

苹果抗轮纹病遗传的初步研究

阎振立, 张恒涛, 张全军, 张顺妮, 过国南, 刘珍珍
(中国农业科学院 郑州果树研究所, 河南 郑州 450009)

摘要:以筛选出的2个抗病、感病苹果品种及抗病×抗病、抗病×感病、感病×感病3类杂交组合的F₁为材料,通过3年人工接种鉴定的方法,研究了F₁单株间的抗轮纹病情况。结果表明,不同的杂交组合、同父本组合、同母本组合间抗病性差异显著,正反交组合之间差异不显著。试验初步筛选了抗病杂种株系150多份,对轮纹病抗性较强组合1个。

关键词: 苹果; 杂交一代; 轮纹病; 抗性; 遗传

中图分类号: S661.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2009)08-0105-04

Study on the Inheritance of Apple Resistance to Ring Spot Disease

YAN Zhen-li, ZHANG Heng-tao, ZHANG Quan-jun, ZHANG Shun-ni,
GUO Guo-nan, LIU Zhen-zhen
(Zhengzhou Fruit Research Institute, CAAS, Zhengzhou 450009, China)

Abstract: The inheritance of resistance to ring spot were studied using the parents (disease-resistant and susceptible cultivars) and their F₁ population, derived from 6 different cross combinations, by the methods of artificial inoculation for 3 years. The results showed that the difference of resistance to apple ring spot in cross combinations, homology male parent cross combinations and homology female parent cross combination was significant, but it wasn't significant in reciprocal cross combination. In addition, more than 150 F₁ hybrids were screened and one cross combination were selected in which the resistance to apple ring spot disease was stronger. The results could provide the foundation for apple breeding for disease resistant and mechanism for resistant to ring spot disease.

Key words: Apple; F₁ population; Ring spot disease; Resistance; Inheritance

苹果轮纹病由苹果轮纹病菌(*Botryosphaeria berengeriana* f. *piricola*)引起,该病主要发生在日本、朝鲜、韩国等国家,在中国危害也较重^[1]。我国黄河故道地区因夏季高温多雨,特别适合该病的发生和流行,给苹果生产带来了严重的损失。有关果树轮纹病的研究较多,但内容多集中于病理、病症方面^[2~7],国内目前仅有沙守峰^[8]作了苹果抗粗皮病遗传的报道,有关苹果杂种幼株对轮纹病的抗性还未见报道。在苹果品种对轮纹病抗性鉴定试验的基础上^[9],继续对1年生F₁植株的感病率、感病指数和抗病程度进行调查分析,旨在通过研究F₁对轮纹病的抗性,探讨我国苹果抗轮纹病遗传方式和特点,为抗病育种提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

利用前期的鉴定结果,分别在抗病与感病品种之中选取有代表性的2个品种作亲本。抗病亲本:北之幸、秦冠;易感病亲本:富士、华帅。共6个杂交组合:秦冠×北之幸、秦冠×富士、秦冠×华帅、富士×秦冠、富士×北之幸、华帅×秦冠、华帅×北之幸。2003年杂交,2004年春播种于日光温室内。

1.2 试验方法

1.2.1 病原菌制备 病原菌(*Botryosphaeria berngriana* f. *piricola*)由郑州果树所病害研究课题组提供,接种前取出少许菌种置于培养基内进行再

收稿日期:2009-03-30

基金项目:国家科技支撑项目(2008BAD92B01);国家苹果产业技术体系(NYCYTX-08-01-04)

作者简介:阎振立(1972-),男,河南睢县人,副研究员,主要从事苹果栽培与育种工作。E-mail:applecaas@yahoo.com.cn

培养, 得到所需菌丝。

1.2.2 接种 2004 年 7 月初, 选取 6 个组合生长势强的杂交单株, 接种均匀布满菌丝、面积为 0.7 cm² 的圆饼块, 用含有蒸馏水的脱脂棉包裹, 塑料薄膜带包扎保湿, 并在接种处做好标记, 每株接种 2 处。同时完成富士、华帅、秦冠、北之幸的接种工作。2005 年 8 月初在幼株枝干已经接种处上部继续接种, 方法同上。2008 年 6 月底, 在田间继续对保留下来的杂交单株 1 年生新梢继续进行接种, 每棵杂交单株上接种 5~6 个新梢, 每新梢接种 3~4 个菌饼, 接种方法同上。

1.2.3 调查 2004 年 12 月初调查第 1 次接种发病情况, 2006 年分别调查第 1、2 次发病状况, 2008 年 11 月调查第 3 次接种发病情况。按下述标准分级: 0 级: 皮孔没有明显变化; 1 级: 接种处个别皮孔轻微膨大; 2 级: 接种处多数皮孔膨大, 呈瘤状; 3 级: 接种处部分膨大的皮孔开裂, 呈腐烂状; 4 级: 接种处皮孔周围局部开裂, 枝条皮部呈块状腐烂。F₁ 植株统计中 0~2 级为抗病植株, 3~4 级为感病植株。田间自然发病情况的调查, 参考阎振立^[9] 的方法进行。计算感病率和病情指数。

感病指数 = 100 × (∑ (接种数 × 该接种处发病级数) / (总接种数 × 发病最高一级代表值))

2 结果与分析

2.1 亲本对轮纹病的抗性

用田间自然侵染和人工接种 2 种方法鉴定了亲本对轮纹病的抗性, 如表 1 所示。人工接种导致了枝条感病率的增加, 其亲本感病指数明显大于田间自然鉴定的感病指数。然而无论是在田间自然鉴定

或人工接种条件下, 富士、华帅 1 年生枝条的感病指数均大于秦冠和北之幸 1 年生枝条的感病指数, 差异达极显著水平。富士和华帅之间、秦冠和北之幸之间感病指数差异均不显著。与前期品种资源的鉴定结果相同, 富士、华帅 1 年生枝条表现感病, 秦冠、北之幸则表现抗病。

表 1 亲本 1 年生枝条对轮纹病的抗性

品种	感病指数		表现型
	田间自然鉴定	田间接种鉴定	
富士	42.86 aA	68.90 aA	感病
华帅	35.00 aA	65.00 aA	感病
秦冠	19.38 bB	49.19 bB	抗病
北之幸	18.33 bB	51.35 bB	抗病

2.2 不同组合 F₁ 对轮纹病的抗性

2.2.1 不同组合间 F₁ 对轮纹病抗性的表现 调查了秦冠 × 北之幸、秦冠 × 富士、秦冠 × 华帅、富士 × 秦冠、富士 × 北之幸、华帅 × 秦冠、华帅 × 北之幸等 6 个杂交组合共 1000 多株 1 年生 F₁ 对轮纹病的感染情况。结果表明, 6 个组合的 F₁ 出现不同数量的抗病植株(表 2), 各组合 F₁ 感病率为 83.29%~95.06%, 不同亲本组合间 F₁ 的轮纹病抗性差异显著。感病和抗病亲本组合富士 × 秦冠 F₁ 植株的轮纹病感染程度最重, 其杂种平均感病指数为 47.93, 抗病植株比例仅为 72.66%, 平均感病级次达 1.92 级。抗病亲本组合秦冠 × 北之幸 F₁ 植株的轮纹病发生程度最轻, 其杂种平均感病指数仅为 35.06, 抗病植株比例达 86.12%, 平均感病级次仅 1.40 级。其他组合间, 抗病程度也存在差异, 其发病程度介于此两组合之间。

表 2 F₁ 实生单株接种 5 个月后鉴定结果 (2004 年接种)

亲本组合	双亲平均感病指数	杂种平均感病率(%)	杂种平均感病指数	杂种株数(株)	抗病程度					F ₁ 抗病植株(%)	平均感病级次
					抗病			感病			
					0	1	2	3	4		
富士× 秦冠	59.05 aA	91.73 aA	47.93 aA	278	23	61	118	68	8	72.66 cB	1.92 aA
秦冠× 富士	59.05 aA	90.66 aA	45.08 aA	503	47	154	164	127	11	72.56 cB	1.80 bA
富士× 北之幸	60.13 aA	88.01 aA	42.21 abA	292	35	85	111	58	3	79.11 bA	1.69 cAB
华帅× 秦冠	57.10 aA	95.06 aA	41.73 bA	263	13	112	89	47	2	81.37 bA	1.67 cB
秦冠× 华帅	57.10 aA	89.27 aA	41.95 bA	261	28	77	115	40	1	84.29 abA	1.65 cB
秦冠× 北之幸	50.27 bB	83.29 bA	35.06 cB	353	59	143	102	48	1	86.12 aA	1.40 dC

表 2 与表 3 的结果变化较大, 说明除了调查的误差或者病菌的致病性差异外, F₁ 的抗性表现还受树龄和接种时间的影响。周增强等^[1] 研究发现, 幼嫩的枝

条容易感染 同一时间接种的 1 年生枝发病率为 60%, 2 年生枝发病率为 24%。研究还发现, 5—7 月是新梢发病的主要时期, 8 月接种的感染率明显下降。

表 3 F₁ 实生单株接种鉴定结果 (2005 年)

亲本组合	杂种平均感病率(%)	杂种平均感病指数	杂种株数(株)	抗病程度					F ₁ 抗病植株(%)	平均感病级次
				抗病			感病			
				0	1	2	3	4		
富士× 秦冠	83.93a	21.24a	193	31	160	2	0	0	100a	0.85a
秦冠× 富士	75.60b	19.19ab	377	92	280	5	0	0	100a	0.77b
富士× 北之幸	80.78ab	21.07a	281	54	217	10	0	0	100a	0.84a
华帅× 秦冠	79.92ab	20.29a	239	48	188	3	0	0	100a	0.81ab
秦冠× 华帅	77.11b	20.48a	249	57	180	12	0	0	100a	0.82ab
秦冠× 北之幸	63.97c	16.12b	286	103	181	2	0	0	100a	0.65c

2.2.2 同母本组合间 F₁ 对轮纹病抗性的表现 在人工接种鉴定下,同母本组合 F₁ 的抗病性表现出明显的差异,如表 2 和表 3 所示,秦冠×富士、秦冠×北之幸这两对组合中,母本同为抗病亲本秦冠,父本分别为感病品种富士和抗病品种北之幸,两亲本间平均感病指数差异极显著。相比而言,2 对组合间 F₁ 的平均感病率、平均感病指数、抗病植株比例、平均感病级次差异显著,表明两组合 F₁ 抗病程度差异较大,此结果说明 F₁ 的抗病性除了母性遗传趋势影响外,也与父本的抗性及其遗传能力有关。所以,抗

病育种选择亲本时不能忽视了父本的选择。

2.2.3 同父本组合间 F₁ 对轮纹病抗性的表现 人工接种条件下分析了同父本组合 F₁ 的抗病性,在富士×北之幸、秦冠×北之幸组合中(表 2~表 4),同为抗性父本北之幸,母本分别为感病亲本富士和抗病亲本秦冠,亲本平均感病指数间差异极显著。杂种平均感病率、平均感病指数、抗病植株比例、平均感病级次差异显著。说明同父本情况下,母本对 F₁ 的影响很大,再一次强调了母本选择在育种工作中的重要性。

表 4 F₁ 实生单株接种 21 个月 after 鉴定结果 (2004 年接种)

亲本组合	杂种平均感病率(%)	杂种平均感病指数	杂种株数(株)	抗病程度					F ₁ 抗病植株(%)	平均感病级次
				抗病			感病			
				0	1	2	3	4		
富士× 秦冠	99.34a	65.86ab	151	1	7	68	45	30	50.33d	2.63a
秦冠× 富士	100.00a	63.38b	306	0	22	154	75	55	57.51c	2.54ab
富士× 北之幸	100.00a	66.95a	258	0	24	94	81	59	45.73d	2.68a
华帅× 秦冠	100.00a	56.01c	186	0	3	141	36	6	77.41a	2.24b
秦冠× 华帅	99.46a	66.41a	185	1	22	64	53	45	47.02d	2.66a
秦冠× 北之幸	100.00a	58.69c	235	0	4	162	52	17	70.63b	2.35ab

2.2.4 正反交组合间 F₁ 对轮纹病抗性的影响 如表 2 至表 5 所示,在富士×秦冠、秦冠×富士和华帅×秦冠、秦冠×华帅这些组合中,富士、华帅为易感病亲本,秦冠为抗病亲本,亲本平均感病指数基本一致。只有在表 4 中出现了华帅×秦冠组合感病指数显著降低,抗病株率明显增加,感病级次最小的情况。其他年份接种的一年生杂交单株鉴定表明,两个正反交组合中虽然各抗性指标如杂种平均感病率、平均感病指数、抗病植株比例、平均感病级次不同,差异均不显著,说明在正反交组合中抗轮纹病程

度差异不大。这一点与沙守峰^[8]的研究结果有出入,这可能与杂交苗龄小,抗性不稳定有关。

2.2.5 浸染时间对 F₁ 轮纹病抗性的影响 从表 2 和表 4 可以看出,接种后不同时间的 F₁ 单株对轮纹病的抗性不同。接种 21 个月的结果与接种后 5 个月的结果相比,杂种平均感病率、平均感病指数、抗病植株比例、平均感病级次均有增大的趋势。这可能是由于原本轻度感染的枝条感染程度加剧,而且风力和浇灌等都能加大轮纹病的扩散,加速了枝条对轮纹病的感染。

表 5 F₁ 实生单株接种 5 个月后鉴定结果 (2008 年接种)

亲本组合	杂种平均 感病率(%)	杂种平均 感病指数	杂种株数 (株)	抗病程度					F ₁ 抗病 植株(%)	平均感 病级次
				抗病			感病			
				0	1	2	3	4		
富士× 秦冠	92.77 a	47.44a	180	14	40	88	38	1	78.88b	1.9a
秦冠× 富士	86.67ab	46.64a	270	37	105	67	49	12	77.41b	1.84ab
富士× 北之幸	88.97ab	43.54ab	245	30	85	87	41	5	82.44ab	1.71c
华帅× 秦冠	92.86a	42.06ab	210	15	80	77	37	1	81.90ab	1.69cd
秦冠× 华帅	90.17a	40.98b	224	22	79	80	35	8	80.80ab	1.62d
秦冠× 北之幸	82.74b	36.04c	226	39	75	78	31	3	84.96a	1.45e

3 讨论

对 F₁ 幼嫩枝条抗性研究发现, 不同组合对轮纹病的抗性存在明显差异, 同一组合的 F₁ 个体抗病性有较大的分离, 说明苹果对轮纹病的抗性可以通过亲本遗传给后代, 且对其抗性存在母性遗传的趋势。在秦冠× 富士、秦冠× 北之幸组合中, 母本同为抗病亲本秦冠, 父本分别为感病品种的富士和抗病品种北之幸, 两亲本平均感病指数间差异极显著, 两组合 F₁ 抗病程度差异较大, 表明除了母性遗传趋势影响外, 也与父本的抗性及其遗传能力有关。所以, 抗病育种时要选择抗病能力强、遗传性好的品种, 才能获得理想的育种效果。

果树病害的遗传研究比较困难。王跃进等^[10~12]在葡萄上做了很多抗病遗传研究, 也得到了比较理想的结果。关于苹果对轮纹病的抗性属于质量性状还是数量性状, 目前尚无报道。在其他病害上的遗传特点也存在不同的观点, 如苹果斑点落叶病, 有人认为是隐形单基因控制的^[13], 也有人认为是数量性状, 且含有主效基因^[14]。试验中仅对其 F₁ 代群体的表现进行了分析, 关于轮纹病遗传属于质量性状还是数量性状, 还需要进一步深入细致的研究, F₁ 自交和回交后代抗轮纹病的表现及分离, 需要继续深入研究。

参考文献:

[1] 周增强, 侯琿, 冯桂馨, 等. 苹果轮纹病枝条侵染时期研

究[J]. 果树学报, 2006, 23(6): 843—845.
[2] 徐圣友. 苹果粗皮病发病机理的研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2001.
[3] 叶优良, 张福锁, 于忠范, 等. 苹果粗皮病研究进展[J]. 果树学报, 2002, 19(1): 53—57.
[4] 李广旭, 沈永波, 高艳敏, 等. 皮孔组织结构及密度与苹果枝干粗皮病发生的关系[J]. 果树学报, 2004, 21(4): 350—353.
[5] 曹宗波, 刘新社. 7 种药剂防治苹果轮纹病田间药效试验[J]. 河南农业科学, 2005(8): 65—66.
[6] 曹文瑾, 杭海龙, 张冠鑫, 等. 中生菌素防治苹果轮纹病药效试验[J]. 河南农业科学, 2001(5): 34.
[7] 周增强, 冯桂馨. 8% 超邦生可湿性粉剂防治苹果轮纹病的效果[J]. 河南农业科学, 1999(3): 29.
[8] 沙守峰, 伊凯, 刘志, 等. 苹果抗粗皮病遗传研究[J]. 果树学报, 2005, 22(专刊): 94—97.
[9] 阎振立, 张全军, 张顺妮, 等. 苹果品种对轮纹病抗性的鉴定[J]. 果树学报, 2005, 22(6): 58—61.
[10] 王跃进, 贺普超. 中国葡萄属野生种叶片抗白粉病遗传研究[J]. 中国农业科学, 1997, 30(1): 19—25.
[11] 王跃进, 贺普超. 中国野生葡萄种间杂交 F₁ 代抗黑痘病遗传研究[J]. 果树科学, 1998, 15(1): 1—5.
[12] 王跃进, 张剑侠, 周鹏, 等. 中国野生葡萄抗白粉病基因的 RAPD 标记[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2001, 29(1): 1—5.
[13] 束怀瑞. 苹果学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
[14] 张坤, 富士、秦冠苹果对早期落叶病抗性的遗传分析[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(4): 128—130.