

DOI:10.11937/bfyy.201604029

不同甜瓜材料白粉病抗性鉴定

王惠林¹, 贾宋楠¹, 郑健²

(1. 新疆农业大学 林学与园艺学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2. 国家瓜类工程研究技术中心, 新疆 昌吉 831100)

摘要:以不同甜瓜材料为试材, 采用田间自然发病和室内苗期人工接种 2 种方法, 研究了 88 份甜瓜材料的抗病性, 并对昌吉地区甜瓜白粉病生理小种进行鉴定, 以比较不同甜瓜材料白粉病的抗病性差异, 筛选优质的抗白粉病甜瓜资源。结果表明: 昌吉地区甜瓜白粉病病原菌是单囊壳(*Podosphaera xanthii*)小种 1, 筛选出 Km40、Vm12-21、Vm 12-22、Vm12-23 等 14 份抗病甜瓜材料。

关键词:甜瓜; 白粉病; 抗性鉴定; 生理小种

中图分类号:S 652 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)04-0112-06

白粉病广泛发生于黄瓜、西瓜和甜瓜等葫芦科瓜类作物中, 在法国、苏丹、美国、以色列、日本等国都有报道^[1]。我国的瓜类白粉病病原菌主要属于白粉菌属二孢白粉菌(*Golorinomyces cichoracearum* D C ex Mecat)和单囊壳属单囊壳菌(*Podosphaera xanthii* (Schlecht. Ex Fr.) Poll.)^[2]。发病初期, 在感病植株的子叶、叶柄、叶

片和茎蔓上会有一层白色的粉状物, 影响植株的光合效能和蒸腾效率, 发病较严重的植株则黄萎、干枯死亡, 使甜瓜的产量和品质严重下降^[3]。以往的研究主要针对新疆 4 个有代表性的甜瓜产区甜瓜白粉病病原物分生孢子形态、萌发方式及鉴别寄主的反应等方面, 以及对新疆甜瓜白粉病病原菌的种、专化型和生理小种进行鉴定, 建立科学合理的抗病性鉴定方法。但由于甜瓜抗白粉病品种很少, 成为抗病育种的瓶颈, 因此, 抗病材料的鉴定和发掘成为育种工作展开的基础和前提。现将苗期人工接种与田间自然发病相结合, 比较了 2 种发病环境下 88 份甜瓜材料苗期发病情况, 对甜瓜材料进行白

第一作者简介:王惠林(1971-), 男, 硕士, 副教授, 现主要从事西甜瓜抗病遗传育种等研究工作。E-mail: wanghuilin@126.com.

基金项目:国家科技支撑资助项目(2014BAD01B0805)。

收稿日期:2015-09-30

Tissue Culture and Virus Elimination Technique for Apple Dwarf Rootstock

YANG Yanmin, WEI Yongxiang, LIU Cheng, ZHANG Duo, WANG Xingdong, LIU Youchun

(Liaoning Institute of Pomology, Yingkou, Liaoning 115009)

Abstract: Taking 'Mark 9', 'Liaozhen No. 2' and 'GM256' apple dwarf rootstock varieties which were commonly used in Liaoning as materials, the technique of tissue culture and heat treatment were studied to establish a rapid propagation system for virus-free apple dwarf rootstock. The results showed that for 'Mark 9', MS+6-BA 1.5 mg/L+NAA 0.1 mg/L, 6-BA 0.8 mg/L+NAA 0.1 mg/L and 1/2MS+IBA 0.5 mg/L+NAA 0.3 mg/L were the best media for inducing, proliferating and rooting, respectively, induction rate was 85.7%; for 'Liaozhen No. 2', MS+6-BA 1.5 mg/L+NAA 0.1 mg/L and 6-BA 0.5 mg/L+NAA 0.1 mg/L were the best media for inducing and proliferating, respectively, induction rate was 87.5%, the rooting medium same as 'Mark 9'; for 'GM256', MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.1 mg/L and 6-BA 0.8 mg/L+NAA 0.1 mg/L were the best media for inducing and proliferating, respectively, induction rate was 78.5%, the rooting medium same as 'Mark 9'. The heat resistance of 'Mark 9' was the strongest, followed by the 'GM256' and 'Liaozhen No. 2'. The effect of virus elimination was the best with heat treatment for 40 days, the virus-free rate were 53.33%, 66.67% and 71.43% for 'Mark 9', 'Liaozhen No. 2' and 'GM256', respectively. Treated for 5 minutes by 1 000×cytex, the survival rate of transplant were the highest, of which 93.33%, 92.00%, 87.50% for three varieties tested, respectively.

Keywords: apple; dwarf rootstock; tissue culture; rapid propagation; virus elimination

粉病抗感鉴定,筛选出抗病种质,以期为甜瓜抗白粉病育种提供科学可靠的参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试甜瓜共 88 份,分别来自日本、韩国、法国、新疆疆内及疆外地区,它们来源于厚皮甜瓜自交纯系、抗病材料和感病材料的杂交后代。所有材料的特性和来源见表 1。国际通用的甜瓜白粉病生理小种鉴别寄主相关特性见表 2。编号分别为 IranH、TopmarK、Vedrantais、PMR45、PMR6、Edisto47、PI124112、PI414723、PMR5、MR1、NantaisOblong、WMR29、PI124111。以上供试材料均由新疆农业大学林学与园艺学院和国家瓜类工程技术研究中心提供。

表 1

88 份供试甜瓜材料的来源及特性

Table 1			Characteristics and sources of melon materials for test		
材料编号	主要特性	来源	材料编号	主要特性	来源
Number of materials	Characteristics	Source	Number of materials	Characteristics	Source
Km0-2	圆球形黄皮光滑白肉,质柔,生育期 78 d	山东	Km55-2	椭圆形,青绿皮,网纹,桔红肉,质脆,少汁	韩国
Km1-1	短椭圆黄皮白肉,质软,有香味	日本	Km56-2	高圆形,灰绿皮,网纹,桔红肉,质柔,多汁	日本
Km3-2	圆球形黄皮,白肉,质软,有香味	日本	Km57	圆形,淡黄皮,网纹,青边桔红肉,质柔	新疆
Km4-1	圆形黄皮青肉,质软,肉带香味	日本	Km58	圆形淡黄皮,桔红肉,橘黄瓤,质柔少汁	多亲杂交
Km5-1	圆形黄皮,白肉,质软,有香味	日本	Km59	短椭圆至圆形,黄绿皮,橘黄肉,橘黄瓤,肉软,多汁	新疆
Km6-1	高圆浅桔黄青白肉,质柔	日本	Km61	白皮圆形,网纹,青白肉,白瓤,肉软,少汁	日本
Km7-1	圆球形浅桔黄青白肉,质柔	日本	Bm47	长椭圆、绿麻皮密网,红肉质脆	多亲杂交
Km9	圆球形黄皮青白肉,质软,多汁	日本	Bm49	椭圆形,绿麻密网,红肉质脆	多亲杂交
Km11-1	圆球形黄皮,白肉,质软,少汁,种腔大	日本	Bm51	高圆形,青绿皮网纹,桔黄肉质脆	多亲杂交
Km12	圆球形,黄皮,桔红肉,肉软,多汁,略带香味	山东	Bm54	高圆形,绿麻皮密网/白皮密网,红肉质脆	多亲杂交
Km13	扁圆形黄皮,桔红肉,肉软,多汁,略带香味	山东	Bm57	短椭圆或高圆白皮网纹,桔黄肉质脆	多亲杂交
Km15	圆球形黄皮,青边桔红肉,质软	山东	m711	椭圆黄皮密网,桔黄肉,质脆	新疆
Km16	椭圆黄皮,青边桔红肉,质脆,多汁	新疆	m607	扁圆形黄皮,白肉,质柔	日本
Km17	长椭圆黄皮,桔红肉,肉软,多汁,带香味	海南	m540	圆形黄皮,桔红肉,质脆	山东
Km18	卵圆形,白皮,桔红肉,质脆肉硬,少汁	新疆	m634	高圆灰绿麻皮网纹,青边桔黄肉,质脆	多亲杂交
Km19	长椭圆,黄皮,网纹,桔红肉,略带香味	新疆	m562	长椭圆,墨绿皮网纹,桔黄肉,质柔	新疆
Km20-1	长椭圆,黄皮,网纹,黄白肉	新疆	m581	椭圆形,墨绿皮网纹,桔红肉质脆紧实	多亲杂交
Km21-1	椭圆白皮,桔黄肉,质软	新疆	m677	短椭圆形,黄绿麻皮,墨绿条斑,青白肉质软,多汁	新疆
Km23	扁圆形,白皮,桔黄肉,质软,略带香味	山东	Bxkx	卵圆形或扁圆,灰黄绿皮有棱,青白肉质软,汁多	新疆
Km25	圆球形,浅黄皮,青白肉,肉软	山东	m795	短椭圆或高圆,黄皮,桔红肉质脆	多亲杂交
Km26	圆形,黄皮,桔红肉,肉软	山东	Vm12-19	椭圆形,黄皮密网,桔黄肉,质脆	杂交一代
Km27	高圆浅黄皮,桔红肉,质软	山东	Vm12-20	椭圆形,桔黄皮密网,桔黄肉,质脆	杂交一代
Km28	长椭圆,黄皮,桔红肉,多汁,肉软,带香味	海南	Vm12-21	椭圆形,黄皮密网,桔黄肉,质脆	杂交一代
Km29	圆形,浅黄皮,白肉,肉软,略带香味	山东	Vm12-22	椭圆形,黄皮密网,桔黄肉,质脆	杂交一代
Km30	扁圆形,黄皮,白边桔红肉,肉软,少汁,略带香味	山东	Vm12-23	长椭圆形,黄皮密网,桔黄肉,质脆	杂交一代
Km31	扁圆形,黄皮,青边白肉,质软	山东	Vm12-24	长椭圆形,黄皮密网,桔黄肉,质脆	杂交一代
Km32	扁圆形,黄皮,白边桔红肉,肉软,多汁	山东	Vm12-25	椭圆形,黄皮密网,桔黄肉,质脆	杂交一代
Km33	圆形,浅黄白皮,桔红肉,质软	新疆	Vm12-45	圆形桔黄皮,红肉质柔	杂交一代
Km35	长椭圆黄皮,网纹,桔红肉,质脆,多汁	新疆	Vm12-46	圆形桔黄皮,桔黄肉质脆	杂交一代
Km36	短椭圆形,青黄皮,深绿条带,青白肉,质软,多汁	新疆	Vm12-47	圆形桔黄皮,桔黄肉质脆	杂交一代
Km37	高圆形,青黄皮,深绿条带,青肉,质软,多汁	新疆	Vm12-49	高圆形桔黄皮,白肉质柔	杂交一代
Km38-2	长椭圆形,黄皮,网纹,桔红肉,质脆,多汁,略带香味	新疆	Vm12-50	高圆形桔黄皮,白肉质柔	杂交一代
Km41	长椭圆形,黄皮,网纹,桔红肉,肉脆,少汁	新疆	Vm12-54	椭圆形,黄皮密网,桔黄肉,质脆	杂交一代
Km43-2	长椭圆形,黄皮,网纹,桔红肉,肉脆,少汁	新疆	Vm12-55	椭圆形,桔黄皮密网,桔黄肉,质脆略柔	杂交一代
Km44	长椭圆形,绿皮,青边桔红肉,质柔,多汁	新疆	Vm12-56	椭圆形,桔黄皮密网,桔黄肉,质脆略柔	杂交一代
Km45	长椭圆形,青黄皮,深绿条带,青白肉,质软,少汁	新疆	Vm12-57	椭圆形,桔黄皮密网,桔黄肉,质脆	杂交一代
Km46	长椭圆形,青绿皮,墨绿条斑,青边桔红肉	新疆	Vm12-58	椭圆形,桔黄皮密网,桔黄肉,质脆	杂交一代
Km47-4	长椭圆形,黄皮,网纹,青边桔红肉,肉脆,多汁	新疆	Vm12-59	椭圆形,桔黄皮密网,桔黄肉,质脆	杂交一代
Km49-2	圆形黄皮,青边桔红肉,质软,多汁	法国	Vm12-61	长椭圆形,桔黄皮密网,桔黄肉,质脆	杂交一代
Km50	长椭圆形黄皮,桔红肉,质软,少汁	新疆	Vm12-62	椭圆形,浅黄皮密网,桔黄肉,质脆	杂交一代
Km51	椭圆形黄皮,网纹,青边桔红肉,质柔,多汁	新疆	Vm12-63	椭圆形,黄皮密网,桔黄肉,质脆	杂交一代
Km52-1	长椭圆绿皮,网纹,桔红肉,质脆,多汁	多亲杂交	Vm12-64	椭圆形,黄皮密网,桔黄肉,质脆	杂交一代
Km53-2	椭圆绿皮,网纹,浅桔红肉,质脆,多汁	韩国	Vm11-2	圆形桔黄皮,白肉质柔	杂交一代
Km54-1/2	椭圆形绿皮,深绿斑,浅红白肉,质柔,多汁	韩国	Vm11-61	椭圆形,桔黄皮稀网,桔黄肉,质脆	杂交一代
Km55-1	椭圆形,绿皮,网纹,桔红肉,质硬,少汁,略带香味	韩国			

1.2 试验方法

1.2.1 鉴别寄主的培育 试验于 2013 年在新疆昌吉国家瓜类工程技术研究中心试验基地进行。接种的甜瓜白粉病鉴别寄主采用穴盘育苗,育苗基质为杨树锯末和蛭石。将杨树锯末用 100℃ 的开水高温消毒,杀死锯末中可能存在的虫卵和有害生物,放置常温,将杨树锯末和蛭石以 5:1 的比例混合均匀配制成育苗基质,装入规格为 5×10 个穴的育苗盘中。播种前将基质浇透水,每个穴播 2~3 粒种子,每个材料播 5 个穴,3 个重复,并设对照组。播种后育苗盘上覆塑料薄膜,保持充分的湿度,放在与外界完全隔离的大棚内。每天浇水保持基质的适度湿度,出苗后去膜正常管理。为了保证幼苗正常生长,对叶面喷施完全营养液。

表 2

瓜类白粉病生理小种鉴别寄主抗感反应

Table 2

Resistance reaction of identification host of physiological races of powdery mildew

鉴别寄主 Identification host	单囊壳白粉菌 <i>S. fuliginea</i>				二孢白粉菌 <i>E. cichoracearum</i>			
	小种 Race 0	小种 Race 1	小种 Race 2US 小种 Race 2France	小种 Race 3	小种 Race 4	小种 Race 5	小种 Race 0	小种 Race 1
Iran H	S	S	S	S	ND	ND	ND	S
Topmark	R	S	S	S	S	S	S	R
Vedrantais	S	S	S	S	S	S	S	S
PMR 45	R	R	R	R	S	R	R	R
PMR 5	R	R	S	S	S	S	R	S
WMR 29	R	R	R	H	ND	S	S	R
Edisto 47	ND	R	R	R	R	ND	ND	ND
PI 414723	R	R	R	R	R	R	R	R
MR 1	ND	R	R	S	ND	R	R	ND
PI 124111	R	R	R	S	R	R	S	R
PI 124112	ND	R	R	R	R	ND	R	R
PMR 6	R	R	R	R	S	ND	ND	ND
Nantais oblong	R	S	S	ND	ND	S	S	R

注:S表示感病;R表示抗病;H表示杂合;ND表示目前无数据。

Note:S means susceptible;R means resistance;H means heterozygous;ND means no data by now.

1.2.2 孢子悬浮液的准备 7月中旬田间白粉病普遍发生,从田间3块试验地中随机选取白粉病发病严重的新鲜甜瓜叶片,各用灭菌过的毛刷将白粉收集到无菌蒸馏水中,高速搅拌,打散孢子团。把涂布好孢子液的载玻片先放到40倍光学显微镜下直接镜检,然后用接种针挑取单孢,放置在未感病且用酒精消毒过的新鲜甜瓜叶片上,再放入装有琼脂糖培养基的培养皿中进行培养。将培养皿置于温度(20±0.5)℃、16 h光照、8 h黑暗的培养箱中培养,扩繁菌种^[4]。将在新鲜叶片上培养获得的新鲜孢子挑取到盛有无菌水的烧杯中,再滴加Tween-20(使之终浓度为0.05%),搅拌均匀即可获得孢子悬浮液。用血球计数板计数分生孢子数。测算孢子悬浮液浓度,调整浓度到1×10⁶孢子/mL^[5]。

1.2.3 人工接种 白粉病人工接种试验在国家瓜类工程技术研究中心试验地的大棚内进行,在幼苗第2片真叶平展时采用孢子悬浮液喷雾法接种。用小型手持喷雾器将上述孢子悬浮液均匀喷于寄主平展的叶片。接种后于22~25℃的条件下黑暗保湿24 h,保持白天25~28℃,夜晚18℃的环境控温,每天浇水1次,每3 d喷施1次Hogland营养液,大棚内采用向地面喷洒刚从机井里抽出来的井水的方法降温。

1.2.4 甜瓜白粉病生理小种鉴定 人工接种5~7 d后幼苗开始发病,12~15 d充分发病后开始调查鉴别寄主的抗感反应。根据马双武等^[6]的甜瓜种质资源描述规范和数据标准,计算平均病情级数。苗期病害分级标准:0级,没有病症;1级,叶片正面的白粉病斑面积小于1/3,叶背没有白斑;3级,叶片正面白粉病斑面积大于1/3,叶背的白斑面积小于1/10;5级,叶片正面的白粉病斑面积大于1/3,叶背的白斑面积大于1/10,叶柄上出现少量白斑;7级,叶片正面覆盖白色粉层,叶背的白斑面积大于1/10,叶柄有较多白斑,主茎上出现少量病斑;9级,叶片正面覆盖白色粉层,叶背的白斑面积大于1/10,叶柄上有较多白斑,主茎上覆盖白色霉层。

1.2.5 甜瓜白粉病田间抗性鉴定 试验于2013年春季在国家瓜类工程技术研究中心试验地进行。土壤肥力均匀中等,壤土,滴灌覆膜,以30 cm×300 cm株行距种植,供试材料于4月下旬播种。按照完全随机区组设计,每个区组20株,3次重复。单蔓整枝,田间的种植管理同一般大田生产。白粉病的田间鉴定于甜瓜坐果期进行。田间发病调查采用小区对角线五点法,每个点调查5片叶子,按照马双武等^[6]的甜瓜种质资源描述规范和数据标准,根据每个叶片的白粉状菌丝体覆盖情况划分病情级数,综合3个重复区组的发病情况,计算病情级数,鉴定甜瓜种质的抗病等级。田间生产不进行任何白粉病预防措施,自然发病,以植株发病最严重的叶片病情代表整株病情,将田间病情严重程度分为6级。0级:整株无病斑;1级:有少量叶片上出现了白色粉状病斑,病斑面积占叶片面积的5%以下,茎蔓无病斑;3级:叶片上有少量病斑,面积占总面积的6%~25%,茎蔓上有零星病斑;5级:叶片上产生中等数量的白粉状病斑,占总面积的26%~50%,茎蔓上有少量病斑;7级:叶片的白粉病病斑数量较多,占叶面积的51%~75%,主茎上出现少量病斑;9级:叶片上的白粉病病斑数量很多且粉层较厚,面积占76%~100%,茎蔓上有较多病斑^[6-7]。

1.2.6 苗期人工接种白粉病抗性鉴定 试验于2013年春夏季,在国家瓜类工程技术中心的大棚内进行。试验按随机区组设计,每个区组10穴,每穴直播2粒种子,3次重复。采用甜瓜白粉病生理小种鉴定的孢子悬浮液接种。播种、育苗、苗期管理和抗性鉴定同1.2.1~1.2.5。

1.3 项目测定

病情级数 $DI = \sum (S_i \times n_i) / 9N \times 100$ (S 为发病级别, n 为相应发病级别的株数, i 为病情分级的各个级别, N 为调查总株数观测量)。根据平均病情级数确定各鉴别寄主的白粉病抗性级别:将病情指数≤33.33 定义为抗病,病情指数>33.33 定义为感病。免疫(IM): $DI =$

0;高抗(HR): $DI=0.01\sim11.11$;中抗(MR): $DI=11.12\sim22.22$;抗病(R): $DI=22.23\sim33.33$;感病(S): $DI=33.34\sim55.55$;中感(MS): $DI=55.56\sim77.77$;高感(HS): $DI=77.78\sim100.00$ ^[6]。

2 结果与分析

2.1 甜瓜白粉病菌生理小种鉴定结果

由表2、3可知,引起新疆昌吉地区甜瓜发病的白粉病菌是单囊壳白粉菌(*Podosphaera xanthii* (Schlecht. Ex Fr.) Poll.)小种1。

表3 甜瓜13个鉴别寄主抗感反应

Table 3 The reaction of resistance of 13 identification hosts

鉴别寄主 Identification hosts	发病情况 Incidence	鉴别寄主 Identification hosts	发病情况 Incidence
Iran H	S	PMR5	R
TopmarK	S	Nantais oblong	S
PMR45	R	WMR29	R
PMR6	R	Edist047	R
PI124111	R	MR-1	R
PI124112	R	Vedrantais	S
PI414723	R		

表4 不同材料2个时期的田间白粉病抗性鉴定

Table 4 The resistance identification of different materials to powdery mildew

材料编号 Number of materials		病级范围 Range of disease degree		平均病情指数 Average disease index		抗性评价 Resistance evaluation		材料编号 Number of materials		病级范围 Range of disease degree		平均病情指数 Average disease index		抗性评价 Resistance evaluation	
	07-12	07-26	07-12	07-26	07-12	07-26			07-12	07-26	07-12	07-26	07-12	07-26	
Km0-2	1~7	3~9	28.89	67.41	R	MS	Km52-1	1~9	5~9	71.85	88.15	MS	HS		
Km1-1	1~3	5~9	22.96	85.19	R	HS	Km53-2	3~9	7~9	77.78	92.59	HS	HS		
Km2	1~9	3~9	57.04	64.44	MS	MS	Km54-1/2	1~9	3~9	57.04	76.30	MS	MS		
Km3-2	1~9	3~9	46.67	82.22	S	HS	Km55-1	0~3	3~9	11.85	73.33	MR	MS		
Km4-1	1~5	3~9	22.96	62.96	R	MS	Km55-2	0~5	3~9	16.30	71.85	MR	MS		
Km5-1	1~7	3~9	21.48	67.41	MR	MS	Km56-2	1~5	3~9	27.41	73.33	R	MS		
Km6-1	1~5	3~9	20.00	77.78	MR	HS	Km57	1~3	3~9	14.07	73.33	MR	MS		
Km7-1	1~9	5~9	37.78	86.67	S	HS	Km58	1~5	5~9	21.48	89.63	MR	HS		
Km8-1/2	1~3	3~7	12.59	48.15	MR	S	Km59	1	3~9	11.11	76.30	HR	MS		
Km9	1~7	3~7	18.52	52.59	MR	S	Km60	1	3~7	11.11	58.52	HR	MS		
Km11-1	1~7	3~9	48.15	70.37	S	MS	Km61	1~3	7~9	15.56	89.63	MR	HS		
Km12	1~3	7~9	15.56	94.07	MR	HS	Vm12-19	1~7	9	34.81	100.00	S	HS		
Km13	3~9	5~9	76.30	89.63	MS	HS	Vm12-20	1~3	9	15.56	100.00	MR	HS		
Km15	1~9	5~9	49.63	89.63	S	HS	Vm12-21	0	0	0.00	0.00	IM	IM		
Km16	1~7	7~9	55.56	95.56	MS	HS	Vm12-22	0	0	0.00	0.00	IM	IM		
Km17	3~9	7~9	73.33	98.52	MS	HS	Vm12-23	0	0	0.00	0.00	IM	IM		
Km18	1~9	1~7	49.63	54.07	S	S	Vm12-24	0	0	0.00	0.00	IM	IM		
Km19	0~5	3~7	22.96	64.44	R	MS	Vm12-25	0	0	0.00	0.00	IM	IM		
Km20-1	3~9	5~9	64.44	92.59	MS	HS	Vm12-45	1	5~9	11.11	89.63	HR	HS		
Km21-1	1~3	5~9	15.56	80.74	MR	HS	Vm12-46	1~7	3~9	30.37	83.70	R	HS		
Km23	3~9	3~9	80.74	80.74	HS	HS	Vm12-47	1~3	5~9	12.59	83.70	MR	HS		
Km24	1~7	7~9	36.30	95.56	S	HS	Vm12-49	1~7	7~9	30.37	95.56	R	HS		
Km25	1~7	5~9	21.48	85.19	MR	HS	Vm12-50	1~7	7~9	30.37	95.56	R	HS		
Km26	1~7	9	54.07	100.00	S	HS	Vm12-54	0	0	0.00	0.00	IM	IM		
Km27	3~9	9	64.44	100.00	MS	HS	Vm12-55	1~9	7~9	46.67	98.52	S	HS		
Km28	0~3	3~9	12.59	76.30	MR	MS	Vm12-56	0	0	0.00	0.00	IM	IM		
Km29	1~5	3~9	24.44	61.48	R	MS	Vm12-57	0~1	0~5	6.67	17.04	HR	MR		
Km30	1~9	7~9	45.19	89.63	S	HS	Vm12-58	3~7	9	43.70	100.00	S	HS		
Km31	0~3	1~9	16.30	64.44	MR	MS	Vm12-59	1~3	3~5	17.04	46.67	MR	S		
Km32	1~9	7~9	39.26	95.56	S	HS	Vm12-61	1~5	1~5	21.48	37.78	MR	S		

2.2 不同甜瓜材料田间白粉病抗性鉴定

白粉病的田间鉴定受到不同年份发病情况及鉴定时间的影响。在同一年份内,白粉病发病的初期,病原菌较少,白粉虱多从它处飘来散落于植株表面,条件适宜则开始发病,初期往往呈现点状分布。由表4可知,7月12日坐果期即发病初期,高感病(HS)材料有2份,中感病(MS)材料有16份,感病(S)材料有21份,抗病(R)材料有13份,中抗病(MR)材料有24份,高抗病(HR)材料有6份,免疫(IM)材料有16份;7月26日果实膨大期为发病盛期,高感病(HS)材料有48份,中感病(MS)材料有23份,感病(S)材料有6份,抗病(R)材料有2份,中抗病(MR)材料有2份,高抗病(HR)材料有1份,免疫(IM)材料有16份。通过2个时期鉴定结果发现,发病初期即7月12日,甜瓜白粉病平均病情指数较低,发病程度较轻;发病盛期即7月26日的白粉病平均病情指数较高,发病程度较重。因此,白粉病田间调查时期的不同,容易把一些感病材料与抗病材料误判。根据7月26日的病情调查及鉴定,Km40、Vm12-21、Vm12-22、Vm12-23、Vm12-24、Vm12-25、Vm12-54、Vm12-56、Vm12-57、Vm12-62、Vm12-63、Vm12-64、Bm47、Bm49、Bm51、Bm57、m607、m540、m581、Bxkx、m795共21份,表现抗病或免疫。

表 4(续)

Table 4(Continued)

材料编号 Number of materials	病级范围 Range of disease degree		平均病情指数 Average disease index		抗性评价 Resistance evaluation		材料编号 Number of materials	病级范围 Range of disease degree		平均病情指数 Average disease index		抗性评价 Resistance evaluation	
	07-12	07-26	07-12	07-26	07-12	07-26		07-12	07-26	07-12	07-26	07-12	07-26
Km33	1~3	3~9	18.52	77.78	MR	HS	Vm12-62	0	0	0.00	0.00	IM	IM
Km34	3~9	5~9	61.48	82.22	MS	HS	Vm12-63	1~3	1~5	12.59	22.96	MR	R
Km35	1~7	3~9	30.37	60.00	R	MS	Vm12-64	0	0	0.00	0.00	IM	IM
Km36	1~7	3~9	45.19	62.96	S	MS	Vm11-2	1~7	3~9	28.89	85.19	R	HS
Km37	1~7	7~9	49.63	92.59	S	HS	Vm11-61	1~9	9	64.44	100.00	MS	HS
Km38-2	1~5	3~9	25.93	67.41	R	MS	Bm47	0	0	0.00	0.00	IM	IM
Km39-2	0	0	0.00	0	IM	IM	Bm49	0	0	0.00	0.00	IM	IM
Km40	0~1	0~5	0.74	9.63	HR	HR	B51	0	0	0.00	0.00	IM	IM
Km41	1~9	7~9	42.22	97.04	S	HS	Bm54	0~5	0~7	11.85	35.56	MR	S
Km42	3~9	5~9	65.93	91.11	MS	HS	Bm57	0	0	0.00	0.00	IM	IM
Km43-2	1~7	5~9	37.78	82.22	S	HS	m711	1~3	3~9	15.56	71.85	MR	MS
Km44	1~5	7~9	30.37	97.04	R	HS	m607	1~7	0~5	39.26	21.48	S	MR
Km45	3~9	7~9	67.41	94.07	MS	HS	m540	1~3	0	0.00	0.00	IM	IM
Km46	1~3	5~9	21.48	86.67	MR	HS	m634	1~5	3~9	36.30	55.56	S	MS
Km47-4	1~7	5~9	42.22	89.63	S	HS	m562	3~9	3~9	64.44	82.22	MS	HS
Km48-3	0~3	3~9	15.56	79.26	MR	HS	m581	0	0	0.00	0.00	IM	IM
Km49-2	3~9	9	62.96	100.00	MS	HS	m677	1~7	3~9	55.56	76.30	MS	MS
Km50	1~7	5~9	43.70	85.19	S	HS	Bxkx	0~1	1~5	10.37	27.41	HR	R
Km51	1~9	5~9	54.07	88.15	S	HS	m795	0	0	0.00	0.00	IM	IM

注:田间抗病鉴定的材料有 98 份。

Note: There were 98 materials for field resistance identification.

2.3 苗期人工接种抗病鉴定

局部温度、湿度、病原物数量和种类的差异,致使田间植株发病的一致性和均匀性受到田间环境条件的影响。因此,选择室内人工接种的方法隔离外源菌的侵扰,使所有材料在基本一致的环境条件下接种发病,以此来鉴定甜瓜苗期白粉病抗病性^[8-10]。采用 *Podosphaera xanthii* 小种 1 的孢子悬浮液进行苗期接种,由表 5 可知,高感病(HS)材料有 17 份,中感病(MS)材料有 47 份,感病(S)材料有 8 份,抗病(R)材料有 7 份,中抗病(MR)材料有 5 份,高抗病(HR)材料有 4 份,免疫(IM)材料有 0 份。

2.4 2 种鉴定途径的抗性鉴定结果比较

通过田间自然发病和苗期人工接种 2 种方法鉴定,均表现出抗白粉病的材料有 14 份:Km40、Km39、Vm12-21、Vm12-22、Vm12-23、Vm12-24、Vm12-25、Vm12-64、Bm47、Bm49、Bm51、Bm57、m581、m795。

7 月 26 日,田间调查发现 Vm12-57、m607、Vm12-63、Bxkx 表现为 MR 或 R。而在室内人工接种鉴定的结果则表现为 S 或 MS。同时,Vm12-21、Vm12-22、Vm12-23、Vm12-24、Vm12-25、Vm12-54、Vm12-56、Vm12-62、Vm12-64、Bm47、Bm49、Bm51、Bm57、m540、m581、m795 在田间鉴定中对白粉病表现出免疫。而通过室内人工接种却表现为 HR、MR、R,甚至其中部分材料被鉴定为 MS 或 S 材料。由此,表明田间局部的环境条件对白粉病的发生有一定影响。

在田间抗病调查中发现 Km26、Km27、Km49-2、Vm12-19、Vm12-20、Vm12-58、Vm11-61 发病极为严重,被鉴定为 HS 材料。然而,在室内苗期接种鉴定却表现为 MS 或 S。

表 5 不同材料的苗期人工接种抗性鉴定

Table 5 The identified result of resistance of different materials in seeding

材料编号	病级范围	病情指数	抗性评价	材料编号	病级范围	病情指数	抗性评价
Km0-2	5~7	67.41	MS	Km57	0~9	64.44	MS
Km3-2	3~7	61.48	MS	Km58	5~9	85.19	HS
Km4-1	5~9	85.19	HS	Km59	1~9	59.26	MS
Km6-1	3~9	70.37	MS	Km60	0~9	48.89	S
Km7-1	3~9	70.37	MS	Vm12-19	0~9	49.63	S
Km9	5~9	67.04	MS	Vm12-20	3~9	67.41	MS
Km11-1	5~9	73.33	MS	Vm12-21	0~7	22.96	R
Km12	5~9	88.15	HS	Vm12-22	0~5	25.19	R
Km15	5~9	89.63	HS	Vm12-23	0~7	27.96	R
Km16	5~9	77.78	HS	Vm12-24	0~5	21.48	MR
Km17	1~9	83.70	HS	Vm12-25	0~9	29.14	R
Km18	1~9	65.93	MS	Vm12-45	1~9	70.37	MS
Km19	1~9	62.96	MS	Vm12-46	3~9	76.30	MS
Km20-1	1~9	64.44	MS	Vm12-47	1~9	76.30	MS
Km21-1	5~9	78.89	HS	Vm12-49	0~9	60.37	MS
Km23	3~9	80.74	HS	Vm12-50	1~9	69.63	MS
Km26	3~9	74.81	MS	Vm12-54	1~9	64.44	MS
Km27	1~9	74.81	MS	Vm12-55	3~9	80.74	HS
Km28	3~9	67.41	MS	Vm12-56	1~9	57.04	MS
Km29	1~9	69.63	MS	Vm12-57	0~7	36.30	S
Km30	3~9	58.77	MS	Vm12-58	1~9	40.74	S
Km31	1~7	78.77	HS	Vm12-59	0~5	22.22	MR
Km33	1~9	46.30	S	Vm12-61	0~9	62.22	MS
Km34	5~9	64.44	MS	Vm12-62	1~9	46.67	S
Km35	1~9	68.89	MS	Vm12-63	0~9	40.74	S
Km36	3~9	57.04	MS	Vm12-64	0~3	20.74	MR
Km38-2	1~3	65.93	MS	Vm11-2	3~9	68.15	MS
Km39-2	0~3	22.96	R	Vm11-61	3~9	74.44	MS
Km40	1~9	7.41	HR	Bm47	0~5	11.85	MR
Km41	3~9	62.96	MS	Bm49	0~1	1.48	HR
Km43-2	0~7	72.59	MS	Bm51	0~5	14.81	MR
Km44	3~9	41.85	S	Bm54	3~7	62.96	MS
Km45	1~9	66.67	MS	Bm57	0~5	31.11	R
Km46	3~9	55.56	MS	m711	3~9	67.41	MS
Km47-4	1~9	77.78	HS	m607	3~9	64.81	MS
Km48-3	1~9	61.73	MS	m540	3~9	79.63	HS
Km49-2	0~9	71.85	MS	m634	5~9	82.22	HS
Km50	1~9	56.30	MS	m562	7~9	89.63	HS
Km51	3~9	68.89	MS	m581	0~7	28.15	R
Km52-1	5~9	77.78	HS	m677	5~9	84.44	HS
Km53-2	3~9	80.25	HS	Bxkx	3~9	65.93	MS
Km54-1/2	1~9	68.89	MS	m467	0~3	5.93	HR
Km55-1/2	0~9	64.44	MS	Y3	5~9	67.41	MS
Km56-2	0~9	65.93	MS	m795	0~1	2.22	HR

3 讨论与结论

白粉病菌属于高度专化型真菌病害,我国的瓜类白粉病病原菌主要属于 *Golorinomyces cichoracearum* D C ex Mecat 和 *Podosphaera xanthii* (Schlecht. Ex Fr.) Poll.^[11]。白粉病在温室和露地均有发生,随温度湿度增加,发病速度加快,特别是雨后转晴、浇水过多、田间湿度过大、高温高湿交替出现时,病害更加严重。另外,密度过大,瓜秧徒长,通风透光不良,造成发病严重。

通过对甜瓜材料的田间鉴定发现感病材料占有材料的比重是 78.6%,抗病材料所占比重是 21.4%。苗期人工接种鉴定显示:感病材料所占比重是 82%,抗病材料所占比重是 18%。对比 2 种鉴定方法的结果发现人工接种鉴定法比田间自然发病鉴定结果严重,说明室内人工接种鉴定创造了极为适宜白粉病发病的条件。而田间由于气候多变,经常会出现干旱或者大雨。干旱不适宜白粉病的发生蔓延,大雨容易将白粉病菌丝和分生孢子洗刷掉落,并且田间种植密度大或植株叶片之间不通风等发病条件多变。因此,田间发病情况容易受到环境及种植技术方面的影响。

在田间自然发病过程中,可能受其它病害的复合影响,感染多种病害后发展迅速,容易得到错误的鉴定结果,低估材料对白粉病的抗性程度。苗期人工接种鉴定也可能受接种浓度、瓜苗生长较弱等因素的影响,抗病材料更容易发病,免疫材料的抗病性被低估。因而,需将田间抗性鉴定与室内人工接种鉴定相结合,综合做出鉴定评价。

采用国际通用甜瓜白粉病生理小种鉴别寄主,鉴定出新疆昌吉地区甜瓜白粉病菌是单囊壳白粉病 (*Podosphaera xanthii* (Schlecht. Ex Fr.) Poll.) 小种 1。

通过田间自然发病及室内苗期人工接种 2 种鉴定方法对供试甜瓜材料进行白粉病抗性鉴定,以病斑占叶面积的大小划定 6 个病级标准,以此来计算病情指数。综合 2 种方法鉴定出抗白粉病材料 14 份,分别为 Km40、Vm12-21、Vm 12-22、Vm12-23、Vm12-24、Vm12-25、Vm12-64、Bm47、Bm49、Bm51、Bm57、m581、m795。筛选出的抗白粉病材料,含有优良性状及抗性基因,这些材料可为抗白粉病甜瓜品种的选育提供丰富的资源。

参考文献

- [1] KUZUYA M, HOSOYA K, YASHIRO K, et al. Powdery mildew (*Podosphaera xanthii*) resistance in melon is selectable at the haploid level[J]. Journal of Experimental Botany, 2003, 384(54): 1069-1074.
- [2] 中国科学院中国孢子植物志编辑委员会. 中国真菌志·白粉菌目[M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [3] SITTERLY W R. Powdery mildew of cucurbits[M]. New York: Academic Press, 1978: 359-379.
- [4] 王建设, 唐晓伟, 孟淑春, 等. 甜瓜白粉病抗源鉴定与抗性遗传分析[J]. 华北农学报, 2002(3): 32-34.
- [5] 王迪, 田丽美, 李德泽, 等. 甜瓜白粉病苗期接种方法和接种浓度的研究[J]. 北方园艺, 2010(11): 185-186.
- [6] 马双杰, 刘君璞. 甜瓜种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [7] 张立武, 王建设, 唐晓伟. 中国香瓜与菜瓜地方品种资源白粉病抗性评价[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(2): 33-36.
- [8] 王强. 甜瓜抗白粉病基因的 SSR 标记及生理小种鉴定研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2009.
- [9] 王娟, 宫国义, 郭绍贵, 等. 北京地区瓜类蔬菜白粉病菌生理小种分化的初步鉴定[J]. 中国蔬菜, 2006(8): 7-9.
- [10] 苏瑞. 新疆部分地区瓜类白粉病生理小种鉴定及籽用西瓜抗性遗传分析[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2013.
- [11] 刘秀波, 崔琦, 崔崇士. 瓜类白粉病抗性育种研究进展[J]. 东北农业大学学报, 2005, 36(6): 794-798.

Identification of Resistance to Powdery Mildew Disease of Melon

WANG Huilin¹, JIA Songnan¹, ZHENG Jian²

(1. College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052; 2. National Engineering Research Center for Cucurbits, Changji, Xinjiang 831100)

Abstract: Taking different melons as materials, using the methods of artificial inoculation in door and natural paroxysm in field, the disease resistance of 88 melons was researched and the physiological race of melon powdery mildew disease in Changji was identified in order to compare the difference of resistance to powdery mildew disease of melons and select high quality resources to powdery mildew disease. The results showed that physiological race of powdery mildew pathogen in Changji, Xinjiang was race 1 of *Podosphaera. xanthii* in melon. 14 disease-resistant materials were selected including Km40, Vm12-21, Vm12-22, Vm12-23, etc.

Keywords: melon; powdery mildew disease; resistance identification; physiological race