

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2011)04-0238-04

病虫害防治

青海省马铃薯品种对晚疫病菌的抗性分析

王 信, 程 亮, 郭青云*

(青海省农林科学院植物保护研究所, 青藏高原生物技术教育部重点实验室, 青海 西宁 810016)

摘 要: 通过田间自然诱发和室内接种鉴定两种方法, 调查评价青海省马铃薯品种对晚疫病的抗性情况。结果显示: 所有 18 个参试品种中均有不同程度的抗病能力。室内鉴定为中抗(MR)以上的品种有 8 个, 占总参试品种的 44.44%; 感病(S)品种有 10 个, 占总参试品种的 55.56%。田间鉴定为中抗(MR)以上的品种有 13 个, 占总参试品种的 72.22%; 感病(S)品种有 5 个, 占总参试品种的 27.78%。室内鉴定和田间鉴定结果相同品种有 5 个, 占总参试品种的 27.78%。

关键词: 马铃薯品种; 晚疫病; 抗性鉴定

Analysis for Resistance of Potato Cultivars to *Phytophthora infestans* in Qinghai Province

WANG Xin, CHENG Liang, GUO Qingyun*

(Institute of Plant Protection, Qinghai Academy of Agriculture and Forestry, Key Laboratory of Biotechnology in Qinghai-tibet Plateau, Ministry of Education of the PRC, Xining, Qinghai 810016, China)

Abstract: The resistance of potato cultivars to *Phytophthora infestans* in Qinghai Province were investigated and estimated by the natural infection in the field and inoculation of detached leaves in vitro. Cultivars tested had various degrees of resistance. In vitro estimation, eight cultivars with above moderate resistance were identified, accounting for 44.44%, and ten cultivars were susceptible, accounting for 55.56%. For estimation in field conditions, thirteen cultivars showed moderate resistance or more, accounting for 72.22%, and five cultivars were considered as susceptible, accounting for 27.78%. Only five cultivars, with which both in vitro and field estimations achieved the same result, were identified, accounting for 27.78% of the total cultivars tested.

Key Words: potato cultivar; late blight; resistance identification

由致病疫霉 [*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary] 引起的马铃薯晚疫病是影响世界马铃薯生产的一种毁灭性病害, 近年来在多个国家和地区流行^[1]。晚疫病菌的生理分化日益严重, 增加了各国马铃薯抗病品种选育和推广的难度^[2-3]。目前对晚疫病的防治主要是以培育抗病品种为主和药剂防治为辅, 而培育抗病品种的关键是抗源的筛选。马铃薯晚疫病也是青海省马铃薯产业化发展的主要障碍因子, 一般年份损失 10%~40%, 流行年份

则造成大面积绝收, 虽然抗病品种是防治马铃薯晚疫病的最根本措施, 但由于品种抗性受其自身遗传变异以及外界因素的影响而不断发生变化, 许多抗病能力强的品种经多年种植, 抗性可能会减弱甚至完全丧失, 从而导致晚疫病的流行发生和产量损失。为摸清青海省马铃薯主栽品种对晚疫病的抗性现状, 选择在省内马铃薯种植面积较大、具有代表性的晚疫病常发区设置抗性监测圃, 开展马铃薯主栽品种对晚疫病的田间自然诱发鉴定试验和室内抗

收稿日期: 2011-03-31

基金项目: 青海省重点科技攻关项目(2008-N-129)。

作者简介: 王信(1975-), 女, 助理研究员, 从事植物病害研究。

* 通信作者(Corresponding author): 郭青云, 研究员, 主要从事植物病害研究, E-mail: guoqingyunqh@163.com。

病性鉴定，并对其抗性进行综合评价，为青海省马铃薯品种合理布局和晚疫病综合治理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试菌株：马铃薯晚疫病菌株 XN06-08(生理小种：3.4.6 号)、DT07-01(生理小种：4.6.10 号)、HZ06-06(生理小种：3.4.8.10 号)、HZ06-08(生理小种：3.4.6.8 号)。

供试马铃薯品种：青薯 2 号、青薯 3 号、青引 5 号、青薯 6 号、青薯 7 号、青薯 8 号、青薯 9 号、青薯 168、高原 4 号、高原 5 号、乐薯 1 号、民薯 2 号、阿尔法、夏波蒂、大西洋(CK)、费乌瑞它、下寨 65、青薯 10 号。

培养基：黑麦培养基。

1.2 试验方法

1.2.1 测试马铃薯品种的培育

将健康的马铃薯薯块种植于装有蛭石混合羊粪的塑料盆里，水肥管理，60 d 后用于接种离体叶片接种鉴定。

1.2.2 标准菌株孢子悬浮液的准备

将已知基因型的马铃薯晚疫病病菌菌株从试管里移出，菌株在黑麦培养基上培养 10 d，将其移至经表面消毒的新鲜薯片上，恢复其致病性。4~7 d 后，从薯片上挑取菌丝放入无菌水中，配制成孢子囊悬浮液，过滤。用血球计数板计算其孢子囊数，配制成孢子囊含量为 2 000~3 000 个 / mL 的悬浮液，置于4℃ 30 min，待用。

1.2.3 离体叶片接种鉴定

从马铃薯植株上取大小一致的叶片，用灭菌水冲洗 3 次，置于含湿润灭菌滤纸的培养皿内，叶背朝上。供试的孢子囊悬浮液在接种前 40 min 置于 10~12℃下使其释放游动孢子，接种时用移液器吸取游动孢子悬浮液在叶脉两侧各接种 25 μL，每菌株每个马铃薯品种接种 3 片叶，重复 3 次。接种后放入 17~18℃生化箱内黑暗培养，次日将叶片翻转，17~18℃白天光照夜晚黑暗培养各 12 h，接种后第 5 d 观察记录接种结果。

1.2.4 田间诱发鉴定

马铃薯晚疫病抗性鉴定圃设置在互助县威远镇马铃薯晚疫病常发的地块，海拔 2 315 m，试验地块地势平坦，土壤肥力中等，土质为黑钙土，前茬

马铃薯。各参试品种采用随机区组排列，每个供试品种种植 3 行，每行种植 10 穴，重复 3 次，试验地四周设保护行，田间管理按照马铃薯正常生产栽培管理技术进行，整个生长季节不施防病药剂。在一个生育期内，从初花期开始进行调查，自感晚疫病品种大西洋发病 1 周后，开始进行病害调查，至收获前共调查 3 次。根据马铃薯品种的田间最终发病级别，确定其田间自然抗病性。

1.3 病害评价

调查标准及抗、感性评价标准如表 1，离体叶片接种鉴定调查叶片病斑面积，计算叶片发病率和病情指数；田间鉴定逐一调查每小区各个供试品种，记载发病株数和发病植株严重度级别，计算病叶率和病情指数。

表 1 离体叶片(大田)接种评价标准

Table 1 Detached leaves (field) inoculated evaluation criteria

病级 Grade	病情或症状 Symptom	病情指数 Disease index	抗性类型 Resistant type
1	病斑面积(病叶率)为 0	0 ~ 15	高抗(HR)
2	病斑面积(病叶率) < 5%		
3	5% ≤ 病斑面积(病叶率) < 15%	16 ~ 30	抗(R)
4	15% ≤ 病斑面积(病叶率) < 35%		
5	35% ≤ 病斑面积(病叶率) < 65%	31 ~ 45	中抗(MR)
6	65% ≤ 病斑面积(病叶率) < 85%	46 ~ 65	感(S)
7	85% ≤ 病斑面积(病叶率) < 95%	66 ~ 100	高感(HS)
8	95% ≤ 病斑面积(病叶率) < 100%		
9	病斑面积(病叶率)为 100%		

2 结果与分析

2.1 青海省马铃薯品种的抗性反应

从表 2 可以看出，在室内参试的 18 个品种中，表现为高抗(HR)的有青薯 9 号、青薯 10 号，占总参试品种的 11.11%；表现抗病(R)的有青薯 6 号、青薯 8 号、高原 5 号，占总参试品种的 16.67%；表现中抗(MR)的有青薯 2 号、青薯 7 号、乐薯 1 号，占总参试品种的 16.67%；表现感病(S)的有青薯 3 号、青引 5 号、费乌瑞它占总参试品种的 16.67%；表现高感(HS)的有高原 4 号、大西洋、下寨 65、夏波蒂、阿尔法，青薯 168、民薯 2 号，占总参试品种的 38.89%。

从表 3 可以看出，在田间参试的 18 个品种中，

表 2 在室内不同马铃薯品种对晚疫病菌的抗性表现

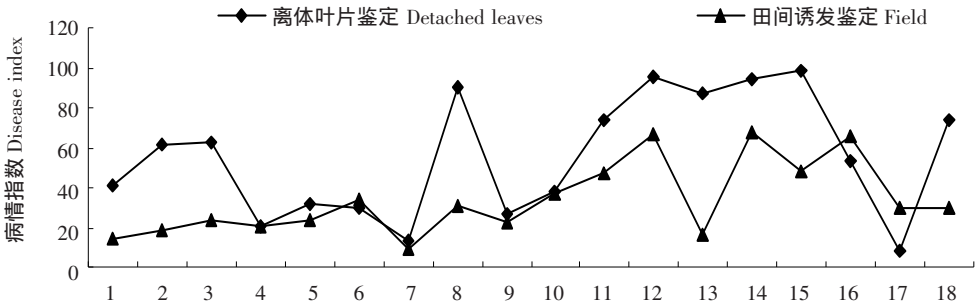
Table 2 Resistant expression of different potato cultivars to *Phytophthora infestans* isolates in vitro

品种 Variety	侵染率(%) Infection rate	病情指数 Disease index	抗性类型 Resistant type	品种 Variety	侵染率(%) Infection rate	病情指数 Disease index	抗性类型 Resistant type
青薯 2 号 Qingshu 2	100	41.1	MR	乐薯 1 号 Leshu 1	100	37.5	MR
青薯 3 号 Qingshu 3	100	61.6	S	阿尔法 Alfa	100	74.1	HS
青引 5 号 Qingyin 5	100	62.7	S	下寨 65 Xiazhai 65	100	95.6	HS
青薯 6 号 Qingshu 6	100	20.4	R	青薯 168 Qingshu 168	100	87.3	HS
青薯 7 号 Qingshu 7	100	32.2	MR	大西洋 Atlantic	100	94.4	HS
青薯 8 号 Qingshu 8	100	29.3	R	夏波蒂 Shepody	100	98.9	HS
青薯 9 号 Qingshu 9	100	13.0	HR	费乌瑞它 Favorita	100	53.1	S
高原 4 号 Gaoyuan 4	100	90.3	HS	青薯 10 号 Qingshu 10	83.3	8.3	HR
高原 5 号 Gaoyuan 5	100	26.7	R	民薯 2 号 Minshu 2	100	73.5	HS

表 3 在田间不同马铃薯品种对晚疫病菌的抗性表现

Table 3 Resistant expression of different potato cultivars to *Phytophthora infestans* isolates in vivo

品种 Variety	侵染率(%) Infection rate	病情指数 Disease index	抗性类型 Resistant type	品种 Variety	侵染率(%) Infection rate	病情指数 Disease index	抗性类型 Resistant type
青薯 2 号 Qingshu 2	46.7	14.0	HR	乐薯 1 号 Leshu 1	80.0	37.0	MR
青薯 3 号 Qingshu 3	46.7	18.5	R	阿尔法 Alfa	86.7	47.4	S
青引 5 号 Qingyin 5	66.7	23.7	R	下寨 65 Xiazhai 65	80.0	66.6	HS
青薯 6 号 Qingshu 6	60.0	20.7	R	青薯 168 Qingshu 168	53.3	16.3	R
青薯 7 号 Qingshu 7	40.0	23.7	R	大西洋 Atlantic	86.7	67.4	HS
青薯 8 号 Qingshu 8	73.3	34.1	MR	夏波蒂 Shepody	100	48.1	S
青薯 9 号 Qingshu 9	3.3	8.9	HR	费乌瑞它 Favorita	73.3	66.0	HS
高原 4 号 Gaoyuan 4	60.0	30.4	R	青薯 10 号 Qingshu 10	30.0	29.6	R
高原 5 号 Gaoyuan 5	60.0	23.0	R	民薯 2 号 Minshu 2	80.0	29.6	R



注：1—青薯 2 号；2—青薯 3 号；3—青引 5 号；4—青薯 6 号；5—青薯 7 号；6—青薯 8 号；7—青薯 9 号；8—高原 4 号；9—高原 5 号；10—乐薯 1 号；11—阿尔法；12—下寨 65；13—青薯 168；14—大西洋 (CK)；15—夏波蒂；16—费乌瑞它；17—青薯 10 号；18—民薯 2 号。
Note: 1—Qingshu 2; 2—Qingshu 3; 3—Qingyin 5; 4—Qingshu 6; 5—Qingshu 7; 6—Qingshu 8; 7—Qingshu 9; 8—Gaoyuan 4; 9—Gaoyuan 5; 10—Leshu 1; 11—Alfa; 12—Xiazhai 65; 13—Qingshu 168; 14—Atlantic (CK); 15—Shepody; 16—Favorita; 17—Qingshu 10; 18—Mingshu 2.

图 1 马铃薯离体叶片和田间晚疫病抗病性鉴定结果比较

Figure 1 Comparison of disease index evaluated using detached leaves and under field conditions for potatoes

表现为高抗(HR)的有青薯 2 号、青薯 9 号, 占总参试品种的 11.11%; 表现抗病(R)的有青薯 3 号、青引 5 号、青薯 6 号、青薯 7 号、高原 4 号、青薯 10 号、民薯 2 号、青薯 168、高原 5 号, 占总参试品种的 50.00%; 表现中抗(MR)的有青薯 8 号、乐薯 1 号, 占总参试品种的 11.11%; 表现感病(S)的有夏波蒂、阿尔法, 占总参试品种的 11.11%; 表现高感(HS)的有下寨 65、大西洋、费乌瑞它, 占总参试品种的 16.67%。

2.2 青海省马铃薯田间和室内抗性鉴定对比分析

将 18 个马铃薯品种叶片人工接种和成株期田间自然发病病情指数用 DPS 数据处理软件进行线性回归, 得出如下回归方程 $Y = 16.1372 + 0.3145 X$, 相关系数 $R = 0.523$, 查相关系数界值表的 $r(17, 0.05) = 0.456$, $r(17, 0.01) = 0.575$, 相关系数 $R > r(17, 0.05)$ 。所以, 18 个马铃薯品种叶片接种病情指数和成株期田间自然发病的病情指数达到显著相关水平, 表明马铃薯离体叶片对晚疫病的抗性与成株期抗性正相关。从图 1 可以看出, 在室内鉴定的病情指数(除费乌瑞它和青薯 10 号外)一般比田间病情指数高, 在两种鉴定方法中病情指数相近的马铃薯品种占总供试品种数的 27.78%。

3 讨 论

马铃薯不同品种的抗性鉴定工作已有很多报道。其中, 姚裕琪等^[4]的马铃薯抗性鉴定结果表明, 大西洋和费乌瑞它均为高感品种, 在本试验中这两个品种与姚裕琪的鉴定结果一致。方树民等^[3]在福建省马铃薯品种对晚疫病的田间抗性评价中将费乌瑞它鉴定为高感, 大西洋鉴定为感病, 而本试验通过田间鉴定试验得出费乌瑞它和大西洋均为高感品种。出现鉴定结果不同的原因可能是接种所用的晚疫病菌的生理小种不同。金光辉等^[5]在对黑龙江省马铃薯资源进行晚疫病田间抗性评价过程中发现, 2005 和 2006 年的田间自然抗性鉴定结果差异较大。导致结果不稳定的其中一个原因是由于这两个年份的降雨量和平均空气湿度有所不同。因此, 为避免一些田间自然条件对抗性鉴定结果的影响, 本试验也采用离体叶片接种的方法对马铃薯抗晚疫病进行抗性评价, 通过多次重复试验后得到的抗性结果基本可以反映马铃薯在田间抗性水平, 因为姚裕琪等^[4]人在试验中也证明, 采用

马铃薯离体叶片接种鉴定不同品种的抗性基本可以代表田间自然条件下的抗性水平。本试验结果表明离体叶片对马铃薯晚疫病的抗性与田间成株期抗性正相关, 因此, 可利用叶片人工接种辅助手段对马铃薯群体快速鉴定, 评价材料对晚疫病抗性, 筛选出优良抗性资源, 缩短育种年限。

马铃薯不同品种对晚疫病的抗性可以分为垂直抗性和水平抗性两种, 其中垂直抗性由显性单基因(R 基因)控制, 具有小种专化性, 表现为过敏反应且抗性强, 但此抗性也容易随着新的生理小种的不断出现而丧失其抗性水平^[6]; 水平抗性由微效多基因控制, 不具有小种专化性, 对病原物的多数生理小种都有抗性, 且此抗性不容易随着生理小种的变化而丧失。水平抗性表现在抗侵入、限制菌丝在寄主体内扩展以及降低真菌产孢型等方面^[7]。因此加强马铃薯对晚疫病水平抗性的研究对于控制马铃薯晚疫病具有重要的意义。试验中供试马铃薯的抗性水平是属于垂直抗性还是水平抗性, 还需要进一步的试验进行确定。不过通过对供试的 18 份马铃薯品种的抗性进行鉴定, 将其抗性划分为 5 个不同的等级, 特别是选出了高抗品种青薯 9 号, 抗性品种青薯 6 号等 3 份, 中抗品种青薯 2 号等 3 份, 依据这一结果将抗病品种进行合理的搭配和使用可以有效的预防由致病疫霉菌生理小种的变异而导致的马铃薯晚疫病的大发生。因此本试验的结果对于综合防治马铃薯晚疫病具有重要的指导价值。

[参 考 文 献]

- [1] 朱杰华, 杨志辉, 邵铁梅, 等. 中国部分地区马铃薯晚疫病生理小种的组成及分析[J]. 中国农业科学, 2003, 36(2): 169-172.
- [2] 鲁绍凤, 杨艳丽, 胡先奇, 等. 云南省马铃薯主栽品种对晚疫病的抗性分析[J]. 云南农业大学学报, 2006, 21(5): 586-590.
- [3] 方树民, 翁定河, 徐大东, 等. 马铃薯品种对晚疫病的抗性评价[J]. 福建农业科技, 2001(4): 5-6.
- [4] 姚裕琪, 巩秀峰, 高奇华, 等. 马铃薯晚疫病抗性鉴定及评价[J]. 内蒙古农业科技, 2001(2): 8-9.
- [5] 金光辉, 吕文河. 俄罗斯马铃薯资源在黑龙江省的晚疫病田间自然抗性评价[J]. 作物杂志, 2008(1): 79-82.
- [6] Ivanova D G, Gughova V, Merzlyak M N, et al. Effect of *Phytophthora infestans* infection on superoxide dismutase dependent cytochrome c-reducing activities of leaves as related to resistance of potato plants to late blight [J]. Plant Science, 1991, 78(2): 151-156.
- [7] Evers D, Ghislain M, Hausman J F, et al. Differential gene expression in two potato lines differing in their resistance to *Phytophthora infestans* [J]. Journal of Plant Physiology, 2003, 160(6): 709-712.