

## 大叶草樱对根癌病的抗性评价

邵姗姗 曲艳华 柴朋 朱立新 贾克功\*

(中国农业大学 农学与生物技术学院,北京 100193)

**摘要** 为评价大叶草樱对根癌病的抗性,以4个月的实生大叶草樱为材料,采用人工接种根癌土壤杆菌(*Agrobacterium tumefaciens* Conn)和发根土壤杆菌(*A. rhizogenes* Conn)的方法研究了大叶草樱对根癌病的抗性及其抗性分离情况。结果表明:60 d后,大叶草樱接种根癌土壤杆菌的最大瘤径为8.3 mm,病情指数为23.65,为中度抗病类型(MR);对发根土壤杆菌的最大瘤径为4.7 mm,病情指数为18.63,为高度抗病类型(HR)。大叶草樱群体内对根癌土壤杆菌和发根土壤杆菌的抗性均存在显著的分选现象,其实生群体对根癌土壤杆菌存在免疫、高度抗病、中度抗病和低度抗病和感病5种抗病类型,分别占32.69%、31.73%、24.04%、7.69%和3.85%;对发根土壤杆菌存在免疫、高度抗病和中度抗病3种抗病类型,分别占16.67%、73.53%和9.80%。大叶草樱是优异的抗根癌病种质资源。

**关键词** 大叶草樱; 根癌病; 根癌土壤杆菌; 发根土壤杆菌; 抗性评价

**中图分类号** S 432.4<sup>+</sup>2

**文章编号** 1007-4333(2013)02-0093-07

**文献标志码** A

## Resistance evaluation of Dayecaoying to crown gall disease

SHAO Shan-shan, QU Yan-hua, CHAI Peng, ZHU Li-xin, JIA Ke-gong\*

(College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

**Abstract** In order to evaluate the resistance of Dayecaoying to crown gall disease, pot seedlings were used as test materials via artificial inoculation, mainly to *A. tumefaciens* Conn and *A. rhizogenes* Conn. The results showed that Dayecaoying was excellent germplasm resource resisting to crown gall disease. At 60 days after inoculation, the disease index of Dayecaoying to *A. tumefaciens* Conn was 23.65, while it was 18.63 to *A. rhizogenes* Conn. According to the resistance evaluation standard to Crown gall disease, it moderately resisted to *A. tumefaciens* Conn and was separated into 5 types of disease resistance, including being immune, highly resistant, moderately resistant, low resistant and susceptible with corresponding percentages of 32.69%, 31.73%, 24.04%, 7.69% and 3.85% respectively. And it was highly resisted to *A. rhizogenes* Conn and was divided into 3 types of disease resistance according to the evaluation standard with corresponding percentages of 16.67%, 73.53% and 9.80% respectively.

**Key words** Dayecaoying; crown gall disease; *Agrobacterium tumefaciens* Conn; *A. rhizogenes* Conn; resistance evaluation

根癌病是由根癌农杆菌(*Agrobacterium tumefaciens* (E. F. Smith & Townond) Conn)引起的一种细菌病害,这种细菌有非常广泛的寄主,几乎感染所有的温带果树,以核果类最为严重<sup>[1]</sup>。大樱桃根癌病,不但危害根部,而且危害根颈和枝干<sup>[2]</sup>。

近10年来,由于甜樱桃效益高和品质好等特点,我国种植面积迅速扩大,但由于苗木带病、冻害和栽培技术不当,已严重威胁着不少地方的甜樱桃种植业的发展,而且根癌病的发生具有严重性、普遍性和加速蔓延的趋势,必须引起足够的重视。

收稿日期:2012-03-08

基金项目:国家“948”项目(201035)

第一作者:邵姗姗,硕士研究生,E-mail:tigher2006@126.com

通讯作者:贾克功,教授,主要从事果树矮化多抗型砧木品种选育及抗性机理研究,E-mail:jkgong@cau.edu.cn

根癌病病菌长期在土中生活,发育温度为10~34℃,最适温度为22℃,耐酸碱范围pH 5.7~9.2,最适为pH 7.3<sup>[3]</sup>。病菌从伤口侵入致病,在根颈部或根部其他部位发生癌瘤,初为灰白色,内部松软后增大变褐,表面粗糙不平,大小不一,大者如拳头,小者如豆粒,数量或多或少。地上部表现为树势生长衰弱,叶小黄薄,新梢生长不良<sup>[4]</sup>。目前主要通过苗木检查和消毒、挖出病死株、药剂防治等方法预防和控制根癌病<sup>[5-6]</sup>,一旦发病就很难治愈。

大叶草樱(*Dayecaoying*)是蔷薇科(*Rosaceae*)李属(*Prunus*)落叶灌木,主要分布在我国山东地区,具有抗寒性强和抗倒伏能力强等优点,用其嫁接的甜樱桃生长发育良好,固地性、抗逆性强,寿命长,果品质量好<sup>[7-8]</sup>,是优秀的大樱桃砧用树种,具有广泛的发展前景。由于用种子繁殖的大叶草樱植株变异较大,近年来虽然不少学者<sup>[1,9-12]</sup>对大叶草樱进行抗逆性研究,并对多个砧木品种的抗性进行比较,但是未见其对根癌病抗性的系统评价。本试验旨在评价大叶草樱对根癌病的抗性,发掘优良种质资源,为大樱桃砧木的选育和发展提供一定的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

4个月生大叶草樱实生苗:大叶草樱种子于2010年10月购于山东省莱阳市。将大叶草樱种子沙藏120d后播在营养钵内,在温室中培育。育苗基质由蛭石、沙壤土和草炭以体积比1:1:1混匀配成,经121℃高压灭菌20min。

向日葵幼苗:之前做过预试验,向日葵根癌病的发病相当严重,全部长瘤,多次处理结果一致,因此,用以鉴定菌株致病性<sup>[11]</sup>,育苗基质同大叶草樱实生苗。

供试菌株:所用菌株从采自北京郊区病桃株根部的癌瘤中分离得到,为Ap10(发根土壤杆菌),Ap2(根癌土壤杆菌)<sup>[13]</sup>,由本实验室保存。菌株活化后配成 $10^8$  cfu/mL菌悬液,接种前进行致病性测验。

### 1.2 针刺接种

230株大叶草樱实生苗(接种220株,对照10

株),茎粗3mm以上,以株为单位编号和挂牌登记。在每株距根茎2cm的茎基处,用70%的酒精擦拭,然后用一次性7号注射器接种,接种深度以触及木质部为准,接种处留1滴菌液。接种后用脱脂棉包扎接种部位保湿1周。Ap2、Ap10各接种110株,每株接种3个位点,位点间隔1.0~1.5cm。10株对照注入无菌水。20株向日葵做同样处理,10株接种Ap2,10株接种Ap10,用以鉴定菌株致病性。接种植株在温室中进行常规管理,温度控制在20~25℃之间。

### 1.3 调查

接种60d后调查瘤径大小,用游标卡尺横向测量肿瘤处枝条的直径(肿瘤+枝条)和肿瘤上方枝条的直径,两者之差即为瘤径大小。分别评价大叶草樱对Ap2和Ap10的抗性及其抗性分离情况。

### 1.4 抗性评价

根据株最大肿瘤直径将单个植株发病情况分为6个等级。0级为未发病,与对照无差异;1级为瘤径1.0~3.0mm;2级为瘤径3.1~5.0mm;3级为瘤径5.1~7.0mm;4级为瘤径7.1~10.0mm;5级为瘤径>10.0mm;各病级对应的单株根癌病抗性依次为免疫(I)、高抗(HR)、中抗(MR)、低抗(LR)、感病(S)和易感病(HS)。

根据病情指数将大叶草樱对根癌病的群体抗性分为6个等级。免疫(I),无症状,病情指数为0;高度抗病(HR),病情指数>0,≤20;中度抗病(MR),病情指数>20,≤40;低度抗病(LR),病情指数>40,≤60;感病(S),病情指数>60,≤80;易感病(HS),病情指数>80。

$$\text{病情指数} = \frac{\sum(\text{病级} \times \text{同病级株数})}{\text{最高病级} \times \text{调查总株数}} \times 100$$

## 2 结果与分析

### 2.1 大叶草樱对根癌土壤杆菌的抗性评价

试验结果表明,大叶草樱对根癌土壤杆菌的病情指数为23.65,根据抗性评价标准评价为群体中度抗病,大叶草樱群体内性状分离广泛(表1)。接种60d后,10株注入无菌水的对照植株均未发病,

表 1 大叶草樱对根癌土壤杆菌的抗性

Table 1 Resistance of Dayecaoying to *A. Tumefaciens* Conn

株号 Seedlings' No.	最大瘤径/mm Max diameter of tumor	抗型 Resistance	株号 Seedlings' No.	最大瘤径/mm Max diameter of tumor	抗型 Resistance	株号 Seedlings' No.	最大瘤径/mm Max diameter of tumor	抗型 Resistance
1	0.0	I	36	4.4	MR	71	3.6	MR
2	0.0	I	37	0.0	I	72	8.3	S
3	0.0	I	38	2.6	HR	73	6.4	LR
4	2.6	HR	39	3.6	MR	74	0.0	I
5	4.3	MR	40	1.6	HR	75	5.8	LR
6	1.2	HR	41	2.9	HR	76	7.3	S
7	0.0	I	42	1.2	HR	77	1.1	HR
8	3.2	MR	43	6.7	LR	78	3.8	MR
9	3.0	HR	44	2.0	HR	79	3.9	MR
10	3.2	MR	45	0.0	I	80	0.0	I
11	5.3	LR	46	0.0	I	81	3.9	MR
12	2.7	HR	47	2.0	HR	82	2.4	HR
13	3.7	MR	48	0.0	I	83	0.0	I
14	1.3	HR	49	0.0	I	84	4.6	MR
15	0.0	I	50	3.3	MR	85	8.3	S
16	0.0	I	51	5.0	MR	86	2.0	HR
17	0.0	I	52	7.3	S	87	1.1	HR
18	0.0	I	53	1.5	HR	88	0.0	I
19	2.0	HR	54	0.0	I	89	1.0	HR
20	0.0	I	55	0.0	I	90	1.9	HR
21	0.0	I	56	4.0	MR	91	2.4	HR
22	5.6	LR	57	4.7	MR	92	0.0	I
23	6.7	LR	58	3.4	MR	93	0.0	I
24	2.4	HR	59	4.5	MR	94	0.0	I
25	5.0	MR	60	1.3	HR	95	0.0	I
26	4.7	MR	61	0.0	I	96	0.0	I
27	0.0	I	62	0.0	I	97	1.8	HR
28	1.1	HR	63	1.1	HR	98	1.8	HR
29	3.1	MR	64	2.6	HR	99	0.0	I
30	3.0	HR	65	5.6	LR	100	4.8	MR
31	0.0	I	66	1.1	HR	101	2.4	HR
32	4.4	MR	67	3.1	MR	102	5.2	LR
33	0.0	I	68	0.0	I	103	2.8	HR
34	2.6	HR	69	3.9	MR	104	1.6	HR
35	3.6	MR	70	0.0	I			

注：I(Immune)为免疫，HR(High resistance)为高度抗病，MR(Middle resistance)为中度抗病，LR(Low resistance)为低度抗病，S(Susceptibility)为感病，HS(High susceptibility)为易感病。10株对照均未发病，10株向日葵均发病。下表同。

Note: I indicates immune, HR indicates highly resistant, MR indicates moderately resistant, S indicates susceptible and HS indicates highly susceptible. The 10 controlled seedlings didn't take any symptom and the 10 plants of sunflower were all morbid. The same as follows.

10株向日葵发病明显。接种的110株大叶草樱实生苗中6株死亡,其余104株的最大瘤径为8.3 mm。接种植株中有34株未发病(I),33株最大瘤径1.0~3.0 mm(HR),25株3.1~5.0 mm(MR),

8株5.1~7.0 mm(LR),4株7.0~10.0 mm(S),免疫、高抗、中抗、低抗和感病植株分别占群体总数的32.69%、31.73%、24.04%、7.69%和3.85%(表2)。群体中不存在易感病植株。

表2 大叶草樱对根癌土壤杆菌的抗性分离情况

Table 2 Resistant segregation of Dayecaoying population to *A. Tumefaciens* Conn

抗病程度 Resistance	最大瘤径/mm Max diameter of tumor	株数 Seedings' number	抗性分布/% Resistant distribution
免疫 Immune	0.0	36	32.69
高抗 High resistance	3.0	32	31.73
中抗 Middle resistance	5.0	24	24.04
低抗 Low resistance	6.7	8	7.69
感病 Susceptibility	8.3	4	3.85
易感病 High susceptibility	—	0	0

## 2.2 大叶草樱对发根土壤杆菌的抗性评价

试验结果表明,大叶草樱对发根土壤杆菌的病情指数为18.63,根据抗性评价标准评价为群体高度抗病,大叶草樱群体内性状分离广泛(表3)。接种60 d后,10株注入无菌水的对照植株均未发病,10株向日葵植株发病明显。接种的110株大叶草

樱实生苗中8株死亡,其余102株的最大瘤径为4.7 mm。接种植株中有17株未发病(I),75株最大瘤径1.0~3.0 mm(HR),10株3.1~5.0 mm(MR),免疫、高抗和中抗植株分别占群体总数的16.67%、73.53%和9.80%(表4)。群体中不存在低抗、感病和易感病植株。

表3 大叶草樱对发根土壤杆菌的抗性

Table 3 Resistance of Dayecaoying to *A. rhizogenes* Conn

株号 Seedings' No.	最大瘤径/mm Max diameter of tumor	抗型 Resistance	株号 Seedings' No.	最大瘤径/mm Max diameter of tumor	抗型 Resistance	株号 Seedings' No.	最大瘤径/mm Max diameter of tumor	抗型 Resistance
111	0.6	I	146	1.5	HR	181	0.9	I
112	1.4	HR	147	0.4	I	182	1.0	HR
113	1.8	HR	148	0.9	I	183	1.7	HR
114	3.2	MR	149	3.1	MR	184	1.1	HR
115	4.7	MR	150	1.3	HR	185	1.0	HR
116	1.0	HR	151	3.5	MR	186	1.8	HR
117	1.8	HR	152	1.4	HR	187	1.8	HR
118	2.2	HR	153	1.4	HR	188	1.1	HR
119	2.0	HR	154	4.3	MR	189	2.9	HR
120	1.6	HR	155	2.1	HR	190	1.7	HR
121	2.2	HR	156	1.9	HR	191	1.9	HR
122	0.6	I	157	2.4	HR	192	2.3	HR

续表

株号 Seedlings' No.	最大瘤径/mm Max diameter of tumor	抗型 Resistance	株号 Seedlings' No.	最大瘤径/mm Max diameter of tumor	抗型 Resistance	株号 Seedlings' No.	最大瘤径/mm Max diameter of tumor	抗型 Resistance
123	2.9	HR	158	3.2	MR	193	0.8	I
124	2.5	HR	159	0.9	I	194	1.4	HR
125	1.2	HR	160	1.6	HR	195	1.9	HR
126	2.5	HR	161	1.7	HR	196	2.4	HR
127	1.2	HR	162	0.5	I	197	0.9	I
128	2.1	HR	163	2.1	HR	198	2.2	HR
129	3.1	MR	164	1.2	HR	199	2.6	HR
130	1.6	HR	165	2.4	HR	200	1.4	HR
131	2.5	HR	166	1.4	HR	201	2.0	HR
132	0.7	I	167	1.7	HR	202	0.5	I
133	1.7	HR	168	0.9	I	203	2.1	HR
134	2.4	HR	169	2.0	HR	204	0.4	I
135	1.8	HR	170	2.4	HR	205	3.2	MR
136	1.5	HR	171	1.9	HR	206	2.5	HR
137	1.4	HR	172	1.0	HR	207	1.9	HR
138	1.2	HR	173	1.1	HR	208	1.2	HR
139	2.0	HR	174	1.4	HR	209	0.5	I
140	1.2	HR	175	1.7	HR	210	0.9	I
141	1.2	HR	176	1.6	HR	211	1.7	HR
142	0.7	I	177	3.5	MR	212	1.3	HR
143	2.6	HR	178	1.3	HR			
144	0.8	I	179	3.2	MR			
145	2.1	HR	180	1.7	HR			

表 4 大叶草樱对发根土壤杆菌的抗性分离情况

Table 4 Resistant segregation of Dayecaoying population to *A. rhizogenes* Conn

抗病程度 Resistance	最大瘤径/mm Max diameter of tumor	株数 Seedlings' number	抗性分布/% Resistant distribution
免疫 Immune	0.9	21	16.67
高抗 High resistance	2.9	71	73.53
中抗 Middle resistance	4.7	10	9.80
低抗 Low resistance	—	0	0
感病 Susceptibility	—	0	0
易感病 High susceptibility	—	0	0

### 3 讨论

1) 本试验采用的是地上部接种根癌菌的方式。Stover 等<sup>[14]</sup>和 Zonia 等<sup>[15]</sup>的研究都表明, 植株地上部接种与地下部接种后产生的感病反应具有高度相关性, 应用地上部接种能衡量供试材料对根癌病的敏感性。高秀萍<sup>[16]</sup>在葡萄新梢与根系对根癌土壤杆菌的敏感性试验中也指出根系和新梢上均能形成瘿瘤, 但是根系上的瘿瘤不规则而且差异不明显, 不能反映品种间抗病性差异, 而新梢上的瘿瘤则因瘤径大小差异较大能很好地反应品种间的抗性差异。侯纪展<sup>[2]</sup>等在对大樱桃根癌病的发生与防治研究中得出大樱桃根癌病不但危害根部, 而且危害根颈、枝干, 主根与侧根上的癌瘤危害较轻, 而且发病带有随机性, 很难观察。因此本试验采用地上部主干接种法来鉴定植物对根癌病的抗性是可行的, 且比地下部接种更利于试验的观察与统计。

2) 不同研究者对于根癌病的接种方法、评价指标和抗性评价标准存在不同观点<sup>[17-21]</sup>。根癌菌接种方法多种多样, 张春明<sup>[22]</sup>等在拮抗桃树根癌病菌株的筛选中, 采用在茎部划三道平行伤口, 然后用菌液保湿的接种方法。采用这种方法, 首先, 伤口长度、深浅不易控制, 接种量不定; 其次, 瘿瘤形状不规则, 数量不确定, 很难进行客观的评价。高秀萍<sup>[16]</sup>等对葡萄抗根癌病的研究中, 采用了在根部制造伤口, 用菌液浸泡的接种法。这种方法费时费力, 而且肿瘤生长不规则, 瘤径大小差异不明显, 不能反映出抗性差异。目前, 地上茎部针刺法是运用比较多的接种方法<sup>[16-18, 23-24]</sup>, 这种方法操作简便, 接种量容易控制, 肿瘤生长规则, 易调查。本试验采用的就是这种接种方式。

3) 在此研究过程中为避免因肿瘤体积小造成误差, 并未以肿瘤体积、表面积和瘤重作为抗性评价指标。试验中采用接种后 60 d 时的最大瘤径作为抗性评价指标。目前, 相对合理的是以平均瘤径作为抗性指标或是以平均瘤径结合其他因素综合评价。例如, 李淑平<sup>[25]</sup>等将发病率、平均瘤径和植株长势 3 个指标结合不同樱桃砧木的抗癌能力综合评价樱桃对根癌病的抗性; 刘长红等<sup>[17]</sup>亦是单株平均瘤径作为单株抗性评价依据。不可否认以平均瘤

径作为抗性指标比较客观, 但本研究认为以最大瘤径作为单株抗性评价指标更为可取。首先, 以平均瘤径作为依据会忽略掉根癌菌的最大致病性; 其次, 以最大瘤径作为抗性指标提高了抗性标准, 对单株抗病性要求更加严格, 一些以株平均瘤径为指标评价为高抗的单株, 以最大瘤径作为标准只能定位为中度抗病, 其中差异甚大。因此, 以最大瘤径作为抗性评价指标更有利于后期砧木的筛选和应用。

4) 抗性评价分级标准也成为争议性的问题。王克等<sup>[20]</sup>在研究葡萄砧木对根癌病的抗性时按瘿瘤体积将发病程度分为 6 个等级, 以此计算出的病级指数将葡萄对根癌病的抗病性分为 5 个等级, 分别是: 抗病、中抗、中感、感病和高感; 柴菊华<sup>[24]</sup>在研究中国葡萄属野生种对根癌病的抗性时以平均瘤径作为指标将抗性分为高抗、中抗、中感和高感 4 个等。以上 2 种分级标准都具有一定的缺陷, 在抗性分级上界内一直没有统一的标准, 有待进一步规范。

试验过程中发现, 幼苗的生长势和枝条的幼嫩程度均与发病程度成正相关。幼苗生长势越强, 枝条越嫩, 发病越严重, 肿瘤越大, 结果与刘长红等<sup>[23]</sup>在毛桃上的研究恰恰相反, 这可能与树龄不同有关, 也可能因为树种而异。另外, 温度和光照也是影响发病的重要因素。因此, 在试验过程中保持环境一致性至关重要。试验过程中, 14 株幼苗接种根癌菌后相继死亡, 可能是由于植株过于敏感, 还有待考证。

### 4 结论

从试验结果可以看出, 大叶草樱对各个致病菌株的抗性不同, 对根癌土壤杆菌的抗性为中度抗病, 而对发根土壤杆菌的抗性为高度抗病。而且大叶草樱对 2 种病菌都存在显著的性状分离现象, 免疫、高抗植株比例较高, 说明大叶草樱对根癌病的抗性很强, 是优质的种质资源, 具有较高的应用价值。

### 参 考 文 献

- [1] 黄贞光, 赵改荣, 韩礼星, 等. 甜樱桃根癌病的危害与控制[J]. 果农之友, 2010(4): 6
- [2] 侯纪展, 王钦伦, 田宝江, 等. 大樱桃根癌病的发生与防治试验[J]. 北方果树, 2006(2): 11-12
- [3] 李世贤, 张义刚. 果树根癌病的发生为害及防治现状[J]. 西南园艺, 2004, 5(32): 20, 23

- [4] 迟晓红. 大樱桃根癌病的识别与防治[J]. 烟台果树, 1996(2): 39
- [5] 金方伦. 李根癌病的发生原因及防治措施[J]. 中国南方果树, 1997, 26(2): 44
- [6] 梁志宏, 王慧敏, 王建辉. E26 防治植物根癌病的效果及其稳定性初步研究[J]. 中国农业大学学报, 1997, 6(1): 91-95
- [7] 韩明三. 甜樱桃砧木利用现状与研究进展[J]. 北方果树, 1998(6): 3-4
- [8] 孙加顺. 优质大樱桃砧木大青叶通过鉴定[J]. 北京农业, 2001(5): 36
- [9] 赵彦杰. 甜樱桃砧木品系对根癌病抗性的研究[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(3): 435, 437
- [10] 郭梁. 甜樱桃实生后代品质性状的遗传变异及远缘杂种根癌病抗性鉴定[D]. 泰安: 山东农业大学, 2007
- [11] 王慧敏, 隋新华, 李建强. 樱桃根癌土壤杆菌及其对土壤杆菌素 84 敏感性的研究[J]. 微生物学报, 1998, 38(5): 381-385
- [12] 李莹莹. 大连地区大樱桃根癌病的研究[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2008
- [13] Moore L M, Anderson A, Kado C I. 土壤杆菌属 (*Agrobacterium*). 植物病原细菌鉴定实验指导[M]. 张克勤, 译. 贵州: 贵阳人民出版社, 1986: 28-43
- [14] Stover E W, Walsh C. Grown gall in apple rootstocks: Inoculation above and below soil and relationship to root mass proliferation[J]. Hortscience, 1998, 33(1): 92-95
- [15] Zoina A, Raio A. Susceptibility of some peach rootstocks to crown gall[J]. Journal of Plant Pathology, 1999, 81(3): 181-187
- [16] 高秀萍. 葡萄抗根癌病鉴定方法的研究[J]. 山西果树, 1992(4): 15-18
- [17] 刘长红, 李辉, 叶航, 等. 长柄扁桃对根癌病的抗性研究[J]. 北京农学院学报, 2009, 24(3): 14-16
- [18] 赵玉辉, 周宇, 张开春, 等. 樱桃砧木根癌病敏感性评价方法[J]. 沈阳农业大学学报, 2005, 36(5): 609-611
- [19] 柴菊华, 崔彦志. 葡萄对根癌病的抗性研究进展[J]. 葡萄栽培与酿酒, 1997(4): 52-55
- [20] 王克, 高秀萍, 傅望衡. 葡萄砧木对根癌病抗性的研究[J]. 中国果树, 1990(3): 12-16
- [21] 游积峰, 谢雪梅, 陈培民. 内蒙古西部区葡萄根癌病发生分布调查报告[J]. 内蒙古园艺, 1982(合刊): 7-11
- [22] 张春明, 陆仕华, 钱国琛. 拮抗桃树根癌病菌株的筛选[J]. 上海农业学报, 1988, 4(1): 37-42
- [23] 刘常红, 贾克功, 朱立新, 等. 毛桃对根癌病的抗性研究[J]. 中国农业大学学报, 2009, 14(5): 68-71
- [24] 柴菊华, 贺普超, 程廉, 等. 中国葡萄属野生种对根癌病的抗生研究[J]. 园艺学报, 1997, 24(2): 129-132
- [25] 李淑平, 张福兴, 孙庆田, 等. 樱桃根癌病研究进展[J]. 烟台果树, 2010(2): 7-9

责任编辑: 苏燕