

不同马铃薯品种对粉痂病的抗性研究

王利亚¹, 杨艳丽², 刘霞², 张明¹, 李延龙¹, 王贞¹, 马培芳¹

(1. 平顶山市农业科学院, 河南 平顶山 467001; 2. 云南农业大学 植物保护学院, 云南 昆明 650201)

摘要: 近年来, 粉痂病已成为马铃薯主产区的重要病害之一, 严重损害了商品薯的产量和品质。为此, 2005 年和 2006 年对云南省 17 个主要马铃薯栽培品种的抗病性进行了初步研究。结果表明: 2 a 的温室盆栽试验中, 品种会-2 对粉痂病表现出了较强且稳定的抗性, 平均抗性为 5.40, 平均发病率为 40.67%; 品种 Russet Burbank 的抗性也较好, 平均抗性为 5.00, 平均发病率为 40.40%。Mira 抗性不稳定, 发病轻时表现为抗病, 抗性为 8.60, 发病率为 3.33%; 发病重时抗性丧失, 抗性为 1.00, 发病率为 100%。S88、Kennebec、Shepody、F5-2 属于感病品种, 平均抗性分别为 1.60、1.70、1.70、1.25, 平均发病率分别为 88.34%、95.00%、96.67%、95.84%。因此, 在云南省马铃薯主产区栽培较抗病品种会-2 和 Russet Burbank, 一定程度上可以防止马铃薯粉痂病蔓延和加重。

关键词: 马铃薯; 粉痂病; 品种抗性; 发病率

中图分类号: S436.32 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2012)01-0103-04

Resistance of Different Potato Cultivars to Powdery Scab

WANG Li-ya¹, YANG Yan-li², LIU Xia², ZHANG Ming¹, LI Yan-long¹,
WANG Zhen¹, MA Pei-fang¹

(1. Pingdingshan Academy of Agricultural Sciences, Pingdingshan 467001, China;

2. Department of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: In recent years, potato powdery scab has been one of the important diseases in potato production area, seriously undermining the production and quality of potatoes. The resistance of 17 major potato cultivars in Yunnan province to the disease was studied in 2005 and 2006. Results showed that Hui-2 was more resistant to powdery scab and had consistently less powdery scab in two trials, with average resistance of 5.40 and incidence of 40.67%. Russet Burbank also appeared to be resistant to powdery scab, with average resistance of 5.00 and incidence of 40.40%. The resistance of Mira was not consistent. It displayed resistance to powdery scab under low disease pressures, with resistance of 8.60 and incidence of 3.33%, while it almost lost the resistance under high disease pressures, with resistance of 1.00 and incidence of 100%. S88, Kennebec, Shepody and F5-2 were very susceptible to powdery scab. Their average resistance was 1.60, 1.70, 1.70 and 1.25, and their average incidence was 88.34%, 95.00%, 96.67% and 95.84%, respectively. Therefore, cultivation of the more resistant varieties Hui-2 and Russet Burbank in main potato growing areas of Yunnan province could prevent spreading and increasing of potato powdery scab disease.

Key words: potato; powdery scab; cultivar resistance; incidence

马铃薯粉痂病 (potato powdery scab) 是由粉痂菌 (*Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea*) 引起的真菌土传病害^[1], 主要危害马铃薯块茎, 因此,

商品薯感染粉痂病后其产量和质量都将受到严重影响。1841 年, 德国首次明确报道了粉痂病^[2], 之后, 世界上很多国家相继开展了马铃薯粉痂病病原、防

收稿日期: 2011-07-12

基金项目: 云南省自然科学基金 (2004c0036M)

作者简介: 王利亚 (1979-), 女, 河南平顶山人, 助理研究员, 硕士, 主要从事植物病害研究。E-mail: wlyfher@sohu.com

治技术方面的研究,但目前还没有经济有效的药剂和防治措施。选育抗病品种历来是对付一些顽固的土传病害较为经济有效的防治措施,国外也有一些科学家们把更多的努力投入到研究比较不同马铃薯品种对粉痂病的感病性方面,结果表明:几乎所有的品种都是易感病品种,一些品种表现得尤为感病,例如,Agria、Estima、Kennebec、Pentland、Crown、Rosa 和 Sequoia^[3-5],也有一些品种则表现出了抗性,例如 Exton、Merrimack、Nooksack、Parnassia、Norchip 和 Ulster Lancer 等品种,但也不绝对抗病^[6]。另有资料报道,Crystal、Denali、Evans、Kennebec、Norchip Pontiac、Sequoia、Bhattacharya、Shepody、Tasman、Toolangi Delight 等属于高感品种,Bison、Coliban、Desiree Red La Soda、Wilwash 等属于中高感品种,Exton、Lindsay、Snowgem、Wilstore 等属于中低感品种,Atlantic、Sebago、Trent 属于低感品种,Russet Burbank、Tarago、Wontscab 等属于最不感病品种^[7]。Bhattacharya 测试了 513 个马铃薯品种,发现仅有 13 个是高抗,但对粉痂病也并不免疫,有 397 个是高感^[8]。根据国外报道,至今尚未发现完全抗粉痂病的品种,当马铃薯品种的块茎外皮木栓化厚度从 53.0 mm 增加到 118.5 mm 时,其发病率从 82.5% 下降到 1.6%^[9]。可见,不同马铃薯品种对粉痂病的抗性差异很大,所以筛选抗病品种在生产上应用显得尤为重要。

我国目前仅对粉痂病病原菌、各地病害发生率以及病害防治技术做了初步研究,而不同马铃薯品种对粉痂病的抗性研究尚未见报道,更缺乏系统的研究。为此,结合国外对粉痂病的研究结果,通过室内盆栽接种试验,筛选云南省马铃薯主栽品种中抗粉痂病的品种,以期为我国开展粉痂病抗性育种研究和防治工作奠定基础。

1 材料和方法

1.1 供试品种

试验在云南农业大学云南省植物病理学重点实验室的日光温室进行,试验土壤为从未种过马铃薯的生红壤土,完全与外界粉痂病菌隔离。选择 S88、Mira、会-2、会薯 001、PB04、PB06、PB08、F13、F20-2、F-5-6、F16、F5-2、F16-1、Kennebec、Shepody、Russet Burbank、Atlantic 共 17 个栽培品种进行试验,对照品种为 S88,所有品种由云南农业大学马铃薯病害研究室提供。

1.2 试验设计

试验于 2005 年和 2006 年重复进行,共设 17 个

处理(每个品种为 1 个处理),每个处理 5 盆,每盆为一个重复。试验采用人工接种方法,即采集感病的马铃薯块茎,用消毒刀削下发病严重的薯块的薯皮,搅碎后于室内自然条件下晾过夜,播种无菌种薯时均匀接种在盆土中。马铃薯植株自然老熟死亡后,收获薯块。

1.3 调查方法

于马铃薯收获时,采用欧洲通用的 1—9 级抗病性分级标准调查发病情况,调查每盆的全部薯块,记录发病率和薯块的抗性病级。发病率 1—9 级的分级标准^[6]为:1 级:所有薯块发病;2 级:至少 75% 薯块发病;3 级:50%~74% 薯块发病;5 级:25%~49% 薯块发病;7 级:10%~24% 薯块发病;8 级:1%~10% 薯块发病;9 级:无薯块发病。根据各品种薯块的抗性病级,计算粉痂病的病情指数和品种的抗性^[6]。

病情指数 = $\sum(\text{各级病薯数} \times \text{各级代表值}) / (\text{调查总薯数} \times \text{最高一级代表值}) \times 100$,

抗性 = $\sum(\text{各级病薯数} \times \text{各级代表值}) / \text{调查总薯数}$ 。

2 结果与分析

2.1 2005 年不同马铃薯品种对粉痂病的抗性表现

试验结果(表 1)表明:17 个马铃薯品种上粉痂病的病指为 0.57~44.02,平均病指为 17.69。Mira 病指最低,为 0.57,其次是会-2 和 F5-6,病指为 5.12,Shepody 病指最高,为 44.02,F16-1 次之,病指为 43.75。从发病率看,Mira 发病率最低,为 3.33%,其次是会-2,发病率为 31.33%,Shepody 发病率最高,为 93.33%,F5-2 次之,发病率为 91.67%。从抗性看,Mira 抗性最好,为 8.60,其次是会-2,抗性为 6.20,Shepody、Kennebec 抗性最低,抗性都为 1.40。

方差分析表明,Mira 与 S88 的发病率在 0.05 水平上差异显著,在 0.01 水平上有极显著差异。其他品种与 S88 在 0.05 水平上差异不显著(表 1)。

表 1 2005 年温室盆栽不同马铃薯品种对粉痂病的抗性表现

品种	发病率/%	病指	抗性
Mira	3.33aA	0.57	8.60
会-2	31.33abAB	5.12	6.20
PB04	35.00abAB	12.50	5.40
会薯 001	37.50abcAB	10.77	5.25
F16	43.33abcdAB	10.57	5.00
F5-6	44.92abcdAB	5.12	4.20
PB08	48.76bcdeAB	14.37	4.00

续表 1 2005 年温室盆栽不同马铃薯品种对粉痂病的抗性表现

品种	发病率/%	病指	抗性
F13	53.33bcdeAB	10.00	3.40
Atlantic	60.48bcdeAB	17.90	3.30
Russet Burbank	60.80bcdeAB	12.73	3.40
F20-2	68.67bcdeB	23.90	2.60
PB06	72.00bcdeB	15.33	3.00
S88	76.67bcdeB	22.23	2.20
F16-1	84.17cdeB	43.75	2.00
Kennebec	90.00deB	21.25	1.40
F5-2	91.67eB	30.53	1.50
Shepody	93.33eB	44.02	1.40

注:同列数据后具有不同小写字母者表示在 0.05 水平差异显著,具有不同大写字母者表示在 0.01 水平差异显著。下同。

2.2 2006 年不同马铃薯品种对粉痂病的抗性表现

试验结果(表 2)表明:17 个马铃薯品种上粉痂病的病指为 3.33~89.50,平均病指为 41.97。Russet Burbank 病指最低,为 3.33,会-2 次之,病指为 15.00,F5-6 病指最高,为 89.50,其次是 S88,病指为 80.00。17 个马铃薯品种上粉痂病的发病率为 20.00%~100%,平均发病率为 89.12%。Russet Burbank 发病率最低,为 20.00%,其次是会-2,发病率为 50.00%。Atlantic、Mira、会薯 001、PB04、F20-2、S88、F5-2、Kennebec、Shepody、F5-6 发病率均为 100%。从抗性看,Russet Burbank 抗性最好,达 6.60,会-2 次之,抗性为 4.60。Atlantic、Mira、会薯 001、PB04、F20-2、S88、F5-2、Kennebec、Shepody、F5-6 最感病。

表 2 2006 年温室盆栽不同马铃薯品种对粉痂病的抗性表现

品种	发病率/%	病指	抗性
Russet Burbank	20.00aA	3.33	6.60
会-2	50.00bAB	15.00	4.60
PB08	75.00cBC	22.17	3.00
F13	90.00cC	22.17	1.40
F16-1	90.00cC	35.00	1.40
PB06	95.00cC	50.83	1.20
F16	95.00cC	29.50	1.20
Atlantic	100cC	46.33	1.00
Mira	100cC	56.17	1.00
会薯 001	100cC	27.83	1.00
PB04	100cC	25.00	1.00
F20-2	100cC	44.17	1.00
S88	100cC	80.00	1.00
F5-2	100cC	48.33	1.00
Kennebec	100cC	60.33	1.00
Shepody	100cC	57.83	1.00
F5-6	100cC	89.50	1.00

方差分析表明,Russet Burbank、会-2 的发病率与 S88、Shepody、Kennebec 在 0.05 水平上差异显著,在 0.01 水平上差异极显著(表 2)。

3 结论与讨论

de Boer 研究了 10 个马铃薯品种对粉痂病的抗性,认为 Kennebec、Shepody、Atlantic 感病重,Russet Burbank 感病较轻^[3]。其他学者对全球广泛栽培的品种进行了抗性测定,也均认为 Kennebec、Shepody 病害较重^[4-6,10]。本研究通过温室接种试验鉴定了云南省 17 个马铃薯栽培品种对粉痂病的抗性,结果表明,17 个品种均能感染粉痂病,没有发现免疫品种,但品种的抗性有明显差异。2 a 温室试验中,品种会-2 都表现出了较好且稳定的抗病性,抗性最高达 6.20,这一结果与杨艳丽等^[11]2007 年报道的结果相一致。品种 Russet Burbank 也表现出一定的抗病性。Kennebec、Shepody 是高感病品种,与国际上报道的结果相一致。在云南广泛种植的 S88 属感病较重的品种,会影响生产效益和品种使用年限。广泛种植的品种 Mira 在 2005 年温室试验中表现抗病(病情指数 0.57、抗性 8.60),但在 2006 年发病重时抗性丧失,该结果是试验条件的原因,还是品种的遗传因素所致,需要进一步证明。2006 年试验结果中,粉痂病的发病率和病指都比 2005 年偏高,抗性偏低,原因可能与 2006 年温室气候条件有关。粉痂病是块茎表皮病害,有科学家报道块茎表皮木栓化厚的品种发病率较低。Jellis 等分析试验品种间的抗性差异和品种表皮性状发现,品种会-2 的表皮为中等厚度,木栓层不明显,却表现抗病,品种 Atlantic 有较厚的表皮层和木栓层,但抗病性差^[9]。据此,推断马铃薯品种的抗病性与薯块的外部形态结构,即块茎表皮的厚薄关系不密切,可能更多地与品种的遗传因素有关。

综合 2 a 的试验结果看,品种会-2 对粉痂病表现出了较强且稳定的抗性(平均抗性 5.40,平均发病率 40.67%),Russet Burbank 的抗性也较好(平均抗性 5.00,平均发病率 40.40%)。Mira 抗性不稳定,发病轻时表现为抗病(抗性 8.60,发病率 3.33%),发病重时抗性丧失(抗性 1.00,发病率 100%)。S88、Kennebec、Shepody、F5-2 属于感病品种。由于试验品种、试验地点局限,结果可能存在偏差,扩大品种范围和田间试验需下一步进行。

参考文献:

- [1] Harrison J G, Searle R J, Williams N A. Powdery scab disease of potato: a review[J]. Plant Pathology, 1997, 46: 1-25. (下转第 109 页)

性大大增加,被扩增的靶基因片段也就能保持很高的精确度。再通过选择特异性和保守性高的靶基因区,其特异性程度就更高。本研究基于裂叶牵牛花 PNZIP 启动子的已知碱基序列设计引物,用 PCR 技术从怀地黄基因组 DNA 中扩增出 5 条 DNA 片段,并且克隆了其中一个大小近似于裂叶牵牛花的 PNZIP 启动子的 1 096 bp 的 DNA 片段,经在 NCBI 中 BLAST 基因序列比对分析,发现其是一个类似于转座子的基因序列,其中含有一个编码转座酶的开放阅读框,长 450 bp,编码 150 个氨基酸。并且用 PCR 方法克隆得到此完整的开放阅读框。但是,其序列与启动子序列关系不大,而是一个含有类似转座子的转座酶基因的基因片段。这些结果可能与设计的 PCR 引物特异性不强有关,也可能与没有将 5 个 DNA 片段都克隆、测序有关。今后,有关克隆到基因片段的功能鉴定、其他 4 个 DNA 片段的克隆与测序及其功能研究有待进一步研究。

地黄作为一种具有重要药用价值、保健功能和经济价值的大宗中草药而受到人们广泛关注和喜爱。因此,克隆并鉴定地黄功能基因,尤其是地黄有效成分合成代谢途径的关键基因和块根膨大发育相关基因,将为地黄有效成分代谢途径工程和块根膨大发育的研究奠定基础,为进一步进行其高产优质转基因育种提供试验素材。

参考文献:

- [1] 温学森,李先恩,赵华英,等. 地黄常见种质的染色体观察[J]. 中草药,2005,36(1):124-125.
- [2] 孙艳琼,段红平. 植物基因克隆方法在作物上的应用[J]. 广西农业科学,2005,36(3):275-279.
- [3] 李敏,李焕秀,李靖,等. 植物基因克隆技术研究进展[J]. 生命科学研究,2004,8(2):116-120.
- [4] 孙鹏,郭玉海,祁建军,等. 地黄 *RgPR-10* 基因的克隆与表达[J]. 西北农业学报,2009,18(1):300-304.
- [5] 孙鹏,郭玉海,祁建军,等. 地黄肌动蛋白基因片段的克隆与序列分析[J]. 安徽农业科学,2008,36(20):8470-8471.
- [6] Dirk C, Li Hong-Qing, Zhao Nan, *et al.* Molecular systematics and phytochemistry of *Rehmannia* (*Scrophulariaceae*) [J]. *Biochemical Systematics and Ecology*, 2007,35(5):293-300.
- [7] Yang Yu-tao, Yang Guo-dong, Liu Shi-juan, *et al.* Isolation and functional analysis of a strong specific promoter in photosynthetic tissues [J]. *Science in China (Series C)*, 2003,46:651-660.
- [8] 吴琦,李成磊,陈惠,等. 苦荞查尔酮合酶基因 CHS 的结构及花期不同组织表达量分析[J]. 中国生物化学与分子生物学报,2010,26(12):1151-1160.
- [9] Merz U, Martinez V, Schwarzel R. The potential for the rapid screening of potato cultivars (*Solanum tuberosum*) for resistance to powdery scab (*Spongospora subterranea*) using a laboratory bioassay [J]. *European Journal of Plant Pathology*, 2004,110: 71-77.
- [10] Harrison J G, Searle R J, Williams N A. Powdery scab disease of potato—a review [J]. *Plant Pathology*, 1997, 46:1-25.
- [11] Jellis G J, Phul P S, Starling N C. Evaluation of potato germplasm for resistance to powdery scab (*Spongospora subterranea*) [J]. *Tests of Agrochemicals and Cultivars*, 1987,110:154-155.
- [12] Kirkham R P. Screening for resistance to powdery scab of potatoes [J]. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 1986,26:247.
- [13] 杨艳丽,王利亚,罗文富,等. 马铃薯粉痂病综合防治技术初探[J]. 植物保护,2007,33(3):118-121.
- [14] Wallroth F W. Der knollenbrand der kartoffel [J]. *Lirra Naea*, 1842,16:332.
- [15] de Boer R F. Evaluation of potato cultivars in the greenhouse and field for resistance to powdery scab [J]. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 1991,31:699-703.
- [16] Christ B J, Weidner R J. Incidence and severity of powdery scab on potatoes in Pennsylvania [J]. *American Potato Journal*, 1988,65:583-588.
- [17] Genet R A. Resistance to powdery scab [C] // *Proceeding of the seventh national potato research workshop*, Tasmania, Devonport: Workshop Organising Committee, 1993:117-120.
- [18] Wastie R L, Caligari P D S, Wale S J. Assessing the resistance of potatoes to powdery scab (*Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh) [J]. *Potato Research*, 1988, 31:167-171.

(上接第 105 页)