

抗大豆白粉病南方栽培大豆种质资源的初步筛选

李 穆¹,刘念析¹,岳岩磊¹,江炳志¹,李秀平²,年 海¹

(1. 华南农业大学 农学院,广东 广州 510642; 2. 广东农工商职业技术学院,广东 广州 511368)

摘 要:研究对南方 7 省抗白粉病栽培大豆种质资源进行了筛选,以期获得抗性大豆资源,为杂交育种培育抗病品种提供优异亲本,并探讨了栽培大豆的抗病资源分布和白粉病的防治。供试材料分别来自海南、广东、湖南、广西、福建、四川、江西 7 个省(区)。在白粉病高发期进行田间调查,同时采用喷雾接种法进行人工辅助接种,待充分发病后,分 3 次进行植株发病情况调查。结果表明:在 285 份栽培大豆资源中有 161 份材料表现为抗病反应,占鉴定资源总数的 56.5%;33 份资源为中间反应类型,占 11.6%;91 份资源表现为感病反应,占 31.9%。对栽培大豆资源的来源分析表明:广西的栽培大豆资源抗性最丰富,占 78.6%;其次为广东和四川,抗性比例分别为 75.0% 和 64.5%。

关键词:栽培大豆;大豆白粉病;抗性筛选

中图分类号:S565. 1 **文献标识码:**A **DOI:**10. 11861/j. issn. 1000-9841. 2016. 02. 0209

Preliminary Screening for Resistant Soyben Cultivars to Powdery Mildew in Southern China

LI Mu¹, LIU Nian-xi¹, YUE Yan-lei¹, JIANG Bing-zhi¹, LI Xiu-ping², NIAN Hai¹

(1. College of Agriculture, South China Agriculture University, Guangzhou 510642, China; 2. Guangdong Agricultural & Industrial & Business Vocation-al Technology College, Guangzhou 511368, China)

Abstract: For the first time powdery mildew resistant was screened in seven provinces of southern cultivated soybean germ-plasm in order to obtain resistant soybean resources for providing excellent foster parents in further cross-breeding of resistant varieties. Furthermore, the distribution of resources cultivated soybean disease and prevention and control of powdery mildew were discussed in this study. Test materials from Hainan, Guangdong, Hunan, Guangxi, Fujian, Sichuan and Jiangxi provinces (regions) were used. The incidence survey was conducted for 3 times when the plants were fully incidence, at the same time, spray inoculation method was used. There were 161 parts in 285 parts which showed antiviral response accounting for 56.5% of total resources identified; 33 were intermediate reaction types, accounting for 11.6%; 91 resource plant showed susceptible reaction, accounting for 31.9%. It showed that cultivated soybeans which owned resistant ability were the most abundant in Guangxi, accounting for 78.6%; followed by Guangdong and Sichuan, resistance rates were 75.0% and 64.5%.

Keywords: Cultivated soybean; Powdery mildew; Resistance screening

大豆白粉病是由真菌引起的一种世界性病害,主要为害叶片,发病先从下部叶片开始,后向上部蔓延,初期在叶片正面覆盖有白色粉末状的小病斑,后期不断扩大,逐渐由白色转为灰褐色,最后叶片组织变黄,严重阻碍植株的正常生长发育^[1]。该病易于在凉爽、湿度较大的环境出现,传播速度快,繁殖率高,可大范围发作。当白粉菌侵染寄主后,病株光合效能减低,进而影响到大豆的品质和产量,感病品种的产量损失可达 35% 左右^[2]。1921 年,大豆白粉病首次在德国发现,随后美国、日本、巴西也相继有大规模出现大豆白粉病的报道,如今该病在世界各地广泛存在^[3]。我国的河北、贵州、安徽、广东等地也发现了大豆白粉病^[4-5]。

前人对小麦白粉病的研究较多,做了大量抗病性鉴定、抗原研究、挖掘抗病基因等的研究工

作^[6-7],而大豆白粉病的研究相比于其它作物较少。1978 年,Buzzell 等^[8]根据成株抗感材料杂交后代的分离情况推测大豆白粉病的抗性可能由单一显性基因控制,并将该基因命名为 Rmd。随后,Lohnes 等^[9]和 Jun 等^[10]将大豆白粉病抗病基因定位于 J 连锁群。Buss 等^[11]在研究抗白粉病遗传时得到 2 个各带一对抗白粉病显性基因的品种 York 和 Marshal 可用作抗性资源。目前,尚未有对大豆抗白粉病种质资源鉴定的报道。

湖南、广西、福建等南方地区种植有大面积大豆。近几年来,大豆白粉病日益严重,有可能成为大豆的一个重要病害之一。目前通过杂交手段将抗病基因导入到感病品系中是防治大豆白粉病的有效方法。我国南方地区是栽培大豆品种份数最多的一个生态区,拥有宝贵的种质资源^[12]。本研究

收稿日期:2015-07-30
基金项目:国家自然科学基金(31171508)。
第一作者简介:李穆(1988-),男,博士,主要从事大豆遗传育种研究。E-mail:lm928094297@126.com。
通讯作者:年海(1962-),男,博士,教授,主要从事作物遗传育种研究。E-mail:lnx69@126.com。

对来自南方7省285份栽培大豆种质资源进行了大豆白粉病的抗病性筛选,以期获得抗白粉病大豆资源,为下一步杂交育种培育抗病品种提供优异亲本,同时为拓宽我国栽培大豆的抗性基因谱奠定良好的基础。

1 材料与方法

1.1 材料

栽培大豆资源由中国农业科学院作物所国家大豆种质资源库及国家大豆改良中心广东分中心共同收集组成,来自南方7个省(区),分别是海南、广东、湖南、广西、福建、四川和江西,共计285份(表1)。

1.2 方法

供试材料于2013年1月初在广州市华南农业大学宁西试验基地种植,采用随机区组设计,3次重复,1行区,株距0.1 m,行长1.25 m,行距0.5 m,单粒点播。在白粉病高发期3~5月进行田间调查,同时为了让感病材料完全发病,于3月初采用喷雾接种法进行人工辅助接种。病叶采集于宁西试验基地,用笔刷取病叶上的孢子,置于无菌水的烧杯中,搅拌均匀配制孢子悬浮液^[13],待充分发病后,分3次进行植株发病情况调查。

1.3 抗性鉴定标准

病情分级参照沈丽平^[13]、付海宁等^[14]的标准并略有改动,采用0~5级分级标准,0级:叶片表面无白色粉末状病斑,无病害;1级:叶面有少量病斑,占病斑面积少于1/3;2级:病斑占叶面积1/3~2/3;3级:病斑占叶面积2/3以上;4级:病斑几乎布满整个叶片;5级:病斑遍布整个叶片,黄化严重。抗性评价标准:0级为抗病(R),1级和2级为中间型(M),3级、4级和5级为感病(S)。

2 结果与分析

2.1 栽培大豆资源白粉病抗性鉴定

对来源于南方7省285份栽培大豆进行田间抗大豆白粉病鉴定。统计结果(表1)表明:285份栽培大豆资源中有161份病级为0级,表现为抗病反应的品种占鉴定资源总数的56.5%;有33份资源病级为1级或2级,呈中间反应类型,占11.6%;91份资源病级在3级以上,表现为感病,占31.9%。抗性栽培大豆品种见表2。

表1 不同省份大豆资源对大豆白粉病的响应

省份 Province		对白粉病的响应 Response to powdery mildew		
		数量 Number		
		R	M	S
海南 Hainan	4	2	1	1
广东 Guangdong	8	6	0	2
湖南 Hunan	121	61	16	44
广西 Guangxi	42	33	2	7
福建 Fujian	20	10	4	6
四川 Sichuan	62	40	6	16
江西 Jiangxi	28	9	4	15
合计 Total	285	161	33	91

R:抗病;M:中间类型;S:感病。
R indicates resistant;M indicates medium;S indicates susceptible.

2.2 抗性栽培大豆资源的分布

研究结果表明,来源于广西的栽培大豆资源抗性最丰富,在鉴定的42份广西资源中有33份表现为抗病反应,占78.6%;其次为广东和四川,抗性比例分别为75.0%和64.5%;湖南、海南、福建抗性资源占该地区被鉴定资源的一半,抗性比例均为50.0%左右;江西的28份鉴定资源中仅有9份表现为抗病反应,抗性比例最低,为32.1%(图1)。

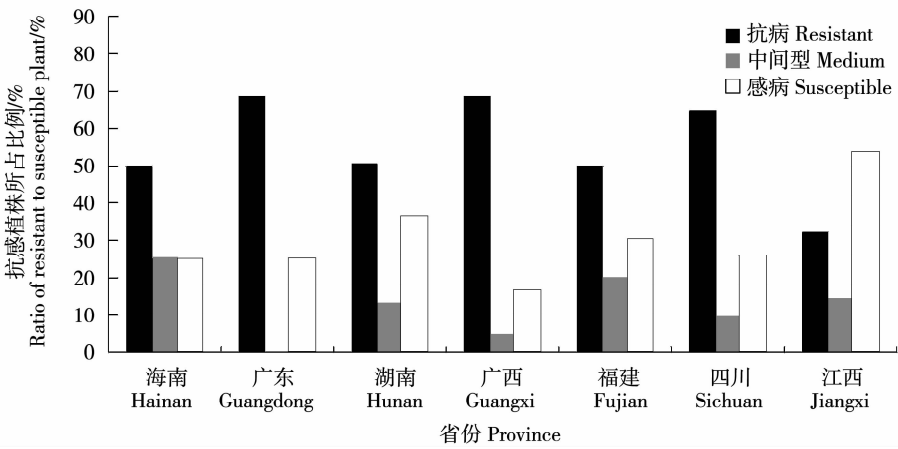


图1 七省栽培大豆白粉病抗病性类型分布

Fig. 1 Distribution of resistant soybean cultiuars to powdery mildew in 7 provinces

表 2 161 份抗病资源名称及省份

Table 2 The resistant cultivars in the test and their original regions

品种名称 Cultivar	省份 Province	品种名称 Cultivar	省份 Province	品种名称 Cultivar	省份 Province
诏安秋大豆	福建	花垣褐皮豆	湖南	石芽黄	广西
沙县乌豆	福建	湘西茶黄豆	湖南	马山仁蜂黄豆	广西
黄豆-2	福建	平江大鹏豆<甲>	湖南	响水黑豆	广西
黄皮田埂豆-1	福建	衡南高脚黄	湖南	科甲黑豆	广西
蜈蚣包	福建	长沙泥豆	湖南	苏茅钻	江西
小黄豆	福建	矮生泥豆①	湖南	田 豆	江西
珍珠豆-2	福建	野竹褐豆	湖南	八月黄	江西
黄皮田埂豆-1	福建	人潮溪黄豆3	湖南	蚂蚁包	江西
下冬豆	福建	横阳大黄豆2	湖南	猫眼豆	江西
蜈蚣包-2	福建	石头乡黄豆	湖南	大黄珠	江西
定安小黑豆	海南	桥市八月黄	湖南	二暑早	江西
H54	海南	新桥绿皮豆2	湖南	晚黄大豆	江西
桥头黄豆	广东	野竹青皮豆4	湖南	六月豆	江西
四九黑豆-2	广东	辰溪青皮豆1	湖南	小白豆	四川
懒人豆-5	广东	黄沙镇黑豆	湖南	乌眼窝	四川
蚊公苞	广东	汨罗黑豆2	湖南	八月黄	四川
春黑豆	广东	新桥黑豆	湖南	十月黄	四川
粤夏104	广东	黄家铺黑豆3	湖南	迟黄豆	四川
白花冬黄豆	湖南	野竹黑豆	湖南	曾家绿黄豆	四川
石门大白粒	湖南	马劲坳黑豆	湖南	剑阁八月黄	四川
永顺黄大粒	湖南	辰溪黑豆1	湖南	通江黄豆	四川
新晃黄豆	湖南	建财乡黑豆	湖南	通江赶谷黄	四川
黔阳黄豆	湖南	紫花冬黄豆	湖南	崇庆九月黄	四川
沅陵早黄豆	湖南	大黄豆	湖南	汉源红花迟豆子	四川
辰溪大黄豆	湖南	黄豆2号	湖南	南川小黄豆	四川
城步九月豆	湖南	柏枝豆	广西	眉山绿皮豆	四川
绥宁八月黄<丙>	湖南	山黄	广西	邛崃西江黑豆	四川
沙市八月黄	湖南	恭城青皮豆	广西	白大豆	四川
平江大鹏豆<乙>	湖南	环江六月黄1	广西	六月黄-2	四川
平江八月黄<乙>	湖南	忻城七月黄2	广西	大黄豆-1	四川
官庄黄豆<甲>	湖南	全州小黄豆	广西	桩桩豆	四川
常宁五爪豆	湖南	石塘茶豆	广西	大豆	四川
零陵茅草豆	湖南	白花豆	广西	黄豆1	四川
八月大黄豆<甲>	湖南	二早豆	广西	黄豆2	四川
十月小黄豆	湖南	灵川黄豆	广西	白水豆	四川
花垣绿皮豆	湖南	77-27	广西	早黄豆	四川
内溪青豆<乙>	湖南	黄皮八月豆	广西	白毛豆	四川
凤凰迟青皮豆	湖南	十月黄	广西	新进白豆	四川
沅陵青皮豆<甲>	湖南	环江八月黄	广西	六月黄	四川
城步南山青豆	湖南	凤山八月豆	广西	早黄豆-2	四川
十月青豆	湖南	十月黄	广西	绿皮豆-2	四川

续表 2

品种名称 Cultivar	省份 Province	品种名称 Cultivar	省份 Province	品种名称 Cultivar	省份 Province
八月青豆	湖南	忻城棒豆	广西	绿黄豆	四川
常德春黑豆	湖南	隆林隆或黄豆	广西	青皮豆	四川
石门黑黄豆	湖南	马山周六本地黄	广西	大白毛豆-1	四川
花垣小黑豆	湖南	武鸣白壳黄豆	广西	黑豆子	四川
花垣黑皮豆	湖南	罗圩平果黄豆	广西	小黑豆	四川
永顺黑茶豆<甲>	湖南	响水黄豆(黄荚)	广西	黑药豆	四川
永顺黑茶豆<乙>	湖南	宁明海渊本地黄	广西	猪肝豆	四川
龙山黑皮豆	湖南	合浦外地豆	广西	棕色早豆子	四川
黑耶黑壳豆	湖南	十月青	广西	洛史-1	四川
黔阳黑皮豆	湖南	绿皮豆	广西	合哨茶豆	四川
吉首黑皮豆	湖南	狗叫黄豆	广西	扁子酱色豆	四川
君山大青豆	湖南	羊头十月青	广西	花大豆	四川
保靖茶黄豆	湖南	寺村黑豆	广西		

3 讨 论

大豆白粉病菌属于专性寄生菌,只能在活体寄主上存活,病情发生与否受季节限制。因此,大豆白粉病的抗感性鉴定只能在适合病害发生的时期进行。经过近几年的田间观察,3~5月是广州地区大豆白粉病的高发时期,自然条件下,在此期间感病类型的材料如桂早1号、华夏3号均能出现病症。本试验选择了在这个时期进行抗大豆白粉病资源的筛选,同时进行了人工辅助接种,保证感病材料能够充分发病。试验结果表明,广西栽培大豆资源中抗性资源最丰富,其次为广东和四川。任海龙等^[15]对南方3省抗大豆疫霉根腐病野生大豆资源进行筛选,其中广西的野生大豆资源抗性比例最高,由此说明在广西不论是栽培还是野生大豆都存在着丰富的抗性资源。

对大豆白粉病的防治进行研究也具有重要的意义。20世纪70年代,大豆白粉病在美国大范围发作,因此科研人员在白粉菌鉴定、抗病材料筛选及防治等方面做了一定的研究。而后由于其发病相对较轻,有关报道也逐渐减少。1996年,大豆白粉病在巴西主产区大面积爆发,随后几年在东南亚地区普遍发病。近几年在我国南方部分地区陆续报道出现大豆白粉病,广州在有逐年加重的趋势。前人研究表明,大豆抗白粉病基因是由一对显性基因控制,并且迄今为止尚未发现白粉病存在生理小种的分化,因而筛选和培育抗病品种是最有效、最经济的防治策略。为更有效的防治大豆白粉病,一方面,要对抗性遗传方式做进一步研究,以期清楚抗病机理及抗病基因所在位置;另一方面,要注重

抗白粉病品种的选育和推广,为今后的大豆抗病育种拓宽选择范围。

本研究首次鉴定了南方不同省份的285份栽培大豆对大豆白粉病的抗性,明确了不同省份之间的抗性品种的抗病差异,其中,广西的42份资源中有33份表现为抗病反应,抗性比例最高占78.6%;而江西的28份材料中仅有9份表现为抗病,抗性比例最低为32.1%。由于本研究收集的南方7省栽培大豆品种数量有限,如广东、海南地区采集到的材料较少,没有对其抗性的大豆资源充分分析,因此有待扩大筛选范围以发掘新的抗病资源,为进行抗病育种奠定基础。

参考文献

[1] 段丽霞. 贵州大豆白粉病调查研究初报[J]. 贵州农学院学报, 1982(1):114-116. (Duan L X. Preliminary investigation of powdery mildew in soybean in Guizhou province[J]. Journal of Guizhou Agricultural College, 1982(1):114-116.)

[2] 王跃强. 大豆低聚糖与白粉病的遗传分析及相关基因分子标记[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2012:12-13. (Wang Y Q. Study on genetic analysis and molecular markers' mapping of soybean oligosaccharides and powdery mildew [D]. Harbin: North-east Agricultural University, 2012:12-13.)

[3] Hasama W, Kato T, Yoshida S. Newly recorded powdery-mildew fungus on soybean in Japan and resistance reaction of soybean cultivars against the disease[J]. Bulletin of the Otia Pretectural Agricultural Research Center, 2002, 32:1-16.

[4] 高翔, 陈晓兰, 潘汝谦, 等. 广东省新推广大豆品种病害的初步调查[J]. 植物保护, 2012, 38(2): 147-151. (Gao X, Chen X L, Pan R Q, et al. Preliminary investigation of diseases on new extensive soybean varieties in Guangdong province[J]. Plant Protection, 2012,38(2): 147-151.) (下转第221页)

L,Wang Y D, et al. Research on gene expression data based on clustering classification technology[J]. Chinese Journal of Biotechnology,2005,21(4):667-673.)

[19] Marion J C,Mason C E,Mane S M,et al. RNA-seq: An assessment of technical reproducibility and comparison with gene expression arrays[J]. Genome Research,2008,18:1509-1517.

[20] Mortazavi A,Williams B A,McCue K, et al. Mapping and quantifying mammalian transcriptomes by RNA-Seq [J]. Nature Methods,2008,5:621-628.

[21] 王琪,徐程扬. 氮磷对植物光合作用及碳分配的影响[J]. 山东林业科技,2005,160(5):59-62. (Wang Q,Xu C Y. Affects of nitrogen and phosphorus on plant leaf photosynthesis and carbon partitioning[J]. Journal of Shandong Forestry Science and Technology,2005,160(5):59-62.)

[22] Hope A B,Valente P,Matthews D B. Effects of pH on the kinetics of redox reactions in and around the cytochrome *b_f* complex in an isolated system [J]. Photosynthesis Research, 1994, 42 (2) : 111-120.

[23] Peng L,Wei W,Ouyang S Q, et al. Analysis of expressed receptor-like kinases (RLKs) in soybean[J]. Journal of Genetics and Genomics,2009,36(10):611-619.

[24] 彭春雪. 干旱胁迫下甜菜生理及蛋白质组差异分析[D]. 哈尔滨:黑龙江大学,2013. (Peng C X. Analysis of physiological and proteome differences in sugar beet under drought stress[D]. Harbin:Heilongjiang University,2013.)

[25] 刘谿,赵琴平,董惠芬,等. TGF-β 信号传导通路及其生物学功能[J]. 中国病原生物学杂志,2014,9(1):77-83. (Liu R,Zhao Q P,Dong H F,et al. The TGF-β signaling pathways and their biological functions [J]. Journal of Pathogen Biology,2014,9(1):77-83.)

[26] 杨郁文,倪万潮,张保龙,等. 陆地棉一个丝氨酸/苏氨酸激酶蛋白基因的克隆与表达分析[J]. 棉花学报,2006,18(3):140-144. (Yang Y W,Ni W C,Zhang B L,et al. Molecular cloning and expression analysis of a Serine/Threonine protein kinase gene in upland cotton[J]. Cotton Science,2006,18(3):140-144.)

[27] 王莉,史玲玲,张艳霞,等. 植物次生代谢物途径及其研究进展[J]. 武汉植物学研究,2007,25(5):500-508. (Wang L,Shi L L,Zhang Y X, et al. Biosynthesis and regulation of the secondary metabolites in plants[J]. Journal of Wuhan Botanical Research,2007,25(5):500-508.)

[28] Hans V L,Jordi G M,Maria C,et al. Analysis of the melon genome in regions encompassing TIR-NBS-LRR resistance genes[J]. Molecular Genetics and Genomics,2005,273(3):240-251.

[29] 张祥喜,罗林广. 植物抗病基因研究进展[J]. 分子植物育种,2003,1(4):531-537. (Zhang X X,Luo L G. Progress of plant disease resistance gene [J]. Molecular Plant Breeding,2003,1(4):531-537.)

(上接第 212 页)

[5] 陈金魁,郑兆阳,李静,等. 安徽省大豆有害生物发生种类与综合防治技术[J]. 安徽农学通报,2014,20(5):79-83. (Chen J K,Zheng Z Y,Li J, et al. Harmful species and integrated control technique of soybean in Anhui province[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin,2014,20(5):79-83.)

[6] 何中虎,兰彩霞,陈新民,等. 小麦条锈病和白粉病成株抗性研究进展与展望[J]. 中国农业科学,2011,44(11):2193-2215. (He Z H,Lan C X,Chen X M, et al. Progress and perspective in research of adult-plant resistance to stripe rust and powdery mildew in wheat[J]. Scientia Agricultura Sinica,2011,44(11):2193-2215.)

[7] 黄清华,景蕊莲,吴新元,等. 普通小麦白粉病成株抗性的 QTL 分析[J]. 中国农业科学,2008,41(8):2528-2536. (Huang Q H,Jing R L,Wu X Y, et al. QTL mapping for adult-plant resistance to powdery mildew in common wheat[J]. Scientia Agricultura Sinica,2008,41(8):2528-2536.)

[8] Buzzell R I,Hass J H. Inheritance of adult plant resistance to powdery mildew in soybeans[J]. Canadian Journal of Genetics and Cytology,1978,20:151-153.

[9] Lohnes D G,Nickell C D. Effects of powdery mildew alleles Rmd-c, Rmd, and rmd on yield and other characteristics in soybean [J]. Plant Disease,1994,73(3):209-301.

[10] Jun T H,Mian M A,Kang S T, et al. Genetic mapping of the powdery mildew resistance gene in soybean PI567301B [J]. Theoretical and Applied Genetics,2012,125:1159-1168.

[11] Kang S T,Mian M. Genetic map of the powdery mildew resistance gene in soybean PI243540[J]. Genome,2010,53:400-405.

[12] 朴日花. 沿海地区南方夏大豆遗传多样性分析及核心种质构建[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2004:10-11. (Piao R H. Diversity of southern summer soybean and establishment of its corecollection in the coastal areas[D]. Harbin: Northeast Agricultural University,2004:10-11.)

[13] 沈丽平. 黄瓜白粉病抗性遗传分析及相关 QTL 初步定位 [D]. 扬州:扬州大学,2009:30-31. (Shen L P. Study on genetic analysis and QTL mapping for resistant to powdery mildew in cucumber [D]. Yangzhou: Yangzhou University,2009:30-31.)

[14] 付海宁,孙素丽,朱振东,等. 加拿大豌豆品种(系)抗白粉病表型和基因型鉴定[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(5):1028-1033. (Fu H N,Sun S L,Zhu Z D, et al. Phenotypic and genotypic identification of powdery mildew resistance in pea cultivars or lines from Canada[J]. Journal of Plant Genetic Resources,2014,15(5):1028-1033.)

[15] 任海龙,宋恩亮,马启彬,等. 南方三省(区)抗大豆疫霉根腐病野生大豆资源的筛选[J]. 大豆科学,2010,29(6):1012-1015. (Ren H L,Song E L,Ma Q B, et al. Screening for resistance sources to *Phytophthora* root rot in *Glycine soja* from three provinces of Southern China[J]. Soybean Science,2010,29(6):1012-1015.)