

苹果主栽品种的褐斑病和斑点病抗性评价

李 燕,周 倩,高 华,万怡震*,王雷存,赵政阳

(西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨陵 712100)

摘 要:选取我国 69 个苹果主要生产品种为实验材料,连续 3 a 对其褐斑病和斑点病抗性进行综合评价、研究。结果表明:69 个苹果主要生产品种对褐斑病和斑点病抗病性,不同的品种族系间、及同族系的不同品种间对两种病害的抗性表现出差异极显著。大多数苹果品种对两种病害表现为感病或高感,表现为抗病或中抗的品种少。其中,对褐斑病表现为抗病、中抗、感病和高感的品种分别占 4.3%、24.6%、47.8%和 23.2%;对斑点病表现为抗病、中抗、感病和高感的品种分别占 8.7%、23.2%、43.5%和 24.6%。‘秦冠’、‘甜黄魁’、‘印度(Indo)’对两种病害均具有抗性。苹果品种对两种病害的抗性相关性达到极显著水平,说明苹果对两种病害存在共同抗性因子。

关键词:苹果;品种;褐斑病;斑点病;抗性

中图分类号:S661.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2012)01-0132-05

Evaluation of Resistance to *Marssonina coronaria* and *Alternaria mali* of Major Apple Cultivars

LI Yan, ZHOU Qian, GAO Hua, WAN Yi-zhen*, WANG Lei-cun, ZHAO Zheng-yang

(College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: A 3-year study was conducted to evaluate the resistance to *Marssonina coronaria* and *Alternaria mali* in the 69 apple cultivars currently cultivating in China to provide the basic data for apple disease resistance breeding and China apple industry. Resistances to both diseases varied and presented most significant differences among 69 cultivars. Most varieties expressed susceptibility or highly susceptibility, and few varieties had resistance to both diseases. Percentages exhibiting resistance, mild resistance, susceptibility and highly susceptibility to *M. coronaria* were 4.3%, 24.6%, 47.8%, and 23.2%, respectively; and to *A. mali* were 8.7%, 23.2%, 43.5%, and 24.6%, respectively. Among them, ‘Qinguan’, ‘Tian-huangku’ and ‘Indo’ presented resistant to both diseases. The correlation coefficient of resistance to both diseases was extremely significant, suggesting that the apples contained the common resistance genetic factors to both diseases.

Key words: apple; cultivar; *Marssonina coronaria*; *Alternaria mali*; resistance

我国不仅从国外引进大量的苹果品种,国内也通过杂交、选择、诱变等途径选育出了许多苹果新品种^[1]。优良品种在优势区域的布局是果品高质量的保证^[2],品种选择的适宜与否,尤其是抗病品种的选择及培育,对苹果的产量、质量、效益起着决定性作用^[3-4]。早期落叶病是引起苹果树早期落叶病害的

总称,有褐斑病(*Marssonina coronaria*)、斑点落叶病(*Alternria mali*)、灰斑病(*Phyllosticta pirina*)、圆斑病(*Phyllosticta solitaria*)等^[5]。其中褐斑病和斑点病是我国苹果产区普遍发生且较为严重的两种病害。两种病大流行时,造成大片苹果树体中下部叶片脱落,严重影响苹果树的正常生长、花芽形

收稿日期:2010-12-27 修回日期:2011-02-28
基金项目:西北农林科技大学青年基金(QN2009013);国家现代农业技术体系(nycytx-08-01-03);陕西省“13115”重大专项(2010ZDKG-69)
作者简介:李燕,女,,硕士研究生,主要从事果树分子育种方面研究。E-mail:li_yan19840908@163.com
* 通讯作者:万怡震,男,,副教授,硕士生导师,主要从事苹果分子育种方面研究。E-mail:wyz689@hotmail.com

成、果实增大和来年苹果的产量与品质^[6]。目前,国内外关于苹果主要生产品种早期落叶病抗性系统评价影响研究的报道很少。本文系统分析了我国主要苹果品种对褐斑病和斑点病的抗性表现,一方面为我国苹果抗病优质栽培提供指导;同时为苹果优质、抗病育种,提高育种效率,提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

自西北农林科技大学苹果试验站苹果品种资源圃选取 69 个苹果生产主栽品种为调查鉴定对象。植株在 2007 年定植,其砧木为 M26,5 a 树龄,株行距 3 m×4 m,每个苹果品种栽植 3~4 株。品种资源圃中,除苹果品种不同外,其余肥水虫管理等均保持一致,在研究期间,不喷施任何杀菌剂。

1.2 调查时间

分别于 2008~2010 年在苹果斑点病和褐斑病的发病的盛期 7 月中旬至 9 月中旬进行病害调查,每年调查 2 次,取平均值。

1.3 调查方法

根据斑点病、褐斑病的发病特点、表现症状确定病害。在每个品种的 3~4 个植株中随机取样,每棵树按 4 个方位调查,调查的叶片总数为 100 片,不足 100 片的单株全部调查,统计各级病叶数,按各自的病害分级标准记载病情级数(表 1)。

表 1 褐斑病和斑点病病害分级标准

Table 1 Rating of symptoms of *Marssonina coronaria* and *Alternaria mali*

级别	叶片病斑面积的百分率
0	0
1	0.1~5.0
2	5.1~15.0
3	15.1~30.0
4	30.1~45.0
5	45.1~65.0
6	65.1~85.0
7	>85.1

根据统计的各级病叶数和划分的病情级数计算病情指数:

感病指数 $DI(\%) = [\sum(\text{病级值} \times \text{该级发病叶数}) / (\text{调查总叶数} \times \text{最高病级值})] \times 100$

参照国际植物种质委员会(IBPGR)的标准,根据苹果不同品种的叶片感病指数,将其感染褐斑病和斑点病的程度分为以下 5 个级别(表 2)。

运用 DPS v6.55 和 Excel 对数据作统计分析。

表 2 褐斑病和斑点病抗病程度分级

Table 2 Ratings of resistance to *M. coronaria* and *A. mali*

病情	级别	抗病程度
1	高抗(HR)	$0.0 < DI \leq 5.0$
2	抗病(R)	$5.0 < DI \leq 10.0$
3	中抗(MR)	$10.0 < DI \leq 30.0$
4	感病(S)	$30.0 < DI \leq 50.0$
5	高感(HS)	$50.0 < DI \leq 100.0$

2 结果与分析

2.1 主要生产品种对褐斑病和斑点病的抗性鉴定及综合评价

我国 69 个苹果主要生产品种对褐斑病和斑点病抗病性,不同的品种族系间、及同族系的不同品种间对褐斑病和斑点病的抗性经 F 检验表现出差异极显著($p < 0.01$),对褐斑病表现为抗病、中抗、感病和高感的分别占 4.3%、24.6%、47.8% 和 23.2%;斑点病表现为抗病、中抗、感病和高感的分别占 8.7%、23.2%、43.5% 和 24.6%。由此可见,大多数苹果品种对两种病害表现为感病或高感,对两种病害均表现为抗病或中抗的品种少。‘秦冠’、‘甜黄魁’、‘印度(Indo)’对两种病害均具有抗性。多数品种对两种病害抗性表现上差异不大,但也有极少数的品种对两种病的抗性表现差异较大,如‘大国光’、‘乔纳金’和‘清明’等。

2.2 主要族系间抗性差异显著性分析

鉴定的 9 个族系中,‘国光系’对褐斑病和斑点病表现较抗,而‘桔苹族系’和‘元帅族系’对两种病表现为较感。‘桔苹系’、‘富士系’、‘金冠系’和‘青香蕉系’的主要品种对褐斑病和斑点病的病情指数均达到极显著水平($p < 0.01$);而国光系达到显著水平($p < 0.05$)(表 4)。说明不同系列或类型间抗性存在较大差异。

2.3 品种对两种病害抗性相关性分析

苹果品种对褐斑病和斑点病的抗性相关性达到极显著水平($r = 0.9074, p \leq 0.0001$);不同年份间的抗性表现相关性也达到极显著水平,不同年份间的表现差异可能是由环境因素造成的。

3 结语与讨论

我国生产上的苹果主栽品种主要为‘富士系’,占主栽培面积的 70% 以上,其次为‘元帅系’、‘桔苹系’、‘乔纳金’,还有逐渐减少的‘秦冠’、‘国光’、‘金冠’等品种^[8-10]。本试验基本涵盖了我国苹果生产主栽品种,这些品种大多数对两种病害表现为感病或高感,但也有一些表现为抗病或中抗,如‘秦冠’、‘甜黄魁’、‘印度(Indo)’等。这些抗病品种带有抗

表 3 中国苹果主要生产品种对褐斑病和斑点病的抗性表现(2008~2010 年)

Table 3 Susceptibility indices and levels of resistance rating to *M. coronaria* and *A. mali* for major apple cultivars growing in China under natural conditions in 2008—2010

序号	品种	褐斑病					斑点病				
		病情指数					病情指数				
		2008 年	2009 年	2010 年	均值	表型	2008 年	2009 年	2010 年	均值	表型
桔苹系											
1	桔苹 Coxs Orang Pippin	32.6	45.9	21.5	33.3	S	43.1	45.7	32.4	40.4	S
2	萌 Kiazshi	53.2	44.7	65.7	54.5	HS	45.2	36.7	57.9	46.6	S
3	珊夏 Sansa	66.8	69.2	74.3	70.1	HS	65.8	66.3	85.3	72.5	HS
4	嘎拉 Gala	53.5	45.7	30.2	43.1	S	40.3	32.6	18.7	30.5	S
5	皇家嘎拉 Royal Gala	31.4	16.3	18.9	22.2	MR	15.3	5.6	6.2	9.0	R
6	丽嘎拉 Regal Gala	45.8	33.9	27.1	35.6	S	32.5	24.8	16.2	24.5	MR
7	陕嘎 3 号 Shangasanhao	44.3	38.1	31.9	38.1	S	47.2	45.9	31.4	41.5	S
8	烟嘎 Yanga	36.2	31.8	25.8	31.3	S	43.2	40.1	20.6	34.6	S
9	富红早嘎 Fuhongzaoga	46.1	30.6	28.1	34.9	S	45.1	32.4	29.8	35.8	S
富士系											
10	千秋 Senshu	66.1	64.5	45.9	58.8	HS	60.3	52.6	47.4	53.4	HS
11	富士 Fuji	46.2	32.4	20.4	33.0	S	35.2	27.4	46.2	36.3	S
12	新世界 Shinsekai	64.8	69.3	70.1	68.1	HS	67.3	61.7	67.8	65.6	HS
13	昂林 Korin	48.9	45.2	29.7	41.3	S	50.2	51.1	46.8	49.4	S
14	优良短 Youliangduan	18.4	15.2	9.3	14.3	MR	15.4	24.5	20.1	20.0	MR
15	宫崎短 Gongqiduan	27.3	20.4	15.3	21.0	MR	30.5	28.4	18.2	25.7	MR
16	红将军 Hongjiangjun	43.2	20.4	18.3	27.3	MR	32.7	17.3	14.9	21.6	MR
17	北海道 9 号 Hokkaido No. 9	80.3	72.6	68.4	73.8	HS	78.3	63.2	70.2	70.6	HS
18	寒富 Hanfu	47.3	42.5	50.8	46.9	S	43.6	57.2	60.2	53.7	HS
19	华冠 Huaguan	49.1	53.2	43.1	48.5	S	44.6	46.1	41.3	44.0	S
20	北斗 Hokuto	85.2	62.4	60.6	69.4	HS	85.4	59.3	62.1	68.9	HS
21	烟富 3 号 Yanfusanhao	60.7	46.8	52.5	53.3	HS	64.8	46.9	50.5	54.1	HS
22	早熟富士 Early Fuji	74.6	85.1	62.5	74.1	HS	70.3	64.2	53.1	62.5	HS
国光系											
23	大国光 Giant Jenifon	16.4	14.7	8.9	13.3	MR	30.2	32.5	27.4	30.0	S
24	国光 Ralls	32.5	30.1	25.3	29.3	MR	43.8	32.5	28.5	34.9	S
25	红宝石 Hongbaoshi	35.7	20.3	16.9	24.3	MR	35.2	26.8	16.8	26.3	MR
26	惠 Megumi	36.4	27.4	19.2	27.7	MR	30.4	18.4	15.2	21.3	MR
27	向阳红 Xiangyanghong	25.2	10.3	28.9	21.5	MR	28.4	10.2	16.7	18.4	MR
28	秋锦 Quijin	32.4	43.1	29.9	35.1	S	35.7	43.2	31.7	36.9	S
红玉系											
29	华玉 Huayu	66.2	50.3	44.2	53.6	HS	60.2	54.1	46.2	53.5	HS
30	红玉 Jonathan	43.2	47.8	30.5	40.5	S	65.3	54.2	45.7	55.1	HS
31	迎秋 Yingqiu	65.2	53.4	48.9	55.8	HS	67.3	53.5	58.1	59.6	HS
32	乔纳金 Jonagold	50.1	39.8	20.5	36.8	S	30.4	36.9	21.5	29.6	MR
33	绵红 Mianhong	32.5	28.4	15.6	25.5	MR	32.4	25.6	16.8	24.9	MR
金冠系											
34	丹霞 Dianxia	28.3	16.6	31.7	25.5	MR	32.4	17.3	30.4	26.7	MR
35	陆奥 Mutsu	67.2	45.3	60.2	57.6	HS	67.3	46.8	54.1	56.1	HS
36	金冠 Golden Delicious	45.7	30.5	34.7	37.0	S	46.2	34.1	30.6	37.0	S
37	秦冠 Qinguan	8.2	5.9	5.2	6.4	R	6.3	5.7	7.2	6.4	R
38	秦星 Qinxing	16.3	10.4	21.8	16.2	MR	16.4	27.5	34.2	26.0	MR
39	秋香 Qiuxiang	48.5	41.3	47.2	45.7	S	46.9	41.3	48.9	45.7	S
40	清明 Semel	48.2	30.5	21.4	33.4	S	34.2	24.6	15.1	24.6	MR
41	粉红女士 Pink Lady	46.6	30.2	34.1	37.0	S	45.2	31.3	36.3	37.6	S
42	岱绿 Dailv	28.4	36.8	50.2	38.5	S	45.2	50.3	55.1	50.2	HS
43	葵花 kuihua	53.6	30.1	43.6	42.4	S	46.7	36.8	39.1	40.9	S
44	岳帅 Yueshuai	35.9	28.1	21.5	28.5	MR	36.2	26.9	24.8	29.3	MR

续表 3

序号	品种	褐斑病					斑点病				
		病情指数					病情指数				
		2008 年	2009 年	2010 年	均值	表型	2008 年	2009 年	2010 年	均值	表型
元帅系											
45	世界第一 Sekaiichi	64.2	69.2	53.2	62.2	HS	65.3	53.1	57.9	58.8	HS
46	元帅 Delicious	46.2	43.7	39.2	43.0	S	47.8	46.1	38.7	44.2	S
47	摩里士 Mollie,s Delicious	45.9	40.8	30.1	38.9	S	65.2	44.9	50.5	53.5	HS
48	红星 Starking Red	46.2	29.4	30.1	35.2	S	54.3	35.7	40.7	43.6	S
49	新红星 Starkrim s	38.4	30.4	45.7	38.2	S	36.8	30.2	46.5	37.8	S
50	延光 Yanfeng	45.2	48.3	40.1	44.5	S	45.6	50.2	31.7	42.5	S
51	延光 Yanguang	43.6	42.4	36.8	40.9	S	46.3	45.2	30.4	40.6	S
52	恩派 Empire	70.5	65.9	60.2	65.5	HS	56.3	47.2	39.1	47.5	S
翠玉系											
53	翠玉 Newtown Pippin	31.2	33.6	18.3	27.7	MR	32.6	27.3	18.9	26.3	MR
54	甘露 Tolman Sweet	28.3	35.8	37.1	33.7	S	24.6	31.3	35.2	30.4	S
青香蕉系											
55	青香蕉 White Pearmain	42.1	34.1	19.3	31.8	S	44.8	35.7	26.9	35.8	S
56	东光 Toko	46.9	40.2	44.8	44.0	S	44.3	38.2	42.4	41.6	S
57	澳洲青苹 Granny Smith	43.9	60.2	30.1	44.7	S	42.3	37.1	32.4	37.3	S
58	印度 Indo	16.3	5.9	4.3	8.8	R	15.3	5.4	4.2	8.3	R
其它系											
59	甜黄魁 Tianhuangkui	7.8	4.5	9.2	7.2	R	7.9	10.4	11.6	10.0	R
60	藤牧一号 Mato1	37.8	46.3	56.9	47.0	S	30.6	43.7	54.1	42.8	S
61	特拉蒙 Telamon	11.9	20.7	30.8	21.1	MR	7.3	16.9	24.1	16.1	MR
62	鸡冠 Jiguan	29.3	10.2	14.6	18.0	MR	15.7	4.8	7.2	9.2	R
63	祝光 Summer Pearmain	21.5	14.3	7.9	14.6	MR	13.1	5.1	4.7	7.6	R
64	津轻 Tsugaru	40.2	46.9	33.7	40.3	S	35.2	30.1	17.9	27.7	MR
65	美国 8 号 NY543	45.2	58.3	71.5	58.3	HS	46.8	57.3	65.3	56.5	HS
66	卡米欧 Cameo	53.5	42.1	30.4	42.0	S	46.6	35.7	27.9	36.7	S
67	倭锦 Ben Davis	47.3	43.2	45.9	45.5	S	45.7	43.2	30.6	39.8	S
68	旭 McIntosh	67.3	60.2	45.9	57.8	HS	66.3	60.2	50.3	58.9	HS
69	望山红 Wangshanhong	65.3	62.5	49.8	59.2	HS	53.1	43.4	30.1	42.2	S

表 4 主要生产品种不同族系间的褐斑病和斑点病差异显著性分析结果

Table 4 Variance analysis of susceptibility indices of <i>M. coronaria</i> and <i>A. mali</i> among cultivars in the series							
	桔苹系	富士系	国光系	红玉系	金冠系	元帅系	青香蕉系
自由度(<i>df</i>)	8	12	5	4	10	7	3
总方差(SS) ^M	4 836.313 6	14 737.136 5	831.393 4	1 877.162 6	5 931.772 0	2 723.382 8	2 524.782 6
均方差(MS) ^M	604.539 2	1 228.094 7	166.278 7	469.290 7	593.177 2	389.054 7	841.594 2
<i>F</i> ^M 值	7.436 0**	14.549 0**	2.856 0*	4.020 0*	7.498 0**	8.882 0**	8.111 0**
总方差(SS) ^A	7 105.563 7	11 095.990 0	809.371 2	3 079.577 4	5 819.161 8	1 016.869 6	2 071.256 7
均方差(MS) ^A	888.195 5	924.665 8	161.874 2	769.894 3	581.916 2	145.267 1	690.418 9
<i>F</i> ^A 值	10.029 0**	14.702 0**	2.876 0*	12.175 0**	11.268 0**	2.015 0*	18.230 0**

注:M:褐斑病(*Marssonina coronaria*);A:斑点病(*Alternaria mali*);下同。

表 5 苹果品种不同年份间褐斑病和斑点病
抗性相关性分析 (2008—2010 年)

Table 5 Correlation coefficients of average susceptibility indices to <i>M. coronaria</i> and <i>A. mali</i> between individual			
	2008/2009	2008/2010	2009/2010
<i>r</i> ^M	0.856 1**	0.758 0**	0.810 1**
<i>r</i> ^A	0.869 8**	0.775 6**	0.856 0**

表 6 苹果品种褐斑病与斑点病之间相关性

Table 6 Correlation between <i>M. coronaria</i> and <i>A. mali</i>			
相关系数	2008	2009	2010
<i>r</i>	0.896 5**	0.883 2**	0.872 8**

褐斑病和斑点病的基因,而这些品种都来源于亚洲,也较适合我国的立地条件和栽培模式,所以能表现

为抗褐斑病和斑点病。感病或高感的品种,绝大多数是美国、英国、法国、加拿大等国家培育的。在关于苹果对早期落叶病的抗性基因方面存在不同的观点,石萌坪^[8]认为,苹果斑点落叶病是由隐性单基因控制的质量性状。Sato^[11]等认为苹果资源对斑点病的抗性是由隐性单基因控制。赵磊^[12]和张坤^[13]等认为苹果对褐斑病的抗性是由一对主效基因控制的数量性状遗传。张坤等^[13]认为‘秦冠’较‘富士’抗早期落叶病,且‘秦冠’属于中抗品种,而‘富士’是感病品种。寿园园等^[14]认为‘鸡冠’和‘国光’分别对褐斑病和斑点病表现为抗和中抗。本研究与以上等人的鉴定结果基本一致。

褐斑病和斑点病对引起落叶的程度不同,褐斑病较斑点病更容易引起落叶,且落叶程度相对较重^[15]。虽然对两种病害同时具备抗性的品种很少,但生产上或育种中,应首先考虑对褐斑病具有抗性的品种。

病原菌与寄主间存在协同进化的关系^[16-17]。苹果褐斑病和斑点病菌均起源于亚洲。苹果品种对两种病害存在显著相关性,说明苹果对两种病害存在共同抗性因子。虽然不同年份间抗性表现存在显著相关性,但不同年份的感病指数值存在差异,这可能由于不同年份环境不同所致,因此,采用多年的数据才能对病害进行综合、准确的评价。

参考文献:

[1] 辛培刚,相法国,陈学森,等. 我国苹果品种溯源、演化及亲缘分类[J]. 果树科学,1996,13(增刊):93- 110.
XIN P G, XIANG F G, CHEN X S, *et al.* Apple varieties traceability and evolution and relationship classification in China[J]. Journal of Fruit Science, 1996,13(sp):93- 110.

[2] 王小兵,李莉. 我国苹果产业发展与展望[J]. 中国果树, 2003, 20(2):1-3.
WANG X B, LI L. Apple industry development and outlook in China[J]. China Fruits, 2003, 20(2):1-3.

[3] 王鸣,赵尊练,韩明玉,等. 园艺学进展(第6辑) [M]. 西安:陕西科学技术出版社,2004:352-401.

[4] 杨文杰,吴发启,崔彬,等. 陕西苹果产业在陕西省经济发展中的战略地位及渭北地区苹果产业化发展模式研究[J]. 中国农学通报, 2004, 20(5):2842-2881.
YANG W J, WU F Q, CUI B, *et al.* Strategy status of apple industry in shaanxi economy development and the models of apple industrialization in Weibei Loess Plateau[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2004, 20(5):2842-2881.

[5] 潘佑找. 苹果早期落叶原因分析[J]. 湖北农学院学报, 2000, 20(1):33-34.
FAN Y Z. The cause of abnormal leaf-falling of apple [J]. Journal of Hubei Agricultural College, 2000, 20(1):33-34.

[6] 李东鸿,赵政阳,赵惠燕,等. 苹果病虫害综合防治技术规程(草案)[J]. 西北林学院学报, 2004, 19(4):113-115.

LI D H, ZHAO Z Y, ZHAO H Y, *et al.* Regulations on the technique of integrated rest management in apple(draft) [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2004, 19(4):113-115.

[7] 王昆,刘凤之,曹玉芬. 苹果种质资源描述规范和数据标准 [M]. 北京:中国农业出版社, 2005:69-70.

[8] 高华,赵政阳,梁俊,等. 陕西苹果品种发展历史、现状及育种进展[J]. 西北林学院学报, 2008, 23(1):130-133.
GAO H, ZHAO Z Y, LIANG J, *et al.* Advances in the researches of apple breeding and developmen - tin in Shaanxi Province[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008, 23(1):130-133.

[9] 陈学森,韩明玉,苏桂林,等. 当今世界苹果产业发展趋势及我国苹果产业优质高效发展意见[J]. 果树学报, 2010, 27(4):598-604.
CHEN X S, HAN M Y, XU G L, *et al.* Discussion on today’s world apple industry trends and the suggestions on sustainable and efficient development of apple industry in China[J]. Journal of Fruit Science, 2010, 27(4): 598-604.

[10] 伊凯,沙守峰,刘志,等. 我国苹果育种的回顾与展望[J]. 果树学报, 2005, 22(专刊): 17-19.
YI K, SHA SF, LIU Z, *et al.* China Review and Prospect of Apple Breeding[J]. Journal of Fruit Science, 2005, 22(sp): 17-19.

[11] 束怀瑞. 苹果学[M]. 北京:中国农业出版社, 1996.

[12] 赵磊,赵政阳,党志国,等. 秦冠、富士苹果杂交后代抗早期落叶病的遗传分析[J]. 西北农业学报, 2008, 17(2):197-201.
ZHAO L, ZHAO Z Y, DANG Z G, *et al.* Heredity analysis on the hybrid of Qinguan and Fuji Apple resistance to early defoliation disease[J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 2008, 17(2):197-201.

[13] 张坤,党志国,赵磊,等. 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.
ZHANG K, DANG Z G, ZHAO L, *et al.* Study on inheritance tendency of the resistance to apple early defoliation diseases using ‘Qinguan’ and ‘Fuji’ [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2007, 22(4):128-130.

[14] 寿园园,李春敏,赵永波,等. 苹果抗褐斑病离体鉴定的方法[J]. 果树学报, 2009, 26(6):912-914.
SHOU Y Y, LI C M, ZHAO Y B, *et al.* In vitro evaluation of resistance to Marssonina mali in apple[J]. Journal of Fruit Science, 2009, 26(6):912-914.

[15] JOHNSON RD, JOHNSON L, KOHMOTO K, *et al.* A polymerase chain reaction - based met hod to specifically detect Alternaria alternata apple pat hotype (A. mali), the causal agent of Alternaria blotch of apple [J]. Phytopathology, 2000, 90(9):973-976.

[16] 王学霞,杨民和,王国红. 植物-内生真菌共生体对昆虫种群的影响[J]. 生态学报, 2009, 29(10):5618-5626.
WANG X X, YANG M H, WANG G H. A review on ecological consequences of plant-endophyte symbiosis on insect herbivores and their natural enemies[J]. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(10):5618-5626.

[17] YIZHEN W, HEIDI S, PUCHAO H, *et al.* Comparison of resistance to powdery mildew and downy mildew in Chinese wild grapes [J]. Vitis, 2007, 46(3):132-136.