

梨种质资源对黑星病抗性评价

董星光, 田路明, 曹玉芬

(中国农业科学院果树研究所 / 农业部果树种质资源利用重点开放实验室, 辽宁兴城 125100)

摘要: 采用人工接种黑星病菌的方法, 对国家果树种质兴城梨资源圃保存的 197 份梨种质资源进行了抗病性鉴定, 结果表明: 不同梨种类发病率差异很大, 其中白梨和砂梨最易感病, 秋子梨和种间杂交选育品种较易感病, 新疆梨较抗病, 西洋梨最抗病; 对病情指数在各梨种类分布进行了分析; 在白梨、砂梨、秋子等各系统分别筛选出黄鸡腿、甩梨、酸梨、锦香等一批抗病资源; 对田间自然感病与人工接种感病结果进行了比较。

关键词: 梨; 种质资源; 黑星病; 抗病性

Evaluation of Resistance to Scab in Pear Germplasms

DONG Xing-guang, TIAN Lu-ming, CAO Yu-fen

(Research Institute of Pomology, Chinese Academy of Agricultural Sciences / Key Laboratory of Fruit Germplasm Resources Utilization, Ministry of Agriculture, Xingcheng, Liaoning 125100)

Abstract: The resistance to pear scab of 197 pear cultivars in national pear germplasm repository was evaluated by artificial inoculation of *Venturia nashicola*. The results showed that the morbidity of different pear varieties varied widely. Chinese white pear cultivars (*Pyrus bretschneideri* Rehd.) and sand pear cultivars (*P. pyrifolia* (Burm.f.) Nakai) were the most susceptible to scab. Ussurian cultivars (*P. ussuriensis* Maxim.) and *Pyrus* hybrid cultivars were the second most susceptible to scab. Xinjiang pear cultivars (*P. sinkiangensis* Yü) were resistant to scab. European pears cultivars (*P. communis* L.) were the most resistant to scab. The distribution of disease index in pear cultivars was analyzed. Huangjitui, Shuaili, Suanli, Jinxiang, and a number of resistant resources were identified and the disease susceptibility results between natural occurrence and artificial inoculation were compared.

Key words: Pear; Germplasm; Scab; Disease resistance

梨黑星病又叫疮痂病、黑霉病, 是生产上重要病害之一, 在我国南北方均有发生, 辽宁、河北、山东、陕西、河南、山西等主要产区危害十分严重。主要危害叶片和果实, 被害叶片背面主脉或支脉两侧及叶柄形成黑色霉层, 引起梨树早期大量落叶; 被害果实果面形成大量黑色霉斑, 病斑处不能正常膨大, 致果实畸形, 严重影响梨果的产量和品质, 给梨产业造成极大的损失。目前, 梨黑星病的防治主要采取化学防治, 由于农药的频繁使用, 致使病菌的耐药性增强, 防治效果降低, 更重要的是造成环境污染, 损害人类健康。选择抗病品种防治黑星病是最根本、最经济有效的应对方法。目前国内外学者在梨黑星病原菌^[1]、生理

小种^[2-4]、梨品种抗病性^[5]、抗病遗传规律^[6-8]及抗病机理^[9-14]等方面进行了较为深入的研究, 但梨种质资源抗黑星病鉴定评价方面研究只有少量开展, 本研究对 197 份梨种质资源进行了接种鉴定, 以期了解我国梨种质资源的抗病性特点, 为抗黑星病育种以及病害重灾区品种选择提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

2009 -2010 年连续两年在国家果树种质兴城梨资源圃, 对 197 份梨种质进行黑星病抗性评价, 其中白梨 80 份、砂梨 61 份、秋子梨 14 份、种间杂交选育

收稿日期: 2011-07-22 修回日期: 2012-01-16

基金项目: 国家梨产业技术体系建设专项(ncytx-29-2); 农作物种质资源保护与利用项目(NB2011-2130135-35)

作者简介: 董星光, 硕士, 研究方向为果树种质资源。E-mail: dongxingguangde@126.com

通讯作者: 曹玉芬, 博士, 研究员, 研究方向为果树种质资源。E-mail: yufencaas@263.com

品种 17 份、新疆梨 11 份、西洋梨 14 份。抗性评价在资源圃更新区内进行,评价植株为 30 年生大树,生长环境及田间管理条件一致,当年不施用任何杀菌剂,每品种选 2 株,每株接种 10 枝 1 年生新梢。人工接种所用病菌采自福建福州。

1.2 方法

1.2.1 抗病性接种鉴定方法 人工接种感病鉴定: 采摘梨黑星病第 1 批发病的病叶,用毛笔刷取叶背面的孢子,置于盛有蒸馏水的烧杯中,用显微镜测定孢子浓度。接种浓度为 10^5 个/ml。分别在 2009 年和 2010 年 5 月,在国家果树种质兴城梨资源圃对 197 份种质接种黑星病,挑选 1 年生幼嫩枝条喷雾分生孢子悬浮液至淋湿程度,然后套袋放入棉球保湿,2~3d 待病菌侵入后撤袋。45d 左右梨黑星病发病进入稳定期后,参考《梨种质资源描述规范和数据标准》^[3] 对病情指数进行调查。

自然感病鉴定: 分别于 2009 年和 2010 年 7 月下旬,辽宁兴城梨黑星病进入自然发病盛期时,对国家果树种质兴城梨资源圃更新区 197 份梨种质,参考《梨种质资源描述规范和数据标准》进行黑星病自然感病病情指数调查。

1.2.2 抗性评价指标 病情分为 9 级(0 级: 叶片无病斑; 1 级: 叶片有针点病斑或病斑占叶片面积的 10% 以下; 3 级: 病斑占叶片面积的 11%~25%; 5 级: 病斑占叶片面积的 26%~40%; 7 级: 病斑占叶片面积的 41%~65%; 9 级: 病斑占叶片面积的 65% 以上)。

表 1 梨品种黑星病病情指数

Table 1 Disease index of scab in pear cultivar accessions

名称 Name	种类 Species	田间自然 发病指数(%) Field natural disease index	人工接种 病情指数(%) Manual in culated disease index	抗性评价 Disease resistance
黄酥霉	B	1.1	10.1	R
酥霉梨	B	5.2	42.5	M
红酥霉	B	0.2	14.5	R
黄县长把	B	57.4	75.2	HS
黄县秋梨	B	23.1	51.2	S
栖霞小香水	B	15.6	31.4	M
晋蜜	B	15.6	57.3	S
晋酥	B	66.3	76.8	HS
崇化大梨	B	22.1	45.2	S
甜鸭梨	B	75.2	88.6	HS
香茢	B	11.3	63.2	S
猪嘴	B	0.4	11.2	R
黄鸡腿	B	0.2	0.6	HR

名称 Name	种类 Species	田间自然 发病指数(%) Field natural disease index	人工接种 病情指数(%) Manual in culated disease index	抗性评价 Disease resistance
延边碾子	S	10.1	42.1	S
大叶雪	S	2.1	10.3	R
延边磨盘	S	0.21	5.2	HR
丰水	S	0.31	31.2	M
金水	S	13.6	42.5	S
花红	S	3.4	13.4	R
石井早生	S	4.6	25.3	M
明江	S	2.1	13.5	R
细皮	S	3.5	15.36	R
鹅酥	S	2.2	17.8	R
鸭蛋青	S	0.5	18.5	R
香面	S	22.1	39.8	M
朝日	S	0.9	8.9	HR

病情指数(SI) = $\sum \text{病叶数量} \times \text{代表级数} / 9 \times \text{总叶片数} \times 100$;

群体对黑星病的抗性分为 5 级: 高抗(HR): SI < 10.0; 抗病(R): $10 \leq \text{SI} < 25.0$; 中抗(MR): $25.0 \leq \text{SI} < 40.0$; 感病(S): $40 \leq \text{SI} < 65.0$; 高感(HS): $\text{SI} \geq 65.0$ 。

2 结果与分析

2.1 不同梨种类间抗病性比较

不同的梨种类对黑星病抗性存在较大差异。白梨和砂梨最易感病,在调查的 80 份白梨资源中,18 份表现感病(S),16 份高度感病(HS),感病种质占到总数的 42.5%,人工接种病情指数平均为 39.4%;在 61 份砂梨品种中,18 份表现感病(S),1 份高度感病(HS),感病种质占到总数的 31.15%,病情指数平均为 28.2%;秋子梨和种间杂交品种较易感病,在调查的 14 份秋子梨资源中,3 份表现感病(S),1 份高度感病(HS),感病种质占到总数的 28.57%,病情指数平均值 32.0%;在调查的 17 份杂交品种中,4 份表现感病(S),1 份高度感病(HS),感病种质占到总数的 29.41%,病情指数平均为 26.2%;新疆梨较抗病,在调查的 11 份新疆梨资源中,只有 2 份表现中度感病,病情指数平均为 8.85%;西洋梨最为抗病,在调查的 14 份西洋梨资源中,9 份表现为免疫,病情指数平均为 9.75%。供试的梨品种黑星病病情指数情况见表 1。

续表

名称	种类	田间自然 发病指数(%)	人工接种 病情指数(%)	抗性评价 Disease resistance	名称	种类	田间自然 发病指数(%)	人工接种 病情指数(%)	抗性评价 Disease resistance
Name	Species	Field natural disease index	Manual in culated disease index		Name	Species	Field natural disease index	Manual in culated disease index	
鸭梨 3 号	B	81.2	89.9	HS	冬大	S	0.2	3.5	HR
金坠子	B	34.5	66.1	HS	盐源油芝麻	S	45.1	60.2	S
栖霞大香水	B	24.5	42.1	S	铁皮	S	45.3	60.2	S
白瓢	B	0.6	19.7	R	桑美	S	30.1	50.2	S
红皮鸡蛋	B	21.2	40.1	S	惠阳红梨	S	0.1	4.2	HR
大理鸡腿	B	45.1	65.2	HS	蒲瓜	S	0.3	10.1	R
海城茢	B	0.5	17.3	R	金水 3 号	S	12.5	35.6	M
金花 4 号	B	12.1	22.5	R	迟咸丰	S	3.2	13.5	R
绥中马蹄黄	B	12.3	25.1	M	雁荡雪	S	0.3	3.5	HR
胎黄	B	43.5	67.3	HS	长把酥	S	0.4	12.5	R
冬黄	B	35.1	46.4	S	牛头	S	82.1	92.2	HS
香椿	B	2.0	13.2	R	硬雪	S	26.7	40.2	S
金花 1 号	B	3.5	20.1	R	甩梨	S	0.2	3.2	HR
短把鸡腿	B	5.6	13.1	R	清玉	S	0.3	38.2	M
秦丰	B	3.4	33.2	M	严州雪	S	0.2	10.2	R
油瓶	B	55.3	76.5	HS	翠伏	S	5.6	60.4	S
汉源白	B	5.6	12.3	R	惠水金盖	S	8.9	25.6	M
蜜酥	B	12.3	23.5	R	黄皮水芽变	S	0.3	4.2	HR
红梨	B	6.3	28.6	M	大宝珠	S	3.1	16.2	R
鹅黄	B	10.2	31.2	M	香麻	S	4.5	26.4	M
马蹄黄	B	4.5	15.6	R	青皮钟	S	1.1	12.1	R
赵县大鸭梨	B	88.9	96.8	HS	灌阳雪 9 号	S	32.2	46.2	S
海棠酥	B	8.9	26.8	M	奎星麻壳	S	12.5	28.2	M
冰糖	B	0.1	6.5	HR	细把清水	S	1.5	10.2	R
青梨	B	2.1	12.1	R	饼子	S	5.6	20.4	R
明丰	B	23.1	46.8	S	棕包	S	5.6	17.4	R
硬枝青	B	6.9	25.1	M	黄皮	S	6.7	26.4	M
鹅梨	B	5.6	28.5	M	水晶	S	1.3	25	M
软枝青	B	8.2	26.3	M	昆明麻	S	12.2	20.5	R
芝麻酥	B	30.1	50.1	S	软儿	U	5	26	M
青皮蜂蜜	B	21.4	45.2	S	麦梨	U	3	63%	S
雪山 1 号	B	5.3	26.5	M	小核白	U	2	30.1	M
石榴嘴	B	23.5	51.2	S	延边谢花甜	U	12.3	25.3	M
馨香蜂蜜	B	0.2	26.4	M	皮胎果	U	4.2	31.2	M
鸡爪黄	B	15.3	38.6	M	酸梨	U	0.42	4.8	HR
雪花	B	52.2	68.3	HS	马奶香	U	0.89	39.58	M
垂直鸭梨	B	85.3	90.2	HS	福安尖把	U	21.2	33.6	M
银白	B	45.2	64.3	S	鸭广	U	84.5	87.5	HS
泾川	B	5.3	17.2	R	白香水	U	12.1	31.2	M
西降坞	B	0.2	13.1	R	西昌后山梨	U	5.6	42.1	S
博山池	B	20.3	40.2	S	延边龙井	U	18.6	35.6	M
济南小黄梨	B	24.5	65.7	HS	黄面	U	22.1	46.2	S
早酥	B	5.8	20.1	R	青面	U	5.4	14.1	R
懋功	B	5.7	26.1	M	红秀 2 号	Z	26	41	S

续表

名称	种类	田间自然 发病指数(%)	人工接种 病情指数(%)	抗性评价 Disease resistance	名称	种类	田间自然 发病指数(%)	人工接种 病情指数(%)	抗性评价 Disease resistance
Name	Species	Field natural disease index	Manual in culated disease index		Name	Species	Field natural disease index	Manual in culated disease index	
小花	B	32.4	52.3	S	伏香	Z	0.3	3.5	HR
秦酥	B	0.3	14.1	R	秋香	Z	0.74	16.2	R
早旺	B	30.2	65.3	S	早酥香	Z	65.2	89.2	HS
红雪梨	B	22.0	68.2	S	武巴	Z	0.12	2.1	HR
济南小白梨	B	24.1	42.1	S	武香	Z	0.22	3.1	HR
麻瓢	B	10.2	26.3	M	柠檬黄	Z	0.3	1.2	HR
紫酥	B	18.3	30.4	M	苹香	Z	45.3	63.2	S
得胜香	B	22.3	38.6	M	龙香	Z	16.2	29.3	M
大梨	B	10.2	16.2	R	早白	Z	11.5	29.6	M
红麻槎	B	22.1	55.2	S	脆丰	Z	32.1	52.3	S
黄麻槎	B	22.5	35.2	M	早梨	Z	40.3	58.3	S
沙河雪	B	55.2	68.2	HS	早香 2 号	Z	1.2	10.2	HR
天生伏	B	6.2	14.2	R	锦香	Z	0.1	0.3	HR
白皮鸡蛋	B	5.1	13.2	R	秋甜	Z	1.5	10.2	R
伏梨	B	55.2	75.6	HS	向阳红	Z	0.3	25.2	M
怀来大鸭梨	B	86.2	90.2	HS	北丰	Z	0.1	10.2	R
少皮孔鸭梨	B	12.3	24.3	R	油饺团	X	26	38	M
大水核	B	12.4	26.4	M	兰州长把	X	0.4	1	HR
兴隆麻	B	32.1	68.2	HS	武威冰珠	X	0.4	1	HR
安宁早	B	5.6	17.1	R	昆切克	X	0.4	1	HR
连云港黄梨	B	5.2	26.3	M	花长把	X	0.56	33.45	M
金花梨原株	B	16.5	34.1	M	武威猪头	X	0.6	1.2	HR
青皮糙	B	0.11	3.1	HR	武威香蕉	X	0.33	2.1	HR
延边大黄	S	7.2	38.9	M	其力阿木提	X	0.68	6.9	HR
甜酸	S	12.2	62.2	S	窝窝梨	X	0.3	1.2	HR
洞冠	S	0.42	59.3	S	猪头	X	0.32	5.3	HR
沙县大麻	S	0.33	4.5	HR	黄麻梨	X	0.1	6.2	HR
黄金	S	1.2	52.3	S	局特路易斯	C	6.5	36.2	M
早翠	S	2.3	35.6	M	特雷沃	C	0.26	23.4	R
长把	S	25.1	45.2	S	安乔	C	11.2	22.1	R
红香	S	21.5	45.3	S	达马列斯	C	0	0	HR
红粉	S	0.68	15.3	R	克拉代德华	C	0	0	HR
小斤	S	32.5	61.5	S	白皮洋	C	0	32.5	M
江湾白梨	S	21.2	40.1	S	洋白	C	0	0	HR
杭红	S	2.3	12.3	R	秋洋	C	0	0	HR
安徽雪梨	S	17.4	34.5	M	圆香蕉	C	0	0	HR
安农 1 号	S	41.2	58.6	S	高丽慈	C	0	0	HR
巴克斯	S	21.4	40.5	S	珍尼阿	C	0	0	HR
粗皮酥	S	19.8	40.3	S	肯费恩泊尔	C	0	0	HR
江湾糖梨	S	0.13	5.2	HR	Cure	C	11.2	22.3	R
甜橙子	S	0.21	3.2	HR	秋茄	C	0	0	HR
延边明月	S	0.33	6.5	HR					

B: 白梨; S: 砂梨; U: 秋子梨; Z: 种间杂交品种; X: 新疆梨; C: 西洋梨

B: Chinese white pear cultivars; S: Sand pear cultivars; U: Ussurian cultivars; Z: *Pyrus* hybrid cultivars; X: Xinjiang pear cultivars; C: common pear cultivars

2.2 梨病情指数频率分布

不同梨种类病情指数频率分布如图 1 所示,白梨人工接种病情指数分布在 0.3% ~ 96.8%,病情

指数在 10.0% ~ 30.0% 之间分布最多,占总数的 42.5%,其次是 60.0% ~ 70.0% 占总数的 13.75%,70.0% ~ 100.0% 的资源最少,只占总数

的 11.25%。砂梨人工接种病情指数分布在 3.2%~92.5%，病情指数在 0~20.0% 之间分布最多，占总数的 44.27%；病情指数在 50.0%~100.0% 之间分布较少，只占总数的 16.39%。秋子梨人工接种病情指数在 30.0%~40.0% 之间分布最多，占总数的 43.0%；病情指数在 50.0%~100.0% 之间分布较少，只占总数的 7.0%。种间杂交种人工接种病情指数 0~30.0% 之间分布最多，占总数的 70.6%；其次分布在 40.0%~70.0%，占总数的 23.5%；病情指数在 70.0%~

100.0% 之间分布最少，只占总数的 5.9%。新疆梨人工接种病情指数主要分布在 0~10.0% 和 30.0%~40.0%，分别占总数的 81.8% 和 18.2%。西洋梨人工接种病情指数为 0 的有 9 份，占总数的 64.3%，病情指数 20.0%~40.0%，占总数的 35.7%。全部 197 份梨种质资源感病指数的变异系数为 77.90%。由此可见，我国现保存的梨种质资源抗黑星病性状上的多样性程度很高，具有丰富抗感病基因源，这些基因是梨抗病遗传育种和科学研究的必要材料。

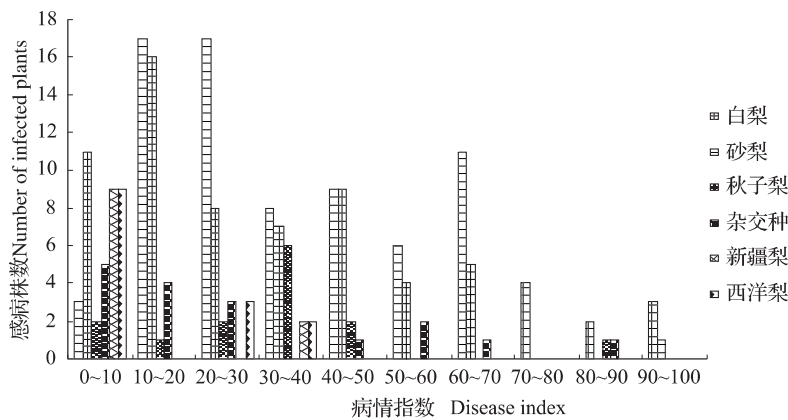


图 1 不同梨种类病情指数频率分布图

Fig. 1 Frequency distribution of disease index in 6 pear species

2.3 抗病资源的筛选

根据病情指数筛选出高度抗病的东方梨品种有白梨系的黄鸡腿、青皮糙、冰糖、黄酥霉、猪嘴、青梨、汉源白；砂梨系的甜橙子、电梨、冬大、雁荡雪、惠阳红梨、黄皮水芽变、沙县大麻、江湾糖梨、延边磨盘、延边明月、朝日；秋子梨系的小核白、延边谢花甜、酸梨、福安尖把、延边龙井；新疆梨系的兰州长把、武威冰珠、昆切克、花长把、武威猪头、武威香蕉、其力阿木提、窝窝梨；种间杂交选育品种的伏香、秋香、武巴、武香、柠檬黄、锦香，这些材料为抗梨黑星病育种提供了可靠的抗源。在分析中发现种间杂交品种的亲本或是西洋梨品种或与西洋梨有亲缘关系，如伏香、秋香的父本 56-11-155 与洋梨身不知有亲缘关系，武巴、武香分别由洋梨巴梨、冬香梨实生而来，而柠檬黄、锦香的父本也都是西洋梨。汤浩茹等^[7]通过对 6 对西洋梨及其杂种作亲本的杂交试验，显示后代中抗病植株的比率都很高，最高可达 100%，最低的可达 85.71%。由此可见选用西洋梨或具有西洋梨亲缘的品种做亲本是选育梨抗黑星病品种的有效途径。

表 2 梨抗病种间杂交品种选育亲本

Table 2 The breeding parents of resistance *Pyrus* hybrid varieties

品种 Variety	选育亲本 Breeding parents
伏香	龙香 × 56-11-155(身不知 × 混合花粉)
秋香	59-89-1 × 56-11-155(身不知 × 混合花粉)
武巴	巴梨实生
武香	冬香梨实生
柠檬黄	京白梨 × 西洋梨
锦香	南果梨 × 巴梨

2.4 田间自然感病与人工接种结果比较分析

人工接种与自然感病病情指数相比，平均值上升 16.04%，个别品种如丰水、洞冠、黄金、早翠、清水、翠伏、马奶香等，自然状态下表现为高抗，但人工接种条件下表现感病或高感，说明自然条件下选择压不够，品种抗病性表现为相对性。另外，对各品种自然感病情况与人工接种结果做了相关性分析，结果显示：人工接种条件下平均病情指数与在田间自然条件下的病情指数相关系数 $R = 0.8741$ ，两者呈显著相关，且连续两年的接种结果较为稳定，说明喷雾人工接种是比较可靠、有效的抗病鉴定方法。

3 讨论

目前黑星病抗性基因遗传性有多种说法,多数认为是由主效单基因控制的显性基因^[14],苹果上已确定 *Vf*、*Vr*、*Vb*、*Vbj*、*Vm*、*Va* 等^[17-20] 多个抗病基因,而梨抗黑星病基因研究却极为欠缺,Terakami 等^[21] 将日本梨 kinchaku 中抗黑星病基因命名为 *Vnk*,认为 *Vnk* 和 *Vf* 一样均在第 1 连锁群。果树的抗病性往往会由于病原菌发生分化后而丧失。Gessler 等^[22] 认为采用多个抗性基因则可以有效提高抗病持久性,解决品种抗性易丧失的问题。发掘不同抗病基因的前提是了解致病菌的生理分化,以及确定用于筛选的不同生理小种的鉴定寄主。梨黑星菌的种内存在不同的生理小种。中国梨品种上的黑星菌属于 *Venturia nashicola*。范燕萍等^[23] 对四川、浙江、安徽、河北、辽宁等地不同梨品种采集的 6 个梨黑星菌的单孢分离物,利用菌体酯酶同工酶测定,认为在我国栽培梨上的黑星菌存在生理分化,并将其分为 4 个类型。沈言章等^[24] 将河北、江苏、四川等地不同梨品种上分离到的 12 个梨黑星菌(*Venturia nashicola*)的单孢菌株划分为 5 个分化类型。汤浩茹等^[25] 将河北鸭梨、浙江菊花梨、上海菊花梨、四川乐山鸭梨、苍溪梨、幸水梨、丰水梨和四川雅安鸭梨 8 个品种上的黑星病菌株划分为 5~6 个分化类型。寄生在西洋梨的黑星菌(*Venturia pirina*)同样存在寄主专化性和不同的生理小种或生物型,Chevalier 等^[26] 证明了 *Venturia pirina* 中生理小种的存在。本试验采用人工接种黑星病菌的方式,对我国梨种质资源黑星病抗性进行了评价,并对其抗性分布进行细致的分析,在以后研究中还将选用我国不同地区菌种接种,拟在生理小种及鉴定寄主筛选方面开展进一步研究,这对于梨抗黑星病基因的发掘,以及抗病育种意义深远。另外,东方梨和西洋梨的黑星病侵染属于不同的生理小种,*Venturia nashicola* 只侵害东方梨,不侵害西洋梨,而 *Venturia pirina* 的侵害与前者相反,然而试验中发现:白皮洋、Cure、安乔、特雷沃、局特路易斯等西洋梨品种却出现轻微感病症状,其他大部分西洋梨都没有感病,对于这一现象有待进一步研究和探讨。

参考文献

- [1] Tanaka S, Yamamoto S. Studies on pear scab II: taxonomy of the causal fungus of Japanese pear scab [J]. Ann Phytopathol Soc Jpn, 1964, 29: 128-136
- [2] Ishii H, Yanase H. *Venturia nashicola*, the scab fungus of Japanese and Chinese pears: a species distinct from *V. pirina* [J].

- Mycol Res, 2000, 104(6): 755-759
- [3] Adachi Y, Ishii H, Jeki H. Ribosomal DNA ITS analysis of scab fungus of pear species [J]. Ann Phytopathol Soc Jpn, 1998, 64: 342
- [4] 罗文华, 冷怀琼. 梨品种对黑星病的抗病性研究 [J]. 四川农业大学学报, 1990, 8(2): 141-146
- [5] Crane M B, Lewis D. Genetical studies in pears V. vegetative and fruit characters [J]. Heredity, 1949, 3: 85-97
- [6] 蒲富慎. 梨的一些形状遗传 [J]. 遗传, 1979, 1(1): 25-28
- [7] 汤浩茹, 冷怀琼. 梨黑星病的抗性育种研究 [J]. 四川农业大学学报, 1993, 11(2): 266-272
- [8] Abe K, Kotobuki K, Saito T, et al. Inheritance of resistance to pear scab from European pears to Asian pears [J]. J Jpn Soc Hort Sci, 2000, 69(1): 1-8
- [9] Siebs E. Investigations on scab resistance in pears, 3: an indication of the chemical basis for resistance to leaf scab in German [J]. Phytopathol, 1955, 23: 37-48
- [10] 宋轶, 冷怀琼, 余师珍. 梨酚类代谢与抗黑星病关系的研究. I. 总酚及 OD 酚与抗黑星病的关系 [J]. 四川农业大学学报, 1991, 9(2): 285-290
- [11] Park P, Ishii H, Adachi Y. Infection behavior of *Venturia nashicola*, the cause of scab on Asian pears [J]. Phytopathol, 2000, 90(11): 1209-1216
- [12] 李保华, 赵美琦. 梨叶抗黑星病作用机制研究 [J]. 莱阳农学院学报, 2003, 20(3): 187-188
- [13] Faize M, Sugiyama T, Faize L, et al. Polygalacturonase-inhibiting protein (PGIP) from Japanese pear: possible involvement in resistance against scab [J]. Physiol Mol Plant Pathol, 2003, 63: 319-327
- [14] Faize M, Faize L, Koike N. Acibenzolar-S-methyl-induced resistance to Japanese pear scab is associated with potentiation of multiple defense responses [J]. Phytopathology, 2004, 94(6): 604-612
- [15] 曹玉芬, 刘凤之, 胡红菊, 等. 梨种质资源描述规范和数据库标准 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2006
- [16] 董星光, 方成泉, 王斐. 梨抗黑星病 AFLP 标记筛选 [J]. 植物病理学报, 2010, 40(5): 552-555
- [17] Hough I F, Shay J R, Dayton D F. Apple scab resistance from *Malus floribunda* Sieb [J]. Proc Am Soc Hort Sci, 1953, 62: 341-347
- [18] Dayton D F, Williams E B. Independent genes in *Malus* for resistance to *Venturia inaequalis* [J]. Proc Am Soc Hort Sci, 1968, 92: 89-94
- [19] Dayton D F, Williams E B. Additional allelic genes in *Malus* for scab resistance of two reaction types [J]. J Am Soc Hort Sci, 1970, 95: 735-736
- [20] Lespinasse Y. Three genes, resistance mechanisms. present work and prospects [J]. IOBC-WPRS Bull, 1989, 12: 100-115
- [21] Terakami S, Shoda M, Adachi Y, et al. Genetic mapping of the pear scab resistance gene *Vnk* of Japanese pear cultivar Kinchaku [J]. Theor Appl Genet, 2006, 113: 743-752
- [22] Gessler C. Results of plant breeding during the last decade in relation to resistance against pathogens [J]. Plant Breeding, 1994, 118(2): 183-186
- [23] 范燕萍, 冷怀琼. 梨黑星菌(*Venturia nashicola*)生理分化的初步研究 [J]. 云南农业大学学报, 1989, 4(3): 231-236
- [24] 沈言章, 张斌. 中国梨黑星菌(*Venturia nashicola*)致病性分化的研究 [J]. 四川农业大学学报, 1993, 11(3): 282-286
- [25] 汤浩茹, 王永清, 邓群仙. 生物间遗传学在梨品种与梨黑星菌相互作用中的应用研究 [J]. 果树科学, 1998, 15(3): 223-227
- [26] Chevalier M, Bernard C, Tellier M, et al. Variability in the reaction of several pear (*Pyrus communis*) cultivars to different inoculation of *Venturia pirina* [J]. Acta Hort, 2004, 663: 177-181