病，此外，叶斑病易于与锈病同时发生，也易于造成后期黄曲霉菌感染[9]，应及早考虑综合措施防治。

栽培措施方面，由于叶斑病菌在植株残体越冬，花生收获后的秸秆应及时清除，进行条行耕作（strip tillage）[10]；连作易造成地力衰退，土壤真菌繁殖过多，所以有条件时可尽量避免花生常年连作种植；适期播种，夏季高温多雨期做好田间排涝工作；杂草如果不及时控制，会影响田间作物小气候，对叶斑病的发生有一定的促进作用[5]。

农药对叶斑病抑制效果的研究报道表明，在美国，叶斑病主要防治农药从早期的苯菌灵（benomyl）过渡到近期的百菌清（chlorothalonil，对锈病防治效果更好），发病前或发病初期开始施药，到收获 2～3 周之前每隔 10～14d 施药一次，此外，唑菌胺酯、吡噻菌胺、丙硫菌唑[11]和吡唑酰胺类[12]对褐斑病防治效果较好。国内也有一系列杀菌剂防治报道，包括双苯醇[13]，戊唑醇[14]，百泰、Opera[15-16]，爱苗[17]，代森锌[18]及巴斯夫[19]等，及少量杀菌剂的比较研究[20]。实际使用中，几类杀菌剂混用效果更佳，但市场仍缺乏花生专用的叶斑病防治药剂。

另外生物防治，如叶面喷施或拌种用几丁质分解菌株，包括粘质沙雷氏菌（*Serratia marcescens*）与环状芽胞杆菌（*Bacillus circulans*）[21]，荧光假单胞菌（*Pseudomonas fluorescen*）[22]，及苏云金杆菌[23]等，也有部分研究报道。

## 3　抗病育种研究

化学药剂对花生叶斑病的防治效果在 60% 左右，抗叶斑病花生种质的选育仍是防治花生叶斑病的重要手段。参照国际半干旱地区热带作物研究所（ICRISAT）制定的标准，按照每叶平均病斑数与落叶数量，一般把叶斑病病害鉴定标准分为 9 级[3]。

各花生品种对于叶斑病的抗性鉴定有部分报道[24-28]。总体来说，我国还缺乏完全免疫或高抗叶斑病花生品种[24]，只鉴定出一些稍好抗病品种如豫花 15 号、鲁花 11 号、花育 16 号、天府 10 号等，这些品种对于后期的网斑病又表现出感病，兼抗材料更为缺乏[28]。

从世界范围来看，已有的抗性品种，如 ICG 11426，ICG 13787 和 ICG 8760 等，由于抗性遗传基础狭窄，普遍具有发芽率低、熟期长及果仁偏大等问题[4]，地域适应性和产量性状也有很多不

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

足[29]，作为抗源材料应用于我国花生育种还需要时间。此外，野生花生（*A. hoehnei*，*A. duranensis*，*A. cardenasii* 等）有抗黑斑病种质[30]，已有利用远源杂交的手段开展抗病育种的报道[25]。

利用抗源材料，包括野生材料进行有目的性的抗性育种以外，抗叶斑病育种还可以重视对现有早熟高产品系的选育，因其产量形成时期避开了叶斑病重发期[31]。

## 4 抗病机理研究

不同花生品种对于叶斑病抗性的差异，与品种类型，与主茎高、分枝数、结果数等农艺性状无显著关联[21]，更多与植株形态、叶片解剖结构、生育期等指标相关[5]。此外，叶斑病抗性虽对丰产性的总体制约程度较大，但对饱果数与百果重的影响程度较轻[31]。研究发现，花生叶斑病抗性还与内源一些生理物质相关，如芪类植保素（stilbene phytoalexin）的合成[29]，这些物质不仅能提高花生叶斑病抗性，对于后期抗黄曲霉感染等，也起到重要的作用。

分子水平来讲，一般认为花生叶斑病抗性是由多个微效隐性基因控制。近年来，随着分子标记、基因组、高通量测序、转基因技术等日益深入，不断涌现花生抗叶斑病相关的分子研究报道，随着基因组测序的完成，相关研究工作有望步上新的台阶。

以抗感黑斑病组合中花 5 号×ICGV86699 的 F2 分离群体为材料，结合 BSA 筛选到与黑斑病抗性连锁较紧密的 AFLP 标记 3 个[32]。重组自交系群体 TAG24 × GPBD 4 和 TG26×GPBD 4 中检测到了多个黑斑病相关的 QTL[33-34]；通过 SSR 标记和豆科锚定标记（legume anchor marker），检测了花生 A 染色体组中黑斑病抗性相关的染色体片段和 5 个 QTL[35]。抗病相关基因，包括栽培花生的 AhGLP[36]、野生花生的 AdTLP[37]，PR[38]基因也通过同源克隆等手段进行了挖掘。Kumar 等研究了抗黑斑病野生种 *A. diogoi* 接菌后的基因表达变化情况[39]，Luo 等利用 cDNA 微阵列手段研究了抗性差异品种间接菌后 384 个不同转录本的变化[40]，野生种 *A. stenosperma* 黑斑病菌接种后的转录组学分析也在近年得以报道[41]。转基因研究方面，芥菜的生物防御素（Defensin）[42]基因、水稻几丁质酶基因[43]、烟草几丁质酶基因[44]基因转化花生，都能提高花生对叶斑病的抗性。这些都为探索花生叶斑病抗性的机理及相关的育种工作提供了较好的支撑。

## 5 展 望

花生是我国重要的油料作物之一，极大地保障了我国食用油供给安全。叶斑病（褐斑病，黑斑病）的防治是花生生产中的关键因素，对产量的形成有极大影响。目前，对花生叶斑病致病菌的分离纯化、栽培与化防措施、抗病育种、抗病机理等的研究水平相对较浅，一些研究方向如：① 高致病性病原菌的分离与鉴定，及在此基础上的高效、稳定的叶斑病抗性鉴定平台；② 不同杀菌剂对于叶斑病病原菌的抑制效果比较，及叶斑病专用杀菌剂的开发；③ 抗源材料的进一步筛选和在育种中的利用；④ 抗病关键基因分离的深入研究等，都亟需深入。加强花生抗叶斑病研究，进一步服务于抗性育种工作，对于我国花生产业的发展有重要意义。

**参考文献：**

[1] 万书波. 中国花生栽培学 [M]. 上海：上海科学技术出版社，2003.

[2] Zhang S, Reddy M S, Kokalis-Burelle N, et al. Lack of induced systemic resistance in peanut to late leaf spot disease by plant growth-promoting rhizobacteria and chemical elicitors [J]. Plant Disease, 2001, 85 (8): 879－884.

[3] 禹山林. 中国花生遗传育种学 [M]. 上海：上海科学技术出版社，2011.

[4] Burns S. Strategies for enhancing leaf spot (*Cercospora arachidicola* and *Cercosporidium personatum*) tolerance in peanut (*Arachis hypogaea* L.) [D]. Gainesville: University of Florida, 2010.

[5] McDonald D, Subrahmanyam P, Gibbons R, et al.

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Early and late leaf spots of groundnut [M]. Hyderabad: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 1985.

[6] 张庆滢，杨丽英. 云南花生叶斑病病原菌的分离鉴定[J]. 花生学报，2003（增刊）：415－417.

[7] 薛其勤，万勇善，刘风珍. 花生褐斑病病菌的分离培养及致病性研究[J]. 中国农学通报，2007，23(03)：343－346.

[8] 李绍伟，任丽，孙春梅，等. 花生叶斑病流行程度与相关因子分析 [J]. 花生学报，2002 (04)：27－29.

[9] Zhang S, Guo Y, Bradshaw R E. Genetics of dothistromin biosynthesis in the peanut pathogen *Passalora arachidicola* [J]. Toxins (Basel). 2010, 2 (12): 2738－2753.

[10] Cantonwine E G, Culbreath A K, Stevenson K L. Characterization of early leaf spot suppression by strip tillage in peanut [J]. Phytopathology, 2007, 97 (2): 187－194.

[11] Johnson R C, Cantonwine E G. Post-infection activities of fungicides against *Cercospora arachidicola* of peanut (*Arachis hypogaea*) [J]. Pest Manag Sci, 2013. DOI: 10.1002/ps.3671.

[12] Culbreath A K, Brenneman T B, Kemerait R C Jr, et al. Effect of the new pyrazole carboxamide fungicide penthiopyrad on late leaf spot and stem rot of peanut [J]. Pest Manag Sci, 2009, 65 (1): 66－73.

[13] 管军健，刘军民，谢吉先，等. 25%双苯醇可湿性粉剂对花生叶斑病和锈病防治效果研究[J]. 花生学报，2003（增刊）：418－421.

[14] 韩方胜，史明武，张明法，等. 戊唑醇微乳剂防治花生叶斑病的效果[J]. 安徽农学通报，2006，(04)：107，155.

[15] 段瑞华，韩方胜，史明武，等. 百泰、Opera 防治花生叶斑病田间药效试验[J]. 安徽农学通报，2008 (17)：204.

[16] 王霞. 百泰、Opera 防治花生苗期病害和叶斑病效果及安全性试验[J]. 山东农业科学，2010 (10)：98－99.

[17] 陈云鸥，姜先芽，朱敏记. 爱苗防治花生后期病害及其产量效应研究[J]. 广东农业科学，2009 (09)：124－125.

[18] 陈凯，谢宏峰，樊堂群，等. 80%代森锌可湿性粉剂防治花生叶斑病的效果[J]. 安徽农业科学，2011 (18)：10932－11093.

[19] 袁国明，鞠久志，沈慧，等. 防治花生叶斑病药效比较试验[J]. 中国园艺文摘，2013(3)：37－38.

[20] 王才斌，孙秀山，成波，等. 不同杀菌剂对花生叶斑病的防效及公害研究[J]. 中国油料作物学报，2005 (04)：72－75.

[21] Kishore G K, Pande S, Podile A R. Biological control of late leaf spot of peanut (*Arachis hypogaea*) with chitinolytic bacteria [J]. Phytopathology, 2005, 95 (10): 1157－1165.

[22] Meena B, Radhajeyalakshmi R, Marimuthu T, et al. Biological control of groundnut late leaf spot and rust by seed and foliar applications of a powder formulation of pseudomonas fluorescens [J]. Biocontrol Science and Technology, 2002, 12 (2): 195－204.

[23] Anil K, Podile A R. HarpinPss-mediated enhancement in growth and biological control of late leaf spot in groundnut by a chlorothalonil-tolerant *Bacillus thuringiensis* SFC24 [J]. Microbiol Res 2012, 167 (4): 194－198.

[24] 袁虹霞，孙炳剑，李洪连，等. 花生品种(系)对叶斑病的抗性鉴定[J]. 河南农业科学，2004 (12)：35－38.

[25] Stalker H T, Beute M K, Shew B B, et al. Registration of five leaf spot-resistant peanut germplasm lines [J]. Crop Sci, 2002, 42 (1): 314－316.

[26] Foster D, Stalker H, Wynne J, et al. Resistance of *Arachis hypogaea* L. and wild relatives to *Cercospora arachidicola Hori* [J]. Oleagineux, 1981, 36 (3): 139－143.

[27] 路兴涛，张成玲，张田田，等. 不同花生品种对花生褐斑病和网斑病抗病性鉴定[J]. 花生学报，2013 (03)：52－55.

[28] 董炜博，石延茂，赵志强，等. 花生品种(系)叶部病害综合抗性鉴定[J]. 中国油料作物学报，2000 (03)：72－75.

[29] Sobolev V S, Guo B Z, Holbrook C C, et al. Interrelationship of phytoalexin production and disease

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

resistance in selected peanut genotypes [J]. J Agric Food Chem,2007,55 (6):2195－2200.

[30] Pande S, Rao J N. Resistance of wild *Arachis* species to late leaf spot and rust in greenhouse trials [J]. Plant Disease,2001,85 (8):851－855.

[31] **夏友霖,赖明芳,曾彦,等. 花生叶斑病抗性与产量性状的相关研究**[J]. **花生学报**,2003(**增刊**):133－137.

[32] **夏友霖,廖伯寿,李加纳,等. 花生晚斑病抗性** AFLP **标记**[J]. **中国油料作物学报**,2007 (3):318－321.

[33] Sujay V, Gowda M V, Pandey M K, et al. Quantitative trait locus analysis and construction of consensus genetic map for foliar disease resistance based on two recombinant inbred line populations in cultivated groundnut (*Arachis hypogaea* L.) [J]. Mol Breed, 2012,30 (2):773－788.

[34] Khedikar Y P, Gowda M V, Sarvamangala C, et al. A QTL study on late leaf spot and rust revealed one major QTL for molecular breeding for rust resistance in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) [J]. Theor Appl Genet,2010,121 (5):971－984.

[35] Leal-Bertioli S C, Jose A C, Alves-Freitas D M, et al. Identification of candidate genome regions controlling disease resistance in *Arachis* [J]. BMC Plant Biol, 2009(9): 112.

[36] Wang T, Chen X, Zhu F, et al. Characterization of peanut germin-like proteins, AhGLPs in plant development and defense [J]. PLoS One, 2013, 8 (4):e61722.

[37] Singh N. K, Kumar K R, Kumar D, et al. Characterization of a pathogen induced thaumatin-like protein gene AdTLP from *Arachis diogoi*, a wild peanut [J]. PLoS One, 2013, 8 (12):e83963.

[38] Vasavirama K, Kirti P B. Increased resistance to late leaf spot disease in transgenic peanut using a combination of PR genes [J]. Funct Integr Genomics,2012,12 (4):625－634.

[39] Kumar K R, Kirti P B. Differential gene expression in *Arachis diogoi* upon interaction with peanut late leaf spot pathogen, *Phaeoisariopsis personata* and characterization of a pathogen induced cyclophilin [J]. Plant Mol Biol,2011,75 (4－5):497－513.

[40] Luo M, Dang P, Bausher M G, et al. Identification of transcripts involved in resistance responses to leaf spot disease caused by *Cercosporidium personatum* in peanut (Arachis hypogaea) [J]. Phytopathology, 2005, 95 (4):381－387.

[41] Guimaraes P M, Brasileiro A C, Morgante C V, et al. Global transcriptome analysis of two wild relatives of peanut under drought and fungi infection [J]. BMC Genomics, 2012, 13: 387.

[42] Swathi Anuradha T, Divya K, Jami S K, et al. Transgenic tobacco and peanut plants expressing a mustard defensin show resistance to fungal pathogens [J]. Plant Cell Rep, 2008, 27 (11): 1777－1786.

[43] Iqbal M M, Nazir F, Ali S, et al. Over expression of rice chitinase gene in transgenic peanut (*Arachis hypogaea* L.) improves resistance against leaf spot [J]. Mol Biotechnol, 2012, 50 (2):129－136.

[44] Rohini V K. Rao K Sankara. Transformation of peanut (*Arachis hypogaea* L.) with tobacco chitinase gene: variable response of transformants to leaf spot disease [J]. Plant Sci,2001,160 (5):889－898.

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net