

苹果种质资源果实轮纹病抗性的评价

张玉经¹, 王 昆², 王 忆¹, 韩振海¹, 高 源², 许雪峰^{1,*}, 张新忠^{1,*}

(¹中国农业大学农学与生物技术学院, 园艺植物研究所, 北京 100193; ²中国农业科学院果树研究所, 辽宁兴城 110125)

摘 要: 利用 5 个不同来源的苹果轮纹病菌株, 对 279 份苹果种质资源的果实抗病性进行室内接种鉴定。结果表明: 不同种质资源在果实的发病率、潜伏期和病斑大小上均存在极显著差异; 同一种质资源分别接种 5 种轮纹病菌, 在发病率、潜伏期和病斑大小上也存在显著差异。对抗病性指标进行相关性分析, 多数菌株的各个抗病指标间都存在显著相关性。通过综合抗性筛选, 发现‘珍宝’、‘金沙依拉姆’和‘红玉’为高抗材料; ‘詹姆斯格里斯’、‘红夏’、‘耍红’、‘伊朗桃苹’、‘超等蔷薇’和‘极早红’为高感材料。

关键词: 苹果; 种质; 果实轮纹病菌; 抗病性

中图分类号: S 661.1

文献标识码: A

文章编号: 0513-353X (2010) 04-0539-08

Evaluation of Resistance to Fruit Ring Rot for Apple Germplasms

ZHANG Yu-Jing¹, WANG Kun², WANG Yi¹, HAN Zhen-hai¹, GAO Yuan², XU Xue-feng^{1,*}, and ZHANG Xin-zhong^{1,*}

(¹*Institute for Horticultural Plants, China Agricultural University, Beijing 100193, China;* ²*Institute for Pomology, China Academy of Agricultural Sciences, Xingcheng, Liaoning 110125, China*)

Abstract: The resistance of 279 apple germplasm accessions to apple ring rot was evaluated by inoculation with 5 strains of *Botryosphaeria berengeriana* de Not. f. sp. *piricola*. Significant differences in the infection rate, the latent period and the diameter of the spot were detected among accessions. The infection rate, the latent period and the diameter of the spot of the same germplasm differed significantly after inoculations with different pathogen strains. The correlations between resistant parameters were highly significant in response to most pathogen strains. In the screening test for multiple disease resistance, ‘Zhenbao’, ‘Gold Sailam’ and ‘Jonathan’ performed as comprehensive high resistant, but ‘Red Summer’, ‘James Grieve’, ‘Shuahong’, ‘Ирландское Персиковое’, ‘Chaodeng Qiangwei’ and ‘Jizaohong’ were high susceptible.

Key words: apple; germplasm; *Malus*; *Botryosphaeria berengeriana* de Not. f. sp. *piricola*; disease resistance

苹果轮纹病是亚洲地区苹果生产上的主要病害之一。苹果轮纹病菌 (*Botryosphaeria berengeriana* de Not. f. sp. *piricola*) 既侵染果实, 也侵染枝干。苹果不同种质资源果实对轮纹病的抗

收稿日期: 2009 - 11 - 23; 修回日期: 2010 - 03 - 01

基金项目: 国家公益性行业 (农业) 科研专项 (3-22, nyhyzx07-24); 现代苹果产业技术体系项目 (nycytx-08); 北京市果树逆境生理与分子生物学重点实验室项目

* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: zhangxinzhong999@126.com)

性存在明显差异。对苹果轮纹病田间自然发病调查发现,生产上的主栽品种如富士、金冠、元帅、国光均为感病品种,而鸡冠表现为高抗(陈策,1999;沙守峰等,2005)。孙楚等(1993)对果实进行接种,根据烂果率划分,发现首红、新红星、国光、淄博短枝抗病性强,坂田津轻、王林、新乔纳金、千秋、津轻、金矮生、金冠、发现、红月等品种十分感病,玫瑰红、金晕、甜黄魁、北之幸等中等抗病。

同一材料对不同菌株往往表现出不同的抗病性,因轮纹病病菌有不同的寄主背景、来源地、侵染特征而在致病力上显出差异(张愈学等,1995)。但苹果的种质资源对这些不同的轮纹病菌株是否存在抗性的差异,尚未见报道。

选用5种不同来源的苹果轮纹病菌株,对279份苹果种质资源的果实进行接种,并从轮纹病在果实上的潜伏期、发病率和病斑大小等3个指标进行抗病性分析,研究苹果种质资源对轮纹病的抗性,以期筛选出抗苹果轮纹病的资源。

1 材料与方法

1.1 苹果材料及菌株材料

2008年7—11月,以中国农业科学院果树研究所国家苹果种质资源圃的279份苹果种质资源为材料,每份材料随机采16个当季成熟无病虫害危害的果实。

接种用5种轮纹病菌株由国家公益性行业(农业)科研专项3-22项目组提供,分别为:MX1,采自陕西眉县富士的枝干;LS1,采自山东莱阳水沐头富士枝干小瘤;ZZ26,采自河南郑州十里铺富士枝干小瘤;LW023,采自山东烟台海阳富士枝干;LW048,采自辽宁瓦房店国光枝干。5种菌株保存于4℃的PSA培养基(蔗糖20g、琼脂18~20g、马铃薯200g、蒸馏水1000mL)中,接种前1周在28℃条件下用PSA培养基扩繁,备用。

1.2 试验方法

取生长均一的菌丝培养物,连同培养基用直径7mm打孔器采下菌饼。对采收的果实,用70%酒精进行表面消毒后,将菌饼正面平贴在果面上,透明胶布密封固定。接种后的果实置28℃培养箱内培养。每份种质资源材料每菌株接种3个果实,每果接种5个菌饼,重复3次,以无菌培养基样作对照。

从接种当日起,每日调查,15d调查结束。根据所记录的发病日期和每日的病斑大小,分别计算以下指标:潜伏期(果实接种病菌到病症出现的天数,d);发病率(果实接种轮纹病菌15d后的发病点数/接种点数,%);病斑大小(调查结束时发病病斑的平均直径,mm)。

2 结果与分析

2.1 不同种质资源、不同菌株接种后发病率的差异

279份材料接种后有278份表现为不同程度发病,平均发病率为41.7%;其中‘红夏’和‘黄姑娘’的发病率达到100%,‘金沙依拉姆’、‘红肉苹果’和‘红玉’表现为高抗,发病率仅为1.3%,而‘珍宝’完全不发病。

对不同成熟期的种质资源而言,晚熟品种的果实接种后发病率较低,一般在40%以下;早熟品种的果实发病率较高,0~100%都有分布,且多数分布在60%以上;中熟品种果实的发病率分布则

介于两者之间（图 1）。

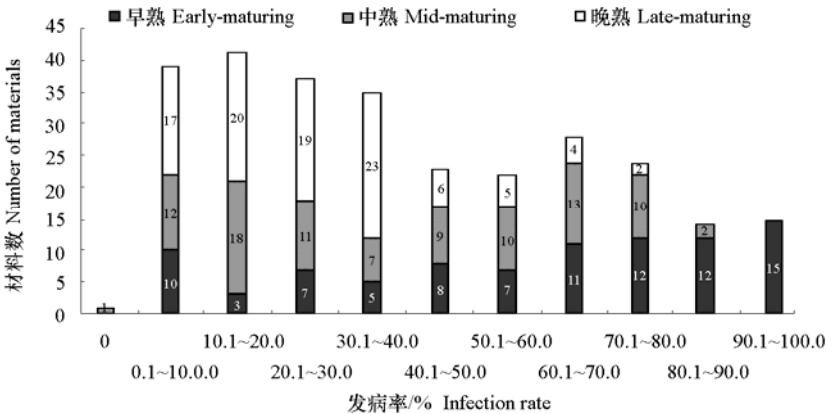


图 1 苹果不同熟性种质资源发病率次数分布

Fig. 1 Distribution of infection rate of apple germplasm with different ripening dates

对 5 个不同轮纹病菌株在所有资源中的平均发病率进行比较发现（表 1），接种菌株 LW048 和 MX1 的表现较高的发病率，分别为 52.1%和 50.0%；接种菌株 LW023 和 ZZ26 的平均发病率分别为 33.5%和 29.2%，表现为较低的发病率；接种菌株 LS1 的发病率为 45.5%。

表 1 不同轮纹病菌株在抗性指标上的差异

Table 1 The difference of resistance parameters in pathogenic trains

菌株 Strains	发病率/% Infection rate	发病潜伏期/d Latent period	病斑大小/mm Diameter of the spot
LW048	52.1	9.8	34.0
MX1	50.0	9.5	50.4
LS1	45.5	10.4	35.4
LW023	33.5	10.4	28.7
ZZ26	29.2	9.8	37.2
平均 Average	41.4	9.9	37.1

不同种质资源对接种不同菌株后的发病率表现也各异。除了完全发病和完全不发病的材料，各个材料对 5 种轮纹病菌株都表现出不同的发病率。图 2 表明，‘新倭锦’和‘红玉’接种 5 个菌株

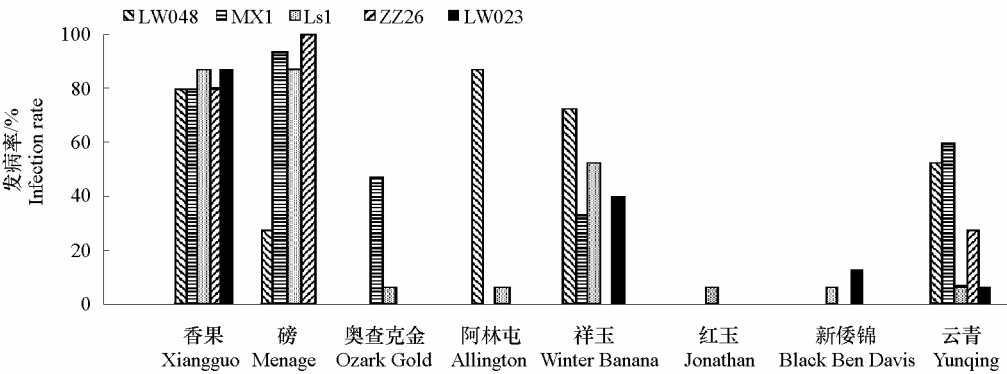


图 2 不同轮纹病菌株接种在不同材料上发病率的差异

Fig. 2 Differences in infection rate among apple germplasms inoculated with different pathogenic strains

的发病率均较低；而‘香果’接种 5 个菌株的发病率均在 80%左右；其他资源接种 5 个菌株后虽均发病，但发病率明显不同。‘云青’接种 LW023 发病率很低，但接种其他 4 种菌株后发病率均较高；‘阿林屯’在接种 LW048 和 LS1 后的发病率分别是 87%和 7%，接种其他 3 个菌株均不发病；‘奥查克金’接种 MX1 和 LS1 发病，而接种其他 3 个菌株不发病；‘磅’接种 LW023 不发病，接种其他 4 个菌株均发病；‘祥玉’接种 ZZ26 不发病，但接种其他 4 个菌株均发病。

2.2 不同种质资源、不同菌株接种后潜伏期的差异

278 份发病的材料表现出潜伏期平均为 10 d。潜伏期在 10 d 以下的材料有 130 份，其中‘红夏’和‘60-15-9’平均潜伏期 3.8 d，是所有试材中最短的；潜伏期在 10 d 以上的材料有 148 份，其中‘新倭锦’和‘青葡一号’平均潜伏期是 13.7 d，是所有试材中最长的。

如图 3，中晚熟品种发病潜伏期较长。在 8 d 以前发病的 39 份材料中，有 32 份材料是成熟期较早的果实；在 8~12 d 发病的 214 份材料中，中晚熟的材料占了 161 份；接种 12 d 以后才发病的材料只有 25 份。

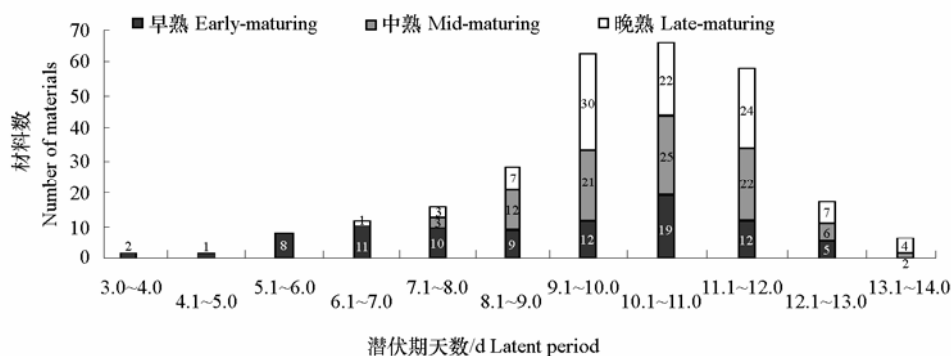


图 3 苹果不同熟性种质资源潜伏期次数分布

Fig. 3 Distribution of the latent period of different apple germplasm with different ripening dates

2.3 不同种质资源、不同菌株接种后病斑大小的差异

对不同种质资源材料而言，病斑最小的‘金沙依拉姆’只有 8 mm，病斑最大的‘Wifos’达到 87.5 mm，平均斑病大小 28.3 mm。不同成熟期的材料发病病斑大小不同（图 4），一般晚熟的种质资源材料病斑偏小，多在 50 mm 以下；而早熟种质资源材料的病斑较大。

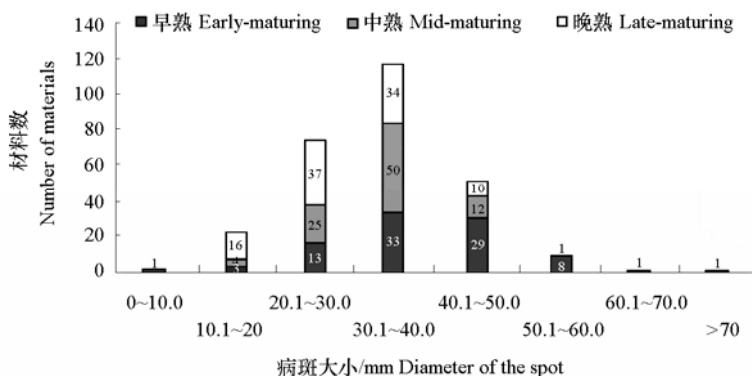


图 4 苹果不同熟性种质资源病斑大小次数分布

Fig. 4 Distribution of diameter of the spot of different apple germplasm with different ripening dates

对不同菌株而言, 接种菌株 MX1 的所有材料平均发病病斑达到 50.4 mm, 是 5 种菌株中发病斑病最大的; 而接种菌株 LW048、LS1 和 ZZ26 的材料平均发病病斑居中, 分别为 34.0、35.4、37.2 mm; 接种菌株 LW023 导致的病斑最小, 只有 28.7 mm (表 1)。

如图 5, 有的材料接种不同菌株后病斑大小差别不大, 如‘香果’和‘磅’等; 而有些材料接种不同菌株后病斑大小相差很大, 如‘奥查克金’、‘祥玉’和‘云青’。

以图 5 与图 2 比较, 发病率比较低的材料病斑也小, 如‘红玉’和‘新倭锦’; 而有的材料对某些菌株的发病率比较低, 但病斑却较大, 如‘奥查克金’和‘云青’接种 LS1 发病率都在 10% 以下, 但病斑却达到 60 mm; 有的材料发病率较高, 但病斑却较小, 如‘阿林屯’接种 LW048 发病率高达 80%, 病斑仅 20 mm 左右。

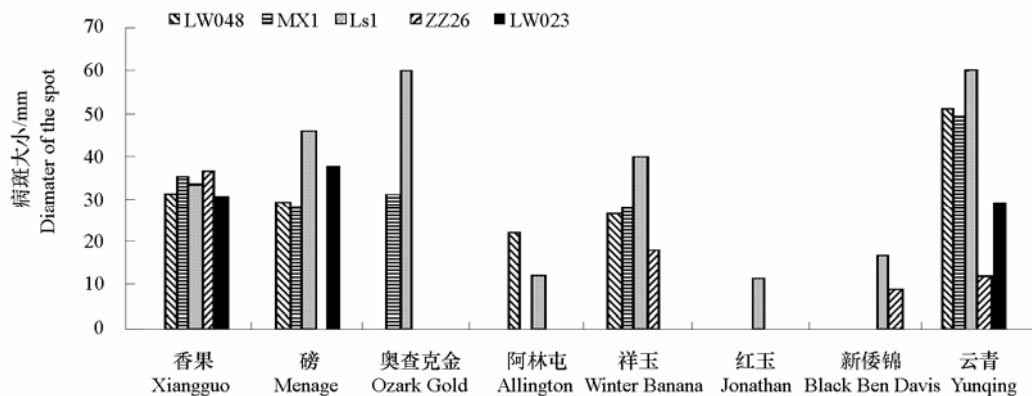


图 5 轮纹病菌株接种在不同材料上病斑大小的差异

Fig. 5 Differences in diameter of the spot among apple germplasm inoculated with different pathogenic strains

2.4 抗病性指标间的相关性及抗病性综合分析

对 279 份种质资源材料的发病率、潜伏期和病斑大小进行相关性分析发现, LS1、LW023、LW048 和 ZZ26 等 4 个菌株在 3 个抗性指标之间均存在显著的相关关系, 即发病率越高, 潜伏期越短, 病斑越大; 反之亦然。但对于菌株 MX1, 病斑大小与发病率、潜伏期的相关性均未达到显著水平, 其他指标间的相关系数达到极显著水平。

从发病率看, 279 份种质资源中, 高抗资源材料有‘珍宝’、‘金沙依拉姆’、‘红玉’、‘红肉苹果’和‘满堂红’, 共 5 份; 抗病资源有‘大珊瑚’、‘拿破仑’、‘中秋’、‘K9’、‘赤阳’、‘美国 8 号’、‘青葡一号’、‘泗水短枝’、‘文红’、‘新倭锦’、‘乙女’、‘葵花’、‘蜜果’、‘宁冠’、‘早红大嘎啦’、‘矮丰’、‘古德伯格’、‘胡思维提’、‘柳玉’、‘1465’、‘Wifos’、‘红卡维’、‘露香’、‘白罗斯马林’、‘唐山丰产元帅’、‘米丘林纪念’、‘德 14’、‘Onieffnin’、‘红棉’、‘米勒矮生’、‘新冬’、‘新疆苹果’、‘边墙子 2 号’、‘奥查克金’、‘金冠’、‘锦红’、‘秋富’、‘鸡冠’、‘肯达尔’、‘瑞林’、‘国玲’、‘德 2’、‘斯塔克矮金星’、‘秋富 1’、‘吉尔吉斯’、‘艳红’, 共 46 份; 中抗资源有‘门斯’、‘II 10-15’、‘60-10-22’、‘边墙子 1 号’、‘克洛登’、‘站选 4 号’、‘紫倭锦’、‘阿伊瓦尼亚’、‘矮红 (荷兰)’、‘未希’、‘达尔文’、‘轰系津轻’、‘宁冠’、‘斯塔克珍宝’、‘短枝金冠’、‘醉玉’、‘普利阿姆’、‘阿林屯’、‘波 8’、‘塞温’、‘波 5’、‘长野 I 系’、‘大国光’、‘德 14’、‘孟诺尔’、‘心里美’、‘红露’、‘金矮生’、‘富秋’、‘新红星 (荷)’、‘查尔斯罗斯’、‘毕斯马克’、‘布科卡’、‘华

帅 1 号’、‘希特实生’、‘优金’、‘里斯金’、‘丹光’、‘五月’、‘60-12-25’、‘伏锦’、‘昆麻斯’、‘示口 26’、‘诺安’、‘站选 14 号’、‘麻姑’、‘荣冠’、‘迎秋’、‘桔苹’、‘岳帅’、‘18688’、‘60-7-18’、‘苏维埃’、‘安略塔’、‘秋富 5 号’、‘瑞光’、‘乔纳金’、‘青冠’、‘思维尔金矮生’、‘赫木特’、‘草莓苹果’、‘拉宝’、‘斯塔克矮生’、‘赤诚’、‘花道’、‘甜帅’、‘80-1-70-3’、‘赫拉桑’、‘布达衣’、‘土库曼苹果’、‘齐河短金冠’、‘瑞香’、‘青香蕉’、‘矮黄’、‘捷 15’、‘云青’、‘高秋’、‘耶维林’、‘华红’、‘马空’、‘白星’、‘梅露斯’、‘红月’、‘河北抗病金星’、‘大陆 52 号’、‘金晕’、‘1951-3-1’、‘卡蒂纳’、‘青岛 1 号’、‘新花’、‘森马兰’、‘延光’、‘锦玉’、‘秋力蒙’、‘52-6-7’、‘60-7-26’、‘无锈金冠’、‘祥玉’、‘弘前富士’、‘苦排甘’、‘绿帅’、‘本所金冠优系’、‘矮早辉’、‘坂田津轻’、‘寒富’，共 105 份；中感资源有‘兴平’、‘抗病金冠’、‘宁光’、‘III19-13’、‘多一露’、‘新嘎啦’、‘Generos’、‘金红’、‘蜜金’、‘朱玛利亚’、‘乔纳红’、‘美乐’、‘东香蕉’、‘短枝印度’、‘红之舞’、‘克里斯克’、‘莫斯科透明’、‘甘红玉’、‘上林’、‘早翠绿’、‘战寒香’、‘库洛那’、‘顶红’、‘秋富 1 号’、‘双阳一号’、‘英金’、‘60-1-59’、‘北方西纳波’、‘考特兰德’、‘约斯基’、‘紫香蕉’、‘沙拉托尼’、‘惠’、‘沈农 2 号’、‘波 25’、‘梨形果’、‘史东好吉’、‘凤凰卵海棠果’、‘秋香’、‘长富 6 号’、‘GS48’、‘紫云’、‘莱蒂’、‘伏花皮’、‘因夫兰斯基’、‘磅’、‘金色洛索善’、‘南浦一号’、‘新红玉’、‘籽苹果’、‘巴布斯基诺’、‘2580’、‘站选 6 号’、‘女游击队员’、‘胜利红冠’、‘狮子山 1 号’、‘Florina’、‘冬甜’、‘葵花’、‘仑巴瑞’、‘帕顿’、‘加布卡金冠’、‘西蒙飞’、‘兰逢王’、‘克龙谢尔透明’、‘中幸’，共 66 份；感病资源有‘60-4-4’、‘丹顶’、‘恋姬’、‘宁秋’、‘藤木一号’、‘由里香’、‘Romas’、‘II11-2’、‘优异玫瑰’、‘发现’、‘实矮’、‘桃苹’、‘特红富士’、‘西林’、‘早生 16’、‘初笑’、‘花嫁’、‘甜伊萨耶娃’、‘秋金星’、‘友谊’、‘褐色凤梨’、‘槟子’、‘乔雅尔’、‘伏红’、‘小町’、‘理想’、‘诺达’、‘褐色条纹’、‘醇露’、‘早生赤’、‘杰西麦克’、‘维斯塔贝拉’、‘萌’、‘维琴尼’、‘苏伊斯列波’、‘中国彩苹’，共 36 份；高感病资源有‘新红星’、‘香果’、‘Prima’、‘甜安东尼诺’、‘最良富士’、‘红金’、‘西伯利亚白点’、‘老笃’、‘米尔顿’、‘金塔干’、‘超等蔷薇’、‘詹姆斯格里斯’、‘辽伏’、‘伊朗桃苹’、‘贝拉’、‘60-15-9’、‘早生旭’、‘极早红’、‘耍红’、‘红夏’、‘黄姑娘’，共 21 份。

而从病斑大小考虑，在 279 份种质资源中，高抗资源有‘珍宝’、‘金沙依拉姆’、‘红玉’和‘大珊瑚’，共 4 份，抗病资源有‘青葡一号’、‘早红大嘎啦’、‘白罗斯马林’、‘葵花’、‘中秋’、‘赤阳’、‘美国 8 号’、‘新倭锦’、‘新冬’、‘红肉苹果’、‘乙女’、‘K9’、‘满堂红’、‘富秋’、‘新红星（荷）’、‘阿林屯’、‘毕斯马克’、‘泗水短枝’、‘文红’、‘胡思维提’、‘米丘林纪念’、‘门斯’、‘米勒矮生’、‘青香蕉’、‘露香’、‘红卡维’、‘瑞林’、‘1465’、‘金矮生’、‘Rouge’、‘塞温’、‘国玲’、‘秋富 1 号’、‘梅露斯’、‘斯塔克珍宝’、‘耶维林’、‘希特实生’、‘边墙子 2 号’、‘唐山丰产元帅’、‘II10-15’、‘德 14’、‘肯达尔’、‘心里美’，共 43 份，中抗资源有‘新疆苹果’、‘查尔斯罗斯’、‘波 5’、‘古德伯格’、‘60-10-22’、‘未希’、‘60-1-59’、‘秋富’、‘拿破仑’、‘醉玉’、‘锦红’、‘秋富 1’、‘边墙子 1 号’、‘红棉’、‘奥查克金’、‘60-12-2’ 5、‘瑞香’、‘弘前富士’、‘沙拉托尼’、‘宁冠’、‘桔苹’、‘乔纳金’、‘站选 4 号’、‘卡蒂纳’、‘艳红’、‘蜜果’、‘矮红（荷兰）’、‘斯塔克矮金星’、‘短枝金冠’、‘柳玉’、‘轰系津轻’、‘五月’、‘迎秋’、‘诺安’、‘坂田津轻’、‘北方西纳波’、‘惠’、‘安略塔’、‘高秋’、‘苏维埃’、‘祥玉’、‘布’科卡、‘鸡冠’、‘赤诚’、‘达尔文’、‘本所金冠优系’、‘Generos’、‘拉宝’、‘1951-3-1’、‘马空’、‘优金’、‘阿伊瓦尼亚’、‘伏锦’、‘里斯金’、‘岳帅’、‘宁光’、‘孟诺尔’、‘红露’、‘秋力蒙’、‘史东好吉’、‘52-6-7’、‘Florina’、‘紫香蕉’、‘上林’、‘波 8’、‘苦排甘’、‘大陆 52 号’、‘考特兰德’、‘红之舞’、‘青冠’、‘森马兰’、‘莱蒂’、‘青岛 1 号’、‘金晕’、‘花道’、‘思维尔金矮生’、‘延光’、‘金红’、‘秋富 5 号’、‘东香蕉’、‘普利阿姆’、‘昆麻斯’、‘大国光’、‘布达衣’、‘南浦一号’、‘丹光’、‘华帅 1 号’，共 87 份；中感资源有‘顶

红’、‘磅’、‘矮黄’、‘英金’、‘新红玉’、‘因夫兰斯基’、‘长富 6 号’、‘甜帅’、‘库洛那’、‘赫木特’、‘仑巴瑞’、‘梨形果’、‘胜利红冠’、‘III19-13’、‘朱玛利亚’、‘白星’、‘双阳一号’、‘冬甜’、‘红月’、‘早生 16’、‘短枝印度’、‘60-7-18’、‘捷 15’、‘绿帅’、‘德 14’、‘小町’、‘兰逢王’、‘荣冠’、‘克洛登’、‘波 25’、‘拉宝’、‘金冠’、‘蜜金’、‘示口 26’、‘紫倭锦’、‘麻姑’、‘长野 I 系’、‘无锈金冠’、‘吉尔吉斯’、‘2580’、‘锦玉’、‘秋香’、‘河北抗病金星’、‘甘红玉’、‘香果’、‘美乐’、‘抗病金冠’、‘帕顿’、‘新花’、‘西林’、‘伏花皮’、‘西蒙飞’、‘狮子山 1 号’、‘加布卡金冠’、‘德 2’、‘紫云’、‘槟子’、‘寒富’、‘约斯基’、‘乔雅尔’、‘Wifos’、‘莫斯科透明’、‘中幸’、‘藤木一号’、‘甜伊萨耶娃’、‘维琴尼’、‘秋金星’、‘新红星’、‘由里香’、‘乔纳红’、‘理想’、‘友谊’、‘初笑’、‘女游击队员’、‘新嘎啦’、‘赫拉桑’、‘诺达’、‘站选 14 号’、‘土库曼苹果’、‘斯塔克矮生’、‘辽伏’、‘甜安东尼诺’、‘花嫁’、‘巴布斯基诺’、‘发现’、‘丹顶’、‘早生旭’、‘实矮’、‘褐色条纹’、‘60-4-4’、‘齐河短金冠’、‘醇露’、‘恋姬’、‘Romas’、‘桃苹’、‘草莓苹果’、‘宁秋’、‘云青’、‘伏红’、‘矮早辉’、‘金色洛索善’、‘维斯塔贝拉’，共 102 份；感病资源有‘中国彩苹’、‘米尔顿’、‘华红’、‘杰西麦克’、‘克里斯克’、‘兴平’、‘老笃’、‘战寒香’、‘Prima’、‘西伯利亚白点’、‘特红富士’、‘瑞光’、‘矮丰’、‘沈农 2 号’、‘籽苹果’、‘凤凰卵海棠果’、‘葵花’、‘褐色凤梨’、‘早翠绿’、‘克龙谢尔透明’、‘多一露’、‘60-15-9’、‘贝拉’、‘优异玫瑰’、‘萌’、‘60-7-26’、‘最良富士’、‘80-1-70-3’、‘Onieffnin’、‘站选 6 号’、‘黄姑娘’、‘GS48’、‘金塔干’、‘早生赤’、‘红金’，共 35 份，高感病资源有‘詹姆斯格里斯’、‘红夏’、‘II 11-2’、‘要红’、‘伊朗桃苹’、‘苏伊斯列波’、‘极早红’、‘超等蔷薇’，共 8 份。

综合考虑发病率和病斑大小两个抗病性指标，表现为高抗的种质资源材料有‘珍宝’、‘金沙依拉姆’和‘红玉’；高感的种质资源材料有‘詹姆斯格里斯’、‘红夏’、‘要红’、‘伊朗桃苹’、‘超等蔷薇’和‘极早红’。

3 讨论

本研究发现不同的种质资源对不同轮纹病菌株表现出抗病性的差异，有的材料对不同轮纹病菌株抗性表现一致，有的材料对菌株表现选择性抗性。虽然目前苹果果实轮纹病病菌是否存在生理小种还未见报道，但本研究接种所用的轮纹病菌株采自不同地区、不同寄主和不同部位，提示不同种质资源的抗病性可能存在垂直抗性和平行抗性的分化。不同种质资源对不同来源的轮纹病菌表现出抗性差异，也许能够作为研究轮纹病菌生理小种分化的证据之一。

孙楚等（1999）在田间孢子接种试验中，通过对烂果数和病斑数的调查，认为‘津轻’对果实轮纹病表现为高感；但刘海英等（2003）在采后菌丝接种试验中，通过发病率和病斑大小的调查，却认为‘津轻’对果实轮纹病中抗；本试验接种菌丝亦证明‘坂田津轻’、‘轰系津轻’和‘秋香’均属于中等抗病。不同的试验方法和鉴定指标是导致研究结果不一致的原因。《苹果种质资源描述规范和数据标准》规定了苹果轮纹病抗病性评价的方法和标准（王昆 等，2005），对苹果种质资源评价起了积极作用，但该评价系统未考虑到不同菌株间的差异，另一方面，大规模种质资源抗病性评价以种质资源圃内果实材料进行活体接种显然不可行，而备份一套材料用于抗病性评价又很费时，成本太高。所以，采用室内离体果实接种鉴定的方法具有更好的应用前景，值得进一步完善，以建立稳定、可参比评价结果的统一的评价体系。

发病率是抗病性评价的重要指标。以往苹果抗轮纹病研究中以发病率或病情指数等指标表示抗病性（刘海英 等，2003；阎振立 等，2005），对于苹果生产和常规育种具有实践意义。但发病率或病情指数未能反映抗病性的全部特征，有些材料的抗病性表现为发病率低，有的表现为潜伏期长，

而有的表现为病斑小, 这表明不同材料对轮纹病的抗性机理可能不同。例如, 刘海英等(2003)和李广旭等(2005)认为‘青香蕉’和‘秦冠’等是抗病材料。在本试验中‘青香蕉’发病率高达 30.6%, 并没有表现高的抗病性, 但发病病斑却比较小, 其抗病性可能表现为抗扩展; ‘金沙依拉姆’虽然潜伏期较短, 但其抗病性表现为发病率低、病斑小。

综上, 以发病率、潜伏期、病斑大小等多个指标作为抗病性的评价指标更有利于准确反映种质资源抗病性的实质。

References

- Chen Ce. 1999. Advances in the research of apple ring rot. *Acta Phytopathologica Sinica*, 29 (3): 193 - 198. (in Chinese)
- 陈 策. 1999. 苹果果实轮纹病研究进展. *植物病理学报*, 29 (3): 193 - 198.
- Li Guang-xu, Yang Hua, Gao Yan-min, Gao Sheng-hua, Zhang Zhi-dong. 2005. Effects of *Botryosphaeria berengiana* f. *piricola* on defendant enzymes in apple cultivars with different resistance. *Journal of Fruit Science*, 22 (4): 416 - 418. (in Chinese)
- 李广旭, 杨 华, 高艳敏, 高胜华, 张志东. 2005. 轮纹病菌对不同抗性苹果品种防御酶的影响. *果树学报*, 22 (4): 416 - 418.
- Liu Hai-ying, Li Chuan, Fang Yong-shan, Hou Ban-lin. 2003. Correlative analysis of resistance-relate factors in apple fruits apple fruit ring rot disease. *Journal of Hebei Agricultural University*, 26 (3): 56 - 60. (in Chinese)
- 刘海英, 李 川, 范永山, 侯宝林. 2003. 影响苹果轮纹病抗性的寄主因素及相关分析. *河北农业大学学报*, 26 (3): 56 - 60.
- Sha Shou-feng, Yi Kai, Liu Zhi, Wang Dong-mei, Yang Feng. 2005. Effects of rough bark disease with different apple varieties and cross combination. *Northern Horticulture*, (2): 52 - 53. (in Chinese)
- 沙守峰, 伊 凯, 刘 志, 王冬梅, 杨 锋. 2005. 不同苹果品种及杂交组合对粗皮病发生程度的影响. *北方园艺*, (2): 52 - 53.
- Sun Chu, Jia Ding-xian, Lin Ke, Mi Guang-wen, Qi Yong-an. 1993. Identification on the fruit resistance to ring-rot of apple varieties. *Journal of Fruit Science*, 10 (3): 166 - 168. (in Chinese)
- 孙 楚, 贾定贤, 林 珂, 米广文, 齐永安. 1993. 苹果品种对果实轮纹病的抗性鉴定. *果树科学*, 10 (3): 166 - 168.
- Wang Kun, Liu Feng-zhi, Cao Yu-fen. 2005. Descriptors and date standard for apple (*Malus* spp. Mill). Beijing: China Agriculture Press: 68 - 69. (in Chinese)
- 王 昆, 刘凤之, 曹玉芬. 2005. 苹果种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社: 68 - 69.
- Yan Zhen-li, Zhang Quan-jun, Zhang Shun-ni, Zhou Zeng-qiang, Guo Guo-nan, Wang Zhi-qiang. 2005. Identification of apple cultivars for their resistance to ring rot disease. *Journal of Fruit Science*, 22 (6): 654 - 657. (in Chinese)
- 阎振立, 张全军, 张顺妮, 周增强, 过国南, 王志强. 2005. 苹果品种对轮纹病抗性的鉴定. *果树学报*, 22 (6): 654 - 657.
- 张愈学, 沈永波, 蒋明三, 和喜田, 王淑杰, 张福珍, 王家民, 王金香, 任厚彬, 郭 超. 1995. 苹果轮纹烂果病的研究 I. 症状与病原菌. *北方果树*, (4): 3 - 4.