

马铃薯抗 PLRV 育种的家系遗传分析

尹 江¹, 孟兆军¹, 杨素梅¹, 王 毅², 金黎平², 谢开云²

(1. 河北省高寒作物研究所, 河北 张北 076450; 2. 中国农科院蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

摘 要: 对母本抗 PLRV、父本免疫 PVX、PVY 按 Line×tester (12×3) 设计获得的 36 个家系, 通过 1998~2000 年大田暴露试验, 进行 PLRV 感染率、平均单株结薯数量和重量的配合力及遗传分析, 结果表明: PLRV 感染率的遗传力为 71.68%, 特殊配合力负值最高为-6.85, 母本一般配合力负值最高为-14.87, 父本一般配合负值最高为-3.13, 选择一般配合力负值较高母本和特殊配合力负值较高的组合是获得高抗 PLRV 后代的前提; 单株结薯数量的遗传力为 50.48%, 组合特殊配合力最高为 2.1, 母本一般配合力最高为 2.8, 父本一般配合力最高为 0.3, 特殊配合力较高的组合在一般配合力高的和差的亲本组合中出现频率较高, 父本在块茎数量的遗传中起重要作用。单株结薯重量的遗传力为 75.19%, 特殊配合力最高为 0.58, 母本一般配合力最高为 0.42, 而父本最高为 0.33, 产量的亲本选配应以一般配合力为主。

关键词: 马铃薯; PLRV; 家系; 配合力; 遗传力

中图分类号: S435, S311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0092 (2001) 05-0265-06

1 前 言

配合力和遗传分析是作物育种的基础方法之一, Mendoza 对马铃薯杂种优势配合力遗传分析曾作深入研究, 并于 1984 年报道了块茎数、块茎产量遗传力分别为 64%、61%^[1,2], 但抗病毒育种的遗传分析报道甚少, PLRV 作为马铃薯最主要病毒^[3], 对其配合力和遗传分析尚未见报道。

本文以抗 PLRV 且综合性状好的材料为母本, 对 PVX、PVY 免疫的选择系为父本, 按 Line×tester (12×3) 设计获得 36 个组合的块茎家系, 在高密度且均匀的毒源、媒介传染选择压下, 经连续三年大田暴露试验, 对各家系 PLRV 感染率、组合的平均单株块茎数量和重量进行配合力和遗传分析, 初步阐明了供试组合对 PLRV 抗性和产量性状的遗传规律。

收稿日期: 2001-05-08

作者简介: 尹江 (1961—), 男, 河北张北人, 副研究员, 从事马铃薯育种、产业化研究和种业开发工作。

2 材料与方 法

2.1 材料

家系 36 个, 系抗 PLRV 普通栽培种与 CIP 对 PVX、PVY 免疫的后代按 Line×tester (12×3) 设计配制的, 见表 1。1998 年在昆明种植组合实生种子获得块茎家系, 并于 3~5 月变温催芽处理, 对照为紫花白和坝薯 10 号, 1998 年对照种植世代为微型薯, 另透择 ELISA 测定 PLRV 带毒率高的 Favorita 品种作为感染株。

表 1 材料来源

母 本	父 本		
	TXY.2	TXY.6	TXY.11
Bogna	396096	396097	306008
G-7445	396100	396101	396102
Granola	396108	396109	396110
Mariela	396124	306125	396126
Monalisa	396128	396129	396130
PW-88.6065	396136	396137	396138
PW-88.6203	396140	396141	396142
Serrana	396144	396145	396146
Achirana	396148	396149	396150
Berolina	396151	396152	396153
BRDA	396154	396155	396156
Fregata	396157	396158	396159

2.2 方法

2.2.1 试验设计

家系分两组进行, 每组 18 个家系, 8 次重复。每个区组中每个家系 30 个基因型, 单行区完全随机区组排列, 三年田间排列模式相同, 株行距 0.4 m×0.9 m, 1998~1999 年每两个家系(对照)行两侧各种植 1 行感染株, 收获时每重复家系逐株选择大小基本一致的 1 个块茎混合组成翌年供试家系。

2.2.2 调查项目

蚜虫强度: 连续 3 年定点调查不同行感染株

300 株, 每株 10 片复叶上无翅蚜数目, 分别在播种后 30 d、45 d、60 d、70 d、75 d 进行, 用平均每株蚜虫数量表示蚜虫强度。

PLRV 感染率: 每年蚜虫高峰期(开花盛期)调查 PLRV 感染率。

单株结薯数量、重量: 每个小区收获块茎数量、重量与收获株数之比。

3 结果与分析

3.1 PLRV 抗性

1998 年 DAS-ELISA 测定感染株 PLRV 带毒率

表 2 家系(组合)的 PLRV 感染率(单位: %)

母 本	父 本	家系代号	PLRV 感染率				母本抗性 位 次	
			1998	1999	2000	平均		
Bogna	TXY.2	396096	39.1	62.8	81.5	61.1	66.6	12
	TXY.6	396097	46.1	82.4	93.0	73.8		
	TXY.11	396098	54.1	64.5	76.6	65.0		
G-7445	TXY.2	396100	27.3	65.3	74.6	55.8	63.4	11
	TXY.6	396101	35.7	76.2	97.7	69.9		
	TXY.11	396102	37.7	69.9	85.8	64.5		
Granola	TXY.2	396108	36.8	59.9	95.7	64.1	61.5	10
	TXY.6	396109	38.9	57.8	96.6	64.4		
	TXY.11	396110	26.0	53.2	88.5	55.9		
Mariela	TXY.2	396124	47.3	66.6	84.8	66.3	61.1	9
	TXY.6	396125	34.1	60.7	92.0	62.3		
	TXY.11	396126	26.2	58.6	79.6	54.8		
Monalisa	TXY.2	396128	32.6	61.1	78.5	57.4	59.2	8
	TXY.6	396129	37.7	69.1	94.5	67.1		
	TXY.11	396130	46.4	50.0	63.4	53.3		
PW-88.6065	TXY.2	396136	26.8	64.3	68.7	53.2	56.0	6
	TXY.6	396137	35.5	62.9	74.0	57.5		
	TXY.11	396138	42.2	63.5	66.2	57.3		
PW-88.6208	TXY.2	396140	11.1	40.9	50.2	34.1	40.5	1
	TXY.6	396141	8.6	39.2	66.6	38.1		
	TXY.11	396142	30.1	52.4	65.7	49.4		
Serrana	TXY.2	396144	18.4	59.8	78.0	52.1	57.5	7
	TXY.6	396145	24.9	78.9	88.8	64.2		
	TXY.11	396146	21.8	66.2	80.6	56.2		
Achrana	TXY.2	396148	12.6	56.1	89.8	52.8	52.1	4
	TXY.6	396149	7.3	69.4	87.0	54.6		
	TXY.11	396150	14.3	53.4	79.1	48.9		
Berolina	TXY.2	396151	4.3	51.1	58.3	37.9	47.8	3
	TXY.6	396152	9.4	70.3	77.7	52.4		
	TXY.11	396153	17.6	61.7	80.4			
BRDA	TXY.2	396154	8.4	47.0	60.1	38.5	42.2	2
	TXY.6	396155	10.9	59.2	71.8	42.3		
	TXY.11	396156	17.9	49.7	70.0	45.8		
Fregata	TXY.2	396157	8.0	71.6	82.6	54.1	55.1	5
	TXY.6	396158	11.1	66.0	84.0	53.7		
	TXY.11	396159	12.9	67.4	92.0	57.5		
父本		紫花白	19.3	33.1	62.9	38.4		
		坝薯 10 号	2.9	10.6	11.4	24.6		
	TXY.2					47.6		
	TXY.6					58.3		
	TXY.11					55.2		

为 13.3%，1999 年为 56.7%；蚜虫发生高峰期在播种后 75 d，蚜虫强度三年平均为 81.63 头/株，远超过按种要求强度（每株 25~30 头）^[4]；同时连续 3 年 6~8 月份月均气温较常年高 1~4.6℃，月降水量少 21.3~63.9 mm，形成高温酷旱，利于传毒介体繁殖的气候条件。三年的毒源、媒介、气候因子三因素协同形成了 PLRV 较高侵染机率的筛选压力，适于 PLRV 抗性筛选。

三年的 PLRV 侵染率见表 2，仅 396141 的 PLRV 感染率低于紫花白，其它组合块茎家系的 PLRV 感染率均高于对照。经方差分析，组合间感染率 $F=8.59>F_{0.01}$ （=1.98），年份间感染率 $F=683.48>F_{0.01}$ （=4.75），组合与年份互作效应 $F=2.72>F_{0.01}$ （=1.56），说明组合（家系）、年份、家系与年份互作间感染率差异极显著，遗传力为 71.68%，说明 PLRV 侵染力或对 PLRV 抗性遗传力较高。

从表 2 可以看出对 PLRV 抗性较强母本依次为 PW=8826293、BRDA、Berolina、Achirana、父本为 TXY.2。

亲本一般配合力（G·C·A）和组合特殊配合力（S·C·A）分析见表 3，可以看出，父本、母本 G·C·A 均有所差异，一般配合力负值较高，母本依次为 PW-88.6203、BRDA、Berolina、Achirana，而父本仅有 TXY.2 的 G·C·A 负值较高，亲本选择应以选择母本为主，亲本 PLRV 感染率的一般配合力负值越高，其抗性越强。

同时从表 3 还可看出，亲本一般配合力负值高

的组合的 S·C·A 负值也有低的现象，如 PW-88.6203×TXY.11，因此在选择一般配合力负值较高母本同时，应选择 S·C·A 负值较高的组合，如 396141（PW-88.620×TXY.6），396151（Berolina×TXY.2），才有望得到对 PLRV 抗性较高后代。

表 3 PLRV 感染率的配合力效应估计

母 本	TXY.2	TXY.6	TXY.11	G·C·A _f
Bogna	9.07	3.79	-1.39	11.26
G-7445	-4.47	32.04	-2.29	7.95
Granola	5.79	-0.44	-4.40	6.07
Mariela	8.27	-2.21	-6.60	5.72
Monalisa	1.27	4.47	-5.72	3.84
PW-88.6065	0.37	-1.91	1.55	0.61
PW-88.6203	-3.33	-5.69	9.14	-14.87
Serrana	-2.28	3.33	-1.03	2.08
Achirana	3.84	-0.90	-2.94	-3.29
Berolina	-6.85	1.23	5.63	-7.56
BRDA	-2.24	0.03	2.22	-11.54
Fregata	2.09	-4.73	2.63	-0.33
G·C·A _m	-3.13	3.38	-0.26	

3.2 平均单株结薯数量

三年家系单株结薯数量如表 4，经方差分析，家系间单株结薯数量 $F=4.06>F_{0.01}$ （=1.98），年份间 $F=97.83>F_{0.01}$ （=4.75），家系（组合）、年份间单株结薯数量差异均极显著，品种与年份互作 $F=1.10<F_{0.05}$ （=1.37），差异不显著，遗传力为 50.48%。

表 4 平均单株结薯数量（单位：个/株）

母 本	父 本	家系代号	平均单株结薯数量				母本
			1998	1999	2000	平均	
Bogna	TXY.2	396096	9.1	11.9	6.3	9.1	8.6
	TXY.6	396097	9.2	9.6	5.3	8.4	
	TXY.11	396098	9.3	10.9	4.6	8.8	
G-7445	TXY.2	396100	9.2	7.9	5.0	7.3	7.6
	TXY.6	396101	10.1	8.7	5.5	8.1	
	TXY.11	396102	8.5	7.8	5.6	7.3	
Granola	TXY.2	396108	11.3	8.9	5.0	8.4	7.5
	TXY.6	396109	7.3	8.5	4.6	6.8	
	TXY.11	396110	7.1	9.6	4.9	7.2	
Mariela	TXY.2	396124	12.9	9.5	5.1	9.2	8.4
	TXY.6	396125	10.0	8.4	4.6	7.7	
	TXY.11	396126	9.3	10.1	5.8	8.4	

(接上表)

母 本	父 本	家系代号	平均单株结薯数量				母本
			1998	1999	2000	平均	
Monalisa	TXY.2	396128	7.9	8.5	5.4	7.3	7.7
	TXY.6	396129	9.8	11.0	5.8	8.9	
	TXY.11	396130	7.2	7.9	5.5	6.9	
PW-88.6065	TXY.2	396136	8.5	7.3	4.8	6.9	6.7
	TXY.6	396137	8.3	8.4	5.1	7.3	
	TXY.11	396138	7.7	5.7	4.4	5.9	
PW-88.6203	TXY.2	396140	11.7	12.7	9.4	11.3	11.0
	TXY.6	396141	11.3	14.6	9.1	11.7	
	TXY.11	396142	11.0	10.8	8.1	10.0	
Serrana	TXY.2	396144	7.6	6.8	7.2	7.2	6.8
	TXY.6	396145	7.6	8.8	5.4	7.3	
	TXY.11	396146	6.3	6.0	5.6	5.9	
Achirana	TXY.2	396148	7.9	9.7	5.1	7.6	6.8
	TXY.6	396149	5.9	8.5	5.6	6.7	
	TXY.11	396150	4.0	8.5	4.8	6.1	
Berolina	TXY.2	396151	8.5	9.0	7.5	8.3	8.1
	TXY.6	396152	6.2	11.7	7.1	8.3	
	TXY.11	396153	6.7	10.4	5.9	7.7	
BRDA	TXY.2	396154	10.9	13.1	7.5	10.5	10.0
	TXY.6	396155	11.1	12.5	7.3	10.3	
	TXY.11	396156	10.0	11.3	6.1	9.1	
Fregata	TXY.2	396157	9.0	11.7	7.4	9.3	9.0
	TXY.6	396158	9.0	11.8	5.6	8.8	
	TXY.11	396159	8.5	10.8	7.7	9.0	
父本		紫花白	8.1	9.3	5.3	7.5	
		坝薯 10 号	10.3	9.6	8.4	9.4	
	TXY.2					8.5	
	TXY.6					8.4	
	TXY.11					7.7	

表 5 结薯数量的配合力效应估计

母 本	TXY.2	TXY.6	TXY.11	G·C·A _f
Bogna	2.1	0.57	0.37	0.30
G-7445	-0.53	0.10	0.27	-0.60
Granola	0.60	-0.83	-1.70	-0.70
Mariela	0.47	-0.83	0.57	0.20
Monalisa	-0.73	1.07	-0.27	-0.5
PW-88.6065	0.67	0.27	-0.10	-1.7
PW-88.6203	0.00	0.60	-0.40	2.8
Serrana	0.13	0.37	-0.23	-1.4
Achirana	0.50	-0.23	-0.13	-1.4
Berolina	-0.07	0.17	0.17	-0.1
BRDA	0.23	0.17	-0.27	1.8
Fregata	0.03	-1.30	0.60	0.80
G·C·A _m	0.30	0.10	-0.60	

亲本 G·C·A 和组合 S·C·A 分析见表 6，可以看出，特殊配合力较好的组合在一般配合力好的和差的亲本组合中获得频率较高，与屈东玉^[5]报道相似，如 396141 (PW-88.6203×TXY.6)。而且父本 G·C·A 高的组合的 S·C·A 也相对较高，说明父本在块茎数量遗传中起重要作用。

3.3 平均单株结薯重量

三年产量结果 (如表 6) 表明，产量较高母本为 PW-88.6203, Bogna、BRDA，较好父本依次为 TXY.6、TXY.2。经方差分析，家系间产量差异 F 值=10.9>F_{0.01} (=1.98)，年份间 F=28.67，F_{0.01} (=4.75)，说明家系 (组合) 间、年份间差异均极显著，遗传力为 75.19%。

表 6 家 系 产 量 (单位: kg)

母 本	父 本	家系代号	平均单株结薯数量					母本产量 位次
			1998	1999	2000	平均	母本	
Bogna	TXY.2	396096	0.46	0.43	0.23	0.37	0.39	2
	TXY.6	396097	0.56	0.41	0.21	0.39		
	TXY.11	396098	0.47	0.56	0.18	0.40		
G-7445	TXY.2	396100	0.34	0.30	0.16	0.26	0.25	9
	TXY.6	396101	0.33	0.28	0.13	0.25		
	TXY.11	396102	0.24	0.32	0.13	0.23		
Granola	TXY.2	396108	0.40	0.38	0.17	0.32	0.29	6
	TXY.6	396109	0.35	0.31	0.17	0.28		
	TXY.11	396110	0.25	0.37	0.22	0.28		
Mariela	TXY.2	396124	0.52	0.40	0.13	0.35	0.33	4
	TXY.6	396125	0.50	0.26	0.17	0.31		
	TXY.11	396126	0.42	0.41	0.20	0.34		
Monalisa	TXY.2	396128	0.41	0.41	0.17	0.33	0.32	5
	TXY.6	396129	0.39	0.45	0.20	0.35		
	TXY.11	396130	0.29	0.39	0.19	0.29		
PW-88.6065	TXY.2	396136	0.31	0.24	0.11	0.22	0.21	10
	TXY.6	396137	0.38	0.26	0.13	0.26		
	TXY.11	396138	0.26	0.17	0.06	0.16		
PW-88.6203	TXY.2	396140	0.46	0.36	0.43	0.42	0.42	1
	TXY.6	396141	0.75	0.46	0.41	0.54		
	TXY.11	396142	0.42	0.21	0.24	0.29		
Serrana	TXY.2	396144	0.25	0.21	0.36	0.27	0.27	8
	TXY.6	396145	0.39	0.30	0.30	0.33		
	TXY.11	396146	0.26	0.22	0.25	0.22		
Achirana	TXY.2	396148	0.30	0.30	0.29	0.30	0.28	7
	TXY.6	396149	0.24	0.33	0.28	0.28		
	TXY.11	396150	0.21	0.35	0.26	0.27		
Berolina	TXY.2	396151	0.36	0.25	0.36	0.32	0.32	5
	TXY.6	396162	0.29	0.44	0.27	0.33		
	TXY.11	396153	0.28	0.40	0.23	0.30		
BRDA	TXY.2	396154	0.48	0.36	0.25	0.36	0.36	3
	TXY.6	396155	0.50	0.38	0.23	0.37		
	TXY.11	396156	0.43	0.42	0.24	0.36		
Fregata	TXY.2	396157	0.41	0.42	0.32	0.38	0.36	3
	TXY.6	396158	0.36	0.41	0.32	0.36		
	TXY.11	396159	0.43	0.33	0.26	0.34		
		紫花白	0.94	0.87	0.63	0.81		
		坝薯 10 号	0.85	0.56	0.58	0.66		
父本	TXY.2					0.33		
	TXY.6					0.34		
	TXY.11					0.29		

配合力分析 (如表 7) 说明, 母本一般配合以 PW-88.6202、Bogna、Fregaa、BRDA 较高, 与表 6 结果基本一致, 说明这四个母本是一般配合力高且产量潜力大的骨干母本, 父本 TXY.6 亦然。同时, 亲本 G•C•A 高的家系, 尽管其组合 S•C•A 低, 但其单株产量较高, 如 396096 (Bogna × TXY.6)、396141 (PW-88.6103 × TXY.6)、396155 (BRDA × TXY.6), 而 S•C•A 高的组合,

产量不一定高, 如 396110 ($\text{Granola} \times \text{TXY} \cdot 11$), 说明在抗 PLRV 育种中, 产量的亲本选配, 应以一般配合力为主。

表 7 配合力分析

母 本	TXY.2	TXY.6	TXY.11	G·C·A _f
Bogna	0.094	−0.011	0.04	0.39
G-7445	0.011	0.466	0.01	0.25
Granola	0.021	−0.027	0.58	0.29
Mariela	0.110	−0.034	0.043	0.33
Monalisa	0.002	0.011	−0.002	0.32
PW-88.6065	0.014	0.113	−0.02	0.20
PW-88.6203	−0.009	0.106	−0.100	0.42
Serrana	−0.013	0.036	−0.027	0.28
Achirana	0.011	−0.014	0.023	0.28
Berolina	−0.002	0.001	0.013	0.32
BRDA	−0.003	−0.007	0.033	0.36
Fregata	0.011	−0.017	0.003	0.37
G·C·A _m	0.326	0.334	0.29	

4 小结与讨论

a. 在抗 PLRV 育种中, 抗 PLRV 方面, 应选

择一般配合力负值高的母本和特殊配合力负值高的组合; 产量的亲本选配应选择一般配合力高、产量潜力大的骨干亲本; 在结薯数量的亲本选配上应注重父本的一般配合力, 适当考虑一般配合力高的父本和一般配合力较低的母本组合。

b. 块茎数量遗传力低于 Mendoza 报道, 可能与第一年部分薯块休眠未打破, 导致块茎数量与后两年差异较大有关, 这也是年份间差异极显著原因。而 PLRV 感染率年份间差异极显著原因主要是, 1998 年感染率只为初生感染, 而后两年感染率由初生感染和次生感染相成。

参 考 文 献

[1] Mendoza H A, Haynes F C. Some aspects of breeding and in-breeding in potatoes. Am P J, 1993, 50: 216—222.

[2] Thompson B G, Mendoza H A. Genetic variance estimate in a heterogenous potato population propagated from TPS. Am P J, 1984, 16: 702.

[3] Luis F. Salazar potato Virus and their Control. Lima peru. In-ternational potato Center, 1996, 171.

[4] 黑龙江省农科院克山农科所. 马铃薯育种和良种繁育 [M]. 北京: 农业出版社, 1976, 98—99.

[5] 屈冬玉等. 马铃薯 2n 花粉植株后代与优良四倍体株系的遗传分析 [J]. 马铃薯杂志, 1990, 4 (2): 78—82.

GENETIC ANALYSIS OF FAMILIES IN POTATO
PLAV-RISISTANT BREEDING

YIN Jang¹, MENG Zhao-jun¹, YANG Su-mei¹, Wang Yi², JIN Li-ping², XIE Kai-yun²

(1. Hebei High cold Crops Research Institute, Zhang Bei County 076450; 2. Chinese Academy of Agricultural Sciencs, Beijing 100081)

ABSTRACT: Thirth-six potato tuber families from twelve PLRV-resistant temale and 36_vx, PVY male progenitors in a line x tester design were Afudied under the condition of strong PLRV resources and high aphids pressure for three years. Data about tuber yield/plant, tuber number/plant, the percentage plants with PLRV infection in the field were analyzed. The result showed that the highest negative G·G·A_f, G·C·A_m, S·C·A and h² on the percentage of PLRV infection were −14.87, −3.13, −6.85 and 71.68% respectively, but the higest G·C·A_f, G·C·A_m, S·C·A and h² on tuber yield/plant were 0.42, 0.33, 0.58 and 75.19% respev-tively, on tuber number/plant were 2.8, 0.3, 2.1, 50.48%, especively all this indicates the importance of higher negative G·C·A_f, S·C·A on the percentage of PLRV infection and high G·C·A on tuber yiled in PLRV-resistant breeding.