

# 马铃薯晚疫病水平抗性杂交组合 后代群体的晚疫病抗性评价\*

吴承金<sup>1</sup>, 柳俊<sup>2</sup>, 程群<sup>1</sup>, 李大春<sup>1</sup>, 李卫东<sup>1</sup>, 谢从华<sup>2\*\*</sup>

(1. 湖北南方马铃薯研究中心, 恩施 445000; 2. 湖北华中农业大学, 武汉 430070)

**摘要:** 试验对 CIP 提供的 26 个马铃薯晚疫病水平抗性杂交组合的实生苗及其中选无性系进行了晚疫病鉴定。结果显示, 实生苗阶段通过人工接种进行晚疫病鉴定筛选具有较高的准确性。供试杂交组合后代的晚疫病群体抗性表现为中等, 按照 9 级标准统计, 各病级分布呈典型的水平抗性分布。统计分析显示, 组合间晚疫病病情指数没有显著差异。无性系连续 2 年的鉴定结果差异亦未达到显著水平, 表现出较好的稳定性。

**关键词:** 马铃薯; 晚疫病; 水平抗性

**中图分类号:** S436.412.1\*2, S532 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-3635 (2004) 04-0198-04

## 1 前言

马铃薯晚疫病是危害马铃薯生产的世界性病害, 同时也是限制我国马铃薯生产发展的重要因素之一。培育抗病品种是控制马铃薯晚疫病最经济有效的方法, 因此抗病育种一直是马铃薯育种的重要内容之一。根据控制马铃薯晚疫病抗性的遗传机制不同, 马铃薯晚疫病抗性可分为垂直抗性和水平抗性, 由于垂直抗性育种具有品种抗性强、育种效率相对较高等优点, 长期以来马铃薯晚疫病抗性育种一直集中在垂直抗性的应用领域, 目前我国推广的绝大多数品种的晚疫病抗性多属此类型。然而, 由于垂直抗性受少数基因控制, 其抗性往往易受病原生理小种突变而丧失, 同时, 由于马铃薯栽培地区晚疫病生理小种的差异, 也使垂直抗性品种的使用受到限制, 加之近年来晚疫病生理小种进化的复杂化, 使一些抗病品种的晚疫病抗性迅速丧失, 给马铃薯生产造成极大危害。因此, 合理利用水平抗病性, 选育具有持久抗病性的品种已成为世界马铃薯抗病育种的趋势。

为了加强马铃薯晚疫病水平抗性资源的研究和应用, 我们对国际马铃薯中心(CIP)的 26 个晚疫病水平抗性杂交组合后代连续 3 年进行了鉴定、筛选, 拟为进一步的育种研究奠定基础。

## 2 材料与方法

### 2.1 试验材料

基本试验材料为国际马铃薯中心配制的马铃薯晚疫病水平抗性组合 26 个, 每个组合 500 粒实生种子。所有实生种子均由国际马铃薯中心驻中国(北京)办事处提供。

### 2.2 田间试验

实生苗: 实验基础材料为 CIP 提供的 26 个杂交组合共 13000 粒实生籽。实生籽于 2001 年 4 月 9 日用 1% 活性碳浸种、催芽, 4 月 13 日播种于 13 cm × 12 cm 的塑料营养钵内, 每钵播 1 粒。三元复合肥作底肥(每钵 3.75 g)。生育期间随时拔除杂草, 并于 6 月 7 日追施尿素 1 次(每钵 1.375 g), 同时培土。实生苗生长至 8 叶左右人工接种晚疫病菌, 根据晚疫病发生情况, 对中选单株挂牌标记, 最后分单株收获。

无性系: 2002 年将实生苗选留的 24 个组合 1616 个单株, 在大田按组合种植, 间比法排列, 依材料多少播种, 每行 5 穴, 每 8 行播 1 行感病品种 Mira”以诱导发病。2003 年根据上年无性株系

收稿日期: 2004-02-21

\* 国家 948、863 资助项目。

作者简介: 吴承金(1964-), 男, 南方马铃薯研究中心高级农艺师, 从事马铃薯遗传育种、栽培脱毒种薯生产技术研究。

\*\* 通讯作者: xiech@mail.hzau.edu.cn

的种薯数量的多少, 设置三组试验。种薯数  $\geq 20$  个的 63 个株系, 采用间比法排列, 二次重复, 每 4 个品系设一对照。每小区种 2 行, 每行 5 穴, 共 10 穴; 种薯数  $\geq 5$  个的 22 个组合 782 份株系, 采用间比法排列, 每 8 个株系设一对照; 种薯数  $< 5$  个的 22 个组合 362 份株系种植方法同 2002 年。施 N、P、K 三元复合肥 450 kg/hm<sup>2</sup> 作底肥, 在苗期和现蕾期各追肥一次, 用量分别为尿素 225 kg/hm<sup>2</sup>, 并同时中耕除草、培土。试验按成熟期分批收获。

### 2.3 晚疫病鉴定及资料统计

实生苗期间晚疫病鉴定在网室中人工接种鉴定。晚疫病孢子收集于本地感晚疫病的马铃薯病叶, 为混合小种(主要生理小种为 1、3、4 和 1.3 号)。具体方法是: 晚疫病流行期间, 将孢子洗于清水中, 过滤并调整孢子密度在 10<sup>6</sup> · mL<sup>-1</sup> 左右, 然后用喷雾器均匀喷于植株上, 用量为 37.5 mL/m<sup>2</sup>。人工接种 2 次, 间隔时间 3 d, 接种后保持湿润。进入无性世代后的晚疫病鉴定为田间自然发病鉴定。晚疫病鉴定分级按照国际马铃薯中心(CIP)的 9 级标准。图表使用的原始资料为供试组合中, 中选率单株在 20 个以上的组合连续 2 年的试验结果。

## 3 结果

### 3.1 组合间实生苗中选率差异

实生苗阶段参试组合共 26 个, 每个组合 500 粒实生籽, 不同组合出苗率在 4%~63.9% 之间, 表现出较大差异, 从而使不同组合的无性系数不同。出苗后的实生苗在 8 叶期接种晚疫病, 实生苗阶段按照晚疫病鉴定情况淘汰极度感病(8 级以上)和未发病的单株。表 1 所列的中选率即为中选单株数占实生苗总数的百分比, 其平均中选率为 27.9%。试验结果显示, 各组合间中选率存在较大差异, 其中组合 395008 中选率达 63.9%, 而 395012 和 395016 等 2 个组合没有中选单株, 26 个组合中选率在 10% 以下的组合有 9 个。有些组合虽然中选率在 10% 以上, 但由于出苗率很低, 导致最终的株系数很少。表 1 列出了最后株系数在 20 个以上的 15 个组合。

### 3.2 组合间病情指数

病情指数分析显示, 15 个组合 2 年鉴定的平均病情指数在 3.665~4.935 之间, 尽管组合间病情指数存在一定差异, 但差异显著性测验显示, 各组合

表 1 供试组合晚疫病抗性鉴定结果

组合名称	株系数	中选率(%)	病情指数			晚疫病各级比例(%)							
			2002	2003	平均	1	2	3	4	5	6	7	8
395007	49	47.8	3.12	5.53	4.325	11.23	5.10	2.00	42.86	7.15	23.46	8.17	0
395008	105	63.9	2.65	5.17	3.910	12.73	13.67	4.36	33.35	12.59	17.95	4.37	0.48
3950013	50	24.4	2.35	4.98	3.665	21.16	10.58	5.32	29.01	12.77	19.15	1.07	0
395019	127	54.7	3.91	5.62	4.765	1.53	8.15	0	39.76	10.24	36.00	2.87	1.58
395021	117	42.7	3.30	5.12	4.210	4.78	13.04	1.27	41.47	19.49	16.99	2.54	0.42
395022	27	11.8	4.00	5.48	4.740	0	1.85	1.85	50.00	20.37	18.51	7.41	0.00
395023	64	34.5	4.42	5.31	4.865	0	3.79	0	42.96	19.36	29.96	2.42	1.51
395024	77	29.3	3.75	5.08	4.465	2.47	9.26	2.06	43.63	18.50	22.54	2.08	0
395025	37	41.2	3.79	5.23	4.510	2.63	10.53	1.43	36.09	20.00	28.01	1.32	0
395026	21	15.6	3.75	5.23	4.490	2.50	2.50	0	58.64	15.91	15.91	4.54	0
395046	112	42.3	2.68	5.15	3.915	12.50	16.70	1.79	32.59	12.05	24.11	0.89	0
395048	68	40.1	3.74	5.30	4.520	4.28	0.72	0.76	54.89	14.39	21.93	3.03	0
395049	145	51.5	3.89	5.98	4.935	0.67	5.06	0.72	46.26	13.57	29.45	4.28	0
305050	77	40.3	4.19	5.51	4.850	0.65	5.19	0	37.72	17.76	36.04	3.29	0
369085	66	31.6	3.88	5.78	4.830	2.98	2.98	0	42.64	7.82	41.26	2.31	0

的病情指数均没有显著差异。2年鉴定的结果显示, 2003年各组合病情指数普遍高于2002年, 但2年的结果比较分析表明没有达到显著差异, 且各组合的发病趋势表现一致。2002年病情指数低的组合, 2003年仍为最低, 如组合395013, 2002年病情指数为2.35, 2003虽比上年增加了2.63达到4.98, 但与其它组合相比, 仍为最低。其它组合也表现出一致的结果(见表1)。

### 3.3 感病病级比例分布

试验按照国际马铃薯研究中心的9级标准统计各组合发病情况, 结果显示, 所有组合晚疫病病级分布均呈典型的水平抗性特性(表1)。对15个组合总计1142个株系的分析显示, 晚疫病4级占株系总数的40.55%, 5级和6级的比例分别为15.5%和23.58%, 高抗株系占群体的16.54%, 高度感病类型只占3.94%(见图1)。

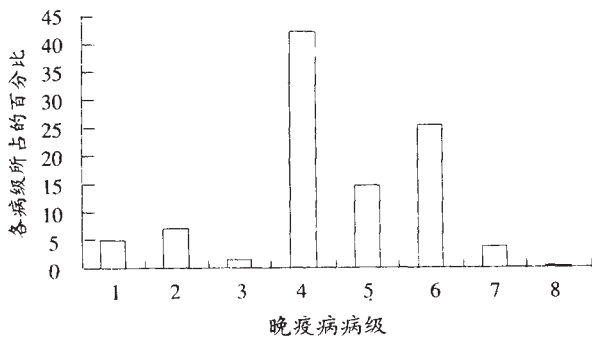


图1 晚疫病各病级分布

总体上看, 杂种群体抗性表现为中抗。但进一步分析显示, 各病级在不同组合间的比例仍有一定差异, 主要表现在晚疫病级为3级以下和7级以上的株系所占比例组合间存在一定程度的不同。在表1所列的15个组合中, 395008、395013和395046晚疫病在3级以下的株系所占比例超过了30%, 分别为30.77%、37.06%和30.99%。395007、395021、395024和395025几个组合的3级以下株系比例分别达到18.36%、19.09%、13.79%和14.59%。其余组合晚疫病在3级以下的株系数均小于10%。由于实生苗阶段淘汰了极度感病单株, 各组合中晚疫病病级在7级及其以上的株系比例均在10%以下。

## 4 讨论

抗晚疫病育种一直是马铃薯育种的重要目标之

一, 由于水平抗性在自然发病情况下易受气候条件的干扰, 致使选择效率相对较低从而导致以水平抗性为主的目标选择困难。人工接种由于发病条件和接种条件的可控性, 在一定程度上提高了晚疫病鉴定的准确性。因而, 利用人工接种和自然发病相结合的方法对育种材料进行晚疫病鉴定, 已成为马铃薯抗病育种普遍采用的方法<sup>[1,2]</sup>。在本研究中, 实生苗阶段采用人工接种的方法, 根据晚疫病抗性进行初步筛选, 不仅可以大大减轻育种的后续工作强度, 同时本试验显示, 实生苗阶段对晚疫病抗性的筛选也是十分有效的。本研究根据晚疫病发病情况, 在实生苗阶段淘汰了极度感病和对晚疫病免疫的单株, 中选株系随后2年的试验显示, 群体抗性水平具有较好的稳定性。因此, 在接种条件和接种量适宜的情况下, 实生苗人工接种进行晚疫病早期筛选是有效的。

本研究所涉及的15个组合群体分析显示, 晚疫病抗性在组合间没有显著差异, 组合间晚疫病病情指数差异不显著, 这可能是由于实生苗期间淘汰了极端感病和免疫单株的缘故。但各组合间病级分布存在较大差异, 表现出有些组合的绝大多数株系为中抗水平, 高抗和感病株系比例很低, 而有些组合的后代群体在抗性上表现较大的分离范围。从遗传的角度讲, 表现较大分离范围的组合可能更具有丰富的遗传背景, 也更有利于育种选择<sup>[3]</sup>。

马铃薯为典型的无性繁殖植物, 从理论上讲, 进入无性世代后, 所有性状均具有较好的遗传稳定性。然而, 一些多基因控制的遗传性状, 由于不同年份气候条件以及其它因素的影响, 其表现型往往呈现较大差异。本研究对中选无性系连续2年的晚疫病鉴定结果显示, 2年间各组合晚疫病病情指数统计分析其差异虽未达到显著水平, 但从数据反应的情况看, 2003年各组合病情指数普遍比2002年高, 最高组合高出2.63。因此, 对于水平抗性材料的晚疫病鉴定必须进行多年和多点鉴定。

## 参 考 文 献

[1] 姚裕琪, 云庭, 杨海鹰, 等. 内蒙古马铃薯晚疫病研究进展 [A]. 陈伊里, 屈冬玉. 高新技术与马铃薯产业 [C]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2002, 43-47.  
 [2] 吴承金, 向常青, 黄大恩, 等. 中国南方马铃薯研究中心的晚疫病研究 [J]. 中国马铃薯, 2000(3): 145-146.  
 [3] 潘家驹. 作物育种学总论 [M]. 北京: 农业出版社, 1994, 49-81.

# 马铃薯可溶性蛋白、叶绿素及 ATP 含量变化 与品种抗旱性关系的研究

刘玲玲, 李 军\*, 李长辉, 夏 平

(黑龙江省农科院克山农科所, 克山 161606)

**摘 要:** 对水分胁迫下马铃薯叶片部分物质和能量代谢指标的研究结果表明, 在水分胁迫下叶片中可溶性蛋白含量明显增加; 叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素含量及叶绿素 a/b 比值与对照相比均有所下降; ATP 含量有增有减, 但品种抗旱性愈强, ATP 含量愈高。叶片中可溶性蛋白含量、叶绿素 a/b 比值、ATP 含量占对照百分率与品种抗旱性之间的相关系数  $r$  分别为 + 0.8750、- 0.8509、+ 0.7945,  $P < 0.01$ 。因此, 这些指标可用于马铃薯不同品种抗旱性的评定。

**关键词:** 马铃薯; 水分胁迫; 叶绿素; 可溶性蛋白; ATP; 抗旱性

**中图分类号:** Q945.11, S532 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-3635 (2004) 04-0201-04

世界上有相当比例的马铃薯种植在干旱环境下, 品种间在抗旱性上存在着很大的差异。因此,

加强抗旱性研究, 对挖掘干旱、半干旱地区马铃薯生产潜力, 具有重要意义。迄今为止国内外有关甘薯抗旱生理的研究, 虽取得了很多成绩, 但从物质和能量代谢角度探讨其抗旱性形成机理方面所做的研究还很少。而马铃薯在这方面的研究, 到目前为止国内未见报道。本试验通过对水分胁迫下马铃薯物质和能量代谢的主要生理生化指标 可溶性蛋白、

收稿日期: 2004-02-23

作者简介: 刘玲玲 (1974-), 女, 黑龙江省克山农科所, 研究实习员, 主要从事马铃薯生物技术及科研管理工作。

\* 通讯作者: 李军 (1953-), 男, 克山农科所, 副研究员, 主要从事马铃薯育种与栽培生理工作。

## EVALUATION OF RESISTANCE LEVEL TO LATE BLIGHT IN THE POPULATIONS DERIVED FROM THE HORIZONTAL RESISTANT CROSSES OF POTATOES

WU Cheng-jin<sup>1</sup>, LIU Jun<sup>2</sup>, CHENG Qun<sup>1</sup>, LI Da-chun<sup>1</sup>, LI Wei-dong<sup>1</sup>, XIE Cong-hua<sup>2</sup>

( 1. Southern Potato Research Centre of China, Enshi, Hubei 445000, China;

2. Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei, 430070, China)

**ABSTRACT:** The resistance level to late blight was evaluated for the seedlings and derived clones of 26 combinations crossed of potato in the International Potato Centre (CIP) with the horizontal resistant parental materials. The results showed that artificial inoculation with the pathogen in the seedling generation obtained a high efficiency in the resistance evaluation. The populations tested had a middle level of resistance according to the 9-score standards. The distribution of the resistance level within population was continuous, indicating a typical horizontal resistance distribution. The statistical analysis demonstrated that there were no significant differences among the crosses in late blight disease index. There was no significant difference either between the results obtained in the successive two years.

**KEY WORDS:** potato; late blight; horizontal resistance