

# 马铃薯晚疫病菌寄生适合度测定方法的研究

## II. 室内试验

袁军海<sup>1</sup>, 赵美琦<sup>2</sup>, 姚裕琪<sup>3</sup>, 梁德霖<sup>3</sup>

(1. 张家口农业高等专科学校农学系, 河北 宣化 075131; 2. 中国农业大学植物病理系, 北京 100094;

3. 内蒙古农科院, 内蒙古 呼和浩特 010031)

**摘要:** 室内试验用 2 种方法测定马铃薯晚疫病菌的寄生适合度。结果表明: 复合指数法更适用于此病原物。从品种看, 米拉表现最抗病, 其次是坝薯 10 号、一墩青和克疫, 克新 1 号、无花和坝薯 9 号较感病, 费乌瑞它和紫山药最感病。从菌种看, C5 的致病性普遍高于 C2, 而 C2 的致病性又普遍高于 C4。

**关键词:** 马铃薯; 晚疫病菌; 寄生适合度

**中图分类号:** S435, S432.21 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0092 (2001) 03-0137-05

文献<sup>[1]</sup>报道了马铃薯晚疫病寄生适合度测定方法的田间试验, 结果合理, 方法可行。但田间试验最大的缺点是费用较高, 如占地多, 播种量大 (而且是原原种或原种), 管理、调查以至收获等所需人力较多; 另外, 田间试验易受环境条件, 尤其是气象条件的影响, 最终会影响结果的合理程度, 因此, 又进行了室内试验。

室内试验用 2 种方法测定。

### 1 一代综合病情指数法

#### 1.1 材料与方法

##### 1.1.1 试验材料

品种选择一墩青、坝薯 10 号、坝薯 9 号和费乌瑞它 4 个, 由张家口市坝上农科所提供, 种薯级别为原种。小种选择 C2 (1.3.4.5.10)、C4 (1.3.4.10) 和 C5 (1.2.3.4.5.6.8.10) 3 个, 由内蒙古农科院提供, 接种前在无花薯片上扩繁。试验在内蒙古农科院温室进行。

##### 1.1.2 试验设计

品种以花盆为单位种植, 每盆 2 株, 4 品种 ×

3 小种 × 3 次重复, 共需 36 盆, 每品种 9 盆, 为消除同一品种不同个体间的生长差异, 每品种多种 3~4 盆, 从中选择较均匀一致的 9 盆。播期调整同大田试验。

##### 1.1.3 播种与管理

1998 年 12 月 7 日种一墩青和坝薯 10 号, 21 日种坝薯 9 号, 1999 年 1 月 12 日种费乌瑞它。管理同马铃薯原种生产。

##### 1.1.4 接种与调查

1999 年 4 月底以盆为单位, 用游动孢子囊悬浮液整株接种, 悬浮液游动孢子囊浓度约为  $3.5 \times 10^4$  个  $\cdot \text{mL}^{-1}$ 。接种后套塑料袋保湿 12 h。接种第 5 d 保湿 24 h 后, 以小叶为单元调查, 记载反应型、普遍率和严重度, 然后按下式计算一代综合病情指数值:

一代综合病情指数 = 普遍率 × 严重度 × 反应型产孢系数

式中反应型产孢系数按文献<sup>[2]</sup>结果计算:

反应型产孢系数 =  $\exp (1.7178 \times \ln IT + 0.02567 IT - 2.484)$

IT (Infection Type) 表示反应型。

以一代综合病情指数值作为各品种 × 小种组合的寄生适合度值, 以寄生适合度值最大组合为准计算出各组合的相对寄生适合度值。

收稿日期: 2001-04-08

作者简介: 袁军海 (1969—), 男, 河北无极县人, 张家口农业高等专科学校农学系讲师, 研究方向为马铃薯晚疫病研究。  
中国知网 <http://www.cnki.net>

### 1.2 结果与分析

对测得的 4 品种×3 小种组合的相对寄生适合度值进行方差分析。结果表明: 相对寄生适合度值在品种间、小种间及品种×小种组合间差异均达极显著水平, 据此可作进一步分析。

#### 1.2.1 小种致病性比较

对 4 品种分别与 3 小种间相对寄生适合度值进行方差分析, 据此进行差异显著性比较, 结果见表 1。由于寄生适合度是品种抗病性与小种致病性相互作用的结果, 所以当品种相同时, 寄生适合度的差别反映的是小种致病性的差异。由此可见, 表 1 中数据实际表示不同小种对同一品种致病性的差异, 数值越高致病性越高。

表 1 一代综合病情指数法测得的小种致病性比较

品 种	小 种	F 值	差异显著性
一墩青	C2	0.6195	A
	C4	0.4324	B
	C5	0.2771	C
坝薯 10 号	C2	0.5152	a
	C4	0.4359	a
	C5	0.4307	a
坝薯 9 号	C5	0.7547	A
	C4	0.0978	B
	C2	0.0296	B
费乌瑞它	C5	1.0000	a
	C2	0.9675	a
	C4	0.6907	b

注: 表中数据为 3 重复平均值; 大写字母示 0.01 水平, 小写字母示 0.05 水平; F 表示相对寄生适合度值。下同。

由表 1 可见, 小种 C2 对一墩青的致病性大于 C4, 而 C4 的致病性又大于 C5, 三者差异达极显著水平。对坝薯 9 号, C5 的致病性明显大于 C4 和 C2, 差异也达极显著水平。对费乌瑞它, C5 与 C2 的致病性差异不大, 但明显高于 C4 并差异达显著水平。3 小种对坝薯 10 号的致病性均差异不显著, 这可能与坝薯 10 号有一定水平抗性有关。庞万福<sup>[3]</sup>也曾报道坝薯 10 号有较强的水平抗性。

#### 1.2.2 品种抗病性比较

对不同品种与同一小种间相对寄生适合度值进行方差分析, 据此进行差异显著性比较, 结果见表 2。

差异, 同理, 表 2 中数值表示不同品种对同一小种抗病性的差异, 数值越高抗病性越低。

表 2 一代综合病情指数法测得的品种抗病性比较

小 种	品 种	F 值	差异显著性	
C2	费乌瑞它	0.9675	a	A
	一墩青	0.6195	b	B
	坝薯 10 号	0.5152	b	B
	坝薯 9 号	0.0296	c	C
C4	费乌瑞它	0.6907	a	A
	坝薯 10 号	0.4359	b	B
	一墩青	0.4324	b	B
	坝薯 9 号	0.0978	c	C
C5	费乌瑞它	1.0000	a	A
	坝薯 9 号	0.7547	b	B
	坝薯 10 号	0.4307	c	C
	一墩青	0.2711	d	C

由表 2 可见, 在 0.05 水平上, 4 品种对同一小种的抗性等级划分有 2 种方式, 2 个组合 (这里指 4 品种×1 小种) 划分为 3 个等级, 即坝薯 9 号、一墩青和坝薯 10 号、费乌瑞它; 1 个组合划分为 4 个等级, 即每品种一个等级。在 0.01 水平上, 4 品种的抗性均划分为 3 个等级, 即坝薯 9 号、一墩青和坝薯 10 号、费乌瑞它, 或一墩青和坝薯 10 号、坝薯 9 号、费乌瑞它。总体看来, 在 4 个品种中, 费乌瑞它对晚疫病的抗性最低, 所有组合均如此; 一墩青和坝薯 10 号的抗性基本一致, 且均高于费乌瑞它, 从相对寄生适合度值看, 应属中度偏高的抗性。这些与大田发病情况基本一致。而坝薯 9 号的抗性或很高 (如对 C2 和 C4), 或较低 (如对 C5), 与大田表现中度抗性有较大出入。

## 2 复合指数 (composite fitness index, 简称 CFI) 法

### 2.1 材料与方法

#### 2.1.1 试验材料

品种选择一墩青、米拉、坝薯 10 号、坝薯 9 号、克疫、无花、克新 1 号、费乌瑞它、紫山药 9 个, 种薯级别均为原种, 分别由张家口市坝上农科所和内蒙古正丰马铃薯种业股份有限公司提供。生理小种的选择及扩繁同 1.1.1。

2.1.2 试验设计

9 品种×3 小种×3 次重复, 每组合取 60~65 张小叶, 据各品种小叶多少, 分别种 3~10 盆不等。播期调整同大田试验。

2.1.3 播种与管理

1998 年 12 月 7 日种克疫、一墩青和坝薯 10 号, 10 日种米拉, 12 日种紫山药、无花和克新 1 号, 21 日种坝薯 9 号, 1999 年 1 月 12 日种费乌瑞它。管理同马铃薯原种生产。

2.1.4 接种与调查

1999 年 5 月 1 日以小叶为单位离体接种。悬浮液游动孢子囊浓度约为  $2.7 \times 10^4$  个·mL<sup>-1</sup>。接种在方磁盘内进行, 用 1 mL 医用注射器点滴于叶背中央, 每小叶约 25 μL, 然后覆以塑料膜, 并隔日洒水, 促进发病。1999 年 5 月 6 日调查, 先记载各组合接种小叶发病率, 即侵染率, 然后每组合选择 20 片有代表性的小叶 (要求小叶未腐烂, 病斑未超过整个小叶, 霉层明显), 测定病斑面积和产孢能力, 最后按下式计算复合指数值:

$$\text{复合指数} = \text{侵染率} \times \text{病斑面积} \times \text{产孢能力}$$

最后求出相对寄生适合度值。

2.2 结果与分析

对测得的 9 品种×3 小种组合 (因小叶不够, C4 与坝薯 10 号、米拉、紫山药组合未测定) 的相对寄生适合度值进行方差分析。结果表明: 相对寄生适合度值在品种间、小种间及品种×小种组合间差异均达极显著水平, 据此可作进一步分析。

2.2.1 小种致病性比较

结果见表 3。与表 1 相同, 表 3 中数据也表示不同小种对同一品种致病性的差异, 数值越高致病性越高。

由表 3 可见, 在所有品种上, 3 小种致病性大小基本都表现为 C5>C2>C4, 且差异均达极显著水平, 只有少数 (如对克疫) 稍例外。C5 和 C2 对坝薯 10 号及 3 小种对克疫的致病性均差异不显著, 这可能与两者具有较强的水平抗性有关, 如黄河<sup>[4]</sup>曾报道克疫也有较强的水平抗性。

2.2.2 品种抗病性比较

结果见表 4。与表 2 相同, 表 4 中数据也表示不同品种对同一小种抗病性的差异, 数值越高抗病性越低。

表 3 CFI 法测得的小种致病性比较

品种	小种	F 值	差异显著性
一墩青	C5	0.4221	A
	C2	0.3610	B
	C4	0.2711	C
无花	C5	0.5681	A
	C2	0.4435	B
	C4	0.3428	C
坝薯 9 号	C5	0.5442	A
	C2	0.4574	B
	C4	0.3177	C
费乌瑞它	C5	0.8302	A
	C2	0.6450	B
	C4	0.5014	C
坝薯 10 号	C5	0.3637	a
	C2	0.3196	a
	C4	0.3746	B
克新 1 号	C5	0.6210	A
	C2	0.4022	B
	C4	0.3746	B
米拉	C5	0.2554	A
	C2	0.1378	B
克疫	C4	0.3152	a
	C5	0.3102	a
	C2	0.3022	a
紫山药	C5	1.0000	A
	C2	0.8271	B

表 4 CFI 法测得的品种抗病性比较

小种	品种	F 值	差异显著性	
C2	紫山药	0.8271	a A	
	费乌瑞它	0.6450	b B	
	坝薯 9 号	0.4574	c C	
	无花	0.4435	c CD	
	克新 1 号	0.4005	d DE	
	一墩青	0.3610	e EF	
	坝薯 10 号	0.3196	f FG	
	克疫	0.3022	f G	
	米拉	0.1379	g H	
	C4	费乌瑞它	0.5014	a A
克新 1 号		0.3746	b B	
无花		0.3428	c BC	
坝薯 9 号		0.3177	c C	
克疫		0.3152	c C	
一墩青		0.2711	d D	
C5		紫山药	1.0000	a A
		费乌瑞它	0.8302	b B
		克新 1 号	0.6210	c C
		无花	0.5683	cd CD
	坝薯 9 号	0.5442	d D	
	一墩青	0.4221	e E	
	坝薯 10 号	0.3637	f EF	
	克疫	0.3102	f FG	
	米拉	0.2554	g G	

由表 4 可见, C2 与 9 个品种组合可分为 6 个等级, 即紫山药、费乌瑞它、坝薯 9 号、克新 1 号、坝薯 10 号、米粒, 差异均达极显著水平, 而无花与克新 1 号、克新 1 号与一墩青、一墩青与坝薯 10 号的差异仅达显著水平。C4 与 6 个品种组合可基本分为 4 个等级, 即费乌瑞它、克新 1 号、坝薯 9 号和克疫、一墩青, 差异均达极显著水平, 而无花与克新 1 号差异仅达显著水平。C5 与 9 个品种组合可分为 7 个等级, 即紫山药、费乌瑞它、克新 1 号、坝薯 9 号、一墩青、克疫、米拉, 差异均达极显著水平; 而无花与克新 1 号、一墩青与坝薯 10 号、坝薯 10 号与克疫差异仅达显著水平。总体来看, 米拉、克疫、坝薯 10 号和一墩青的抗性较高, 而克新 1 号、坝薯 9 号和无花属中抗品种, 紫山药和费乌瑞它属高感品种。这些与大田发病情况基本一致, 说明结果是可信的, 这种方法也比较合理。

### 3 结论与讨论

室内用一代综合病情指数法和 CFI 法测定马铃薯晚疫病菌的寄生适合度。从结果看, 一代综合病情指数法虽操作简便, 但与其它方法(包括田间试验方法)结果差异较大; CFI 法较合理, 但操作繁琐。从品种看, 米拉表现最抗病, 其次是坝薯 10 号、一墩青和克疫, 克新 1 号、无花和坝薯 9 号较感病, 费乌瑞它和紫山药高感。从菌种看, C5 的致病性普遍高于 C2, 而 C2 的致病性又普遍高于 C4, 这一点通过 CFI 法测定表现最明显。

一代综合病情指数法和 CFI 法都是基于一代病情而测定的, 而且所测内容相同, 但由于切入角度不同, 所以结果并不一致。一代综合病情指数法操作简便, 在其它病原物寄生适合度测定中应用较多, 也比较准确<sup>[5~10]</sup>, 但本文测定结果却与其它方法差异较大。究其原因, 主要与反应型估计不准和反应型产孢系数计算方法不当有关。反应型是分级调查所得数据, 有跳跃性, 一旦估计不准, 会产生较大误差。从现有资料看, 还没有人研究过马铃薯晚疫病菌反应型与产孢系数之间的关系, 所以本文只能参考小麦白粉菌<sup>[2]</sup>、条锈菌<sup>[9,11,12]</sup>和稻瘟菌<sup>[10]</sup>等的有关结果。经比较发现, 按小麦条锈菌和稻瘟菌有关数据计算与其它方法差异很大, 而按小麦白粉菌的有关数据计算, 虽相对更接近些, 但

仍有较大差异。

此外, 马铃薯不同品种叶片差异很大(如克新 1 号小叶面积至少为一墩青的 6 倍), 所以一代综合病情指数法在进行严重度估测时也可能出现较大误差。如果抗病品种小叶面积小而感病品种小叶面积大(假定与本试验相同, 也以小叶为单元调查), 会造成抗病品种严重度值增大, 感病品种严重度值减小, 最终感病品种表现抗病而抗病品种表现感病。如在本试验所用品种中, 坝薯 9 号小叶面积大而一墩青小叶面积小, 可能也是造成坝薯 9 号比一墩青抗病的原因之一(一墩青大田表现比坝薯 9 号抗病)。如果相反, 抗病品种叶面积大而感病品种叶面积小, 测定结果会造成抗病品种表现更抗病, 感病品种表现更感病。

CFI 法所测组分都为实际值, 适应了马铃薯变异较大的特点, 可以认为是一代综合病情指数法与马铃薯具体情况相结合得出的方法, 虽操作繁琐, 但肯定比一代综合病情指数法准确, 所以在马铃薯晚疫病菌寄生适合度测定中应用较多<sup>[13~16]</sup>。

与大田试验类似, 室内试验也进行了播种期的调整, 晚熟品种(如一墩青和坝薯 10 号)比早熟品种(如费乌瑞它)早播 35 d, 由于试验结束时各品种均未开花, 效果不知, 但据品种生长势看, 似稍过, 即晚熟品种反而可能比早熟品种开花早。据此建议, 当有必要进行播种期调整时, 以晚熟品种比早熟品种早播 25 d 左右为宜, 中熟品种也应作相应调整。

### 参 考 文 献

- [1] 袁军海, 赵美琦, 姚裕琪等. 马铃薯晚疫病菌寄生适合度测定方法的研究 I 田间试验 [J]. 中国马铃薯, 2001, 15 (1): 9-13.
- [2] 朱秋菊. 小麦白粉病品种一小种相对寄生适合度测定方法的研究 [D]. 硕士学位论文. 北京: 中国农业大学植物病理系, 1998.
- [3] 庞成福, 王清玉, 田金玉等. 晚疫病水平抗性鉴定方法的研究探讨 [J]. 马铃薯杂志, 1997, 11 (2): 81-84.
- [4] 黄河, 徐天宇, 徐大雅等. 马铃薯对晚疫病的水平抗性的研究 [J]. 马铃薯, 1983, (1): 6-15.
- [5] 曾士迈, 王沛有. 寄生适合度测定方法的初步研究 [J]. 北京农业大学学报, 1990, 16 (增): 163-179.
- [6] 宋位中, 张忠军. 小麦品种与条锈菌生理小种适合度测定方法的研究 [J]. 北京农业大学学报, 1990, 16 (增): 170-173.

- [7] 申志新, 王焕如, 朱之埏. 小麦叶锈菌相对寄生适合度变异研究 [J]. 植物病理学报, 1990, 20 (2): 141—145.
- [8] 孔平, 岩野正敬. 稻瘟病水平抗性稳定性研究——小种与品种适合度的分析 [J]. 植物保护学报, 1991, 18 (2): 103—107.
- [9] 曾士迈. 植物病原菌寄生适合度测定方法的研究 (以小麦条锈菌为例) [J]. 植物病理学报, 1996, 26 (2): 97—104.
- [10] 赵美琦, 赵桢梅, 马占鸿等. 水稻稻瘟病品种一小种组合寄生适合度测定方法的研究 [J]. 北京农业大学学报, 1997, 2 (5): 51—57.
- [11] 冯锋, 曾士迈. 小麦条锈病反应型和产孢量关系的初步研究 I 成株期试验 [J]. 北京农业大学学报, 1990, 19 (增): 174—179.
- [12] 李明福, 曾士迈. 小麦条锈病反应型和产孢量关系的初步研究 II 幼苗期试验 [J]. 北京农业大学学报, 1990, 19 (增): 180—190.
- [13] Kadish D, Cohen Y. Fitness of *Phytophthora infestans* isolates from metalaxyl-sensitive and -resistant population on susceptible and resistant potato cultivars [J]. Phytopathology, 1988, 78: 912—915.
- [14] Kadish D, Grinberger M, Cohen Y. Fitness of *Phytophthora infestans* from metalaxyl-sensitive and -resistant population on susceptible and resistant potato cultivars [J]. Phytopathology, 1990, 80: 200—205.
- [15] Spielman L J, McMaster B J, Fry W E. Relationships among measurements of fitness and disease in *Phytophthora infestans* [J]. Plant Pathology, 1992, 41: 317—324.
- [16] Tooley P W, Sweigard J A, Fry W E. Fitness and virulence of *Phytophthora infestans* isolates from sexual and asexual population [J]. Phytopathology, 1986, 76: 1209—1212.

## STUDIES ON METHODS ESTIMATING THE PARASITIC FITNESS OF *Phytophthora infestans* (Montagne) de Bary II GREENHOUSE EXPERIMENT

YUAN Jun-hai<sup>1</sup>, ZHAO Mei-qi<sup>2</sup>, YAO Yu-qi<sup>3</sup>, LIANG De-lin<sup>3</sup>

(1. Department of Agronomy of Zhangjiakou Agricultural College, Hebi Xuanhua 075131;

2. Department of Phytopathology of China Agricultural University, Beijing 100094;

3. Academy of Agricultural Science of Inner Mongolia, Inner Mongolia Huhhot 010031)

**ABSTRACT:** In greenhouse experiment, two methods were used to estimate the parasitic fitness of *Phytophthora infestans* (Montagne) de Bary. The results showed that composite fitness index was more suitable for this pathogen. Among cultivars, the resistance of Mira to *P. infestans* (Montagne) de Bary was found to be the highest. The next were Bashu No. 10, Yidunqing and Kuannae and the resistance of Kexin No. 1, Wuhua and Bashu No. 9 was lower than that of the former. The resistance of Favorita and Purple Yam (Zishanyao) was the lowest. As to isolates, it was found that the pathogenicity of C<sup>5</sup> was generally higher than that of C<sup>2</sup>, and that of C<sup>2</sup> was generally higher than that of C<sup>4</sup>.

**KEY WORDS:** potato; *Phytophthora infestans* (Montagne) de Bary; parasitic fitness

通  
知

专业委员会拟出版的《企事业单位名录》现正最后一次核校, 尚有一部分委员及企、事业单位材料缺项, 为了使其更加完善, 望各位积极支持这项工作, 没交照片的委员和没有交款的单位请从速将 200 元入录费寄至编辑部。