

陕西关中地区瓜类白粉病菌生理小种的鉴定

咸 丰^{1,2}, 张 勇¹, 马建祥¹, 张 显¹, 杨建强¹, 许 勇³

(1 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2 西安文理学院 生命科学系, 陕西 西安 710065;

3 国家蔬菜工程技术研究中心, 北京 100097)

【摘 要】 【目的】对陕西关中地区瓜类白粉病菌的生理小种进行了鉴定, 为有效防治陕西关中地区瓜类白粉病及进行抗白粉病新品种的选育奠定基础。【方法】采用国际通用的一整套甜瓜白粉病菌生理小种鉴别寄主, 对陕西关中地区不同栽培条件下瓜类作物上收集的 38 份白粉病菌进行了显微观察和生理小种鉴定。【结果】显微和超显微观察结果表明, 采集的 38 份白粉病菌均是单囊壳白粉菌, 其中对 Iran H、Topmark、Vedrantais、PMR 45 和 Nantais Oblong 等 5 个甜瓜鉴别寄主高度感病, 而对 PMR 5、PMR 6、Edisto 47 和 WMR 29 等 4 个甜瓜鉴别寄主免疫, 对 PI 124111、PI 124112、PI 414723 和 MR 1 等 4 个甜瓜鉴别寄主表现抗病, 与单囊壳白粉菌的生理小种 2F. 的抗感反应一致。【结论】初步确定陕西关中地区瓜类白粉病菌生理小种为单囊壳白粉菌的生理小种 2F., 未发现其他生理小种。

【关键词】 瓜类白粉病; 生理小种; 小种鉴定; 陕西关中地区

【中图分类号】 S436.421.1⁺2; S436.5 【文献标识码】 A 【文章编号】 1671-9387(2010)10-0115-06

Identification of physiological races of cucurbits powdery mildew in Guanzhong areas, Shaanxi Province

XIAN Feng^{1,2}, ZHANG Yong¹, MA Jian-xiang¹, ZHANG Xian¹,
YANG Jian-qiang¹, XU Yong³

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

2 Department of Life Science, Xi'an University of Arts and Science, Xi'an, Shaanxi 710065, China;

3 National Vegetable Engineering Research Center, Beijing 100097, China)

Abstract: 【Objective】In order to control local cucurbits powdery mildew and breed new resistant varieties, the physiological races were identified in Guanzhong areas, Shaanxi Province. 【Method】Thirty eight pathogen collections of powdery mildew obtained from cucurbits under different conditions of cultivation were detected for physiological races of cucurbits powdery mildew by a set of internationally recognized melon differential hosts. 【Result】The observation from microstructure and ultrastructure to *Podosphaera xanthii* indicated that all 38 powdery mildews collected were *P. xanthii*. They were highly susceptible to Iran H, Topmark, Vedrantais, PMR 45 and Nantais Oblong; immune to PMR 5, PMR 6, Edisto 47 and WMR 29, resistant to PI 124111, PI 124112, PI 414723 and MR 1, and occurred as the same reaction as 2F. of *P. xanthii*. 【Conclusion】It could be preliminarily confirmed that physiological race of cucurbits powdery mildew was the race 2F. of *P. xanthii* and no other races were discovered in Guanzhong areas, Shaanxi Province.

Key words: cucurbits powdery mildew; physiological race; race identification; Guanzhong areas, Shaanxi

* [收稿日期] 2010-06-22

[基金项目] 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD01A7-6-07); 国家西甜瓜产业技术体系西北旱作栽培岗位科学家项目(nycytx-36-01-02-06); 陕西省科技研究发展计划项目(2007K01-07-04); 西北农林科技大学唐仲英育种基金项目

[作者简介] 咸 丰(1974—), 男, 内蒙古包头人, 在读博士, 主要从事蔬菜遗传育种与生物技术研究。E-mail: kevinxf@126.com

[通信作者] 张 显(1961—), 男, 陕西扶风人, 教授, 博士生导师, 主要从事蔬菜遗传育种与生物技术研究。

E-mail: zhangxian098@126.com

Province

瓜类白粉病是世界性病害,各种栽培条件下均可发生,常周年危害,严重阻碍了瓜类绿色生产。迄今为止,已知瓜类白粉病菌主要是单囊壳白粉菌(*Podosphaera xanthii*, 原名为 *Sphaerotheca fuliginea*)和二孢白粉菌(*Golovinomyces cichoracearum*, 原名为 *Erysiphe cichoracearum*)^[1], 现已被命名的单囊壳白粉菌生理小种有 11 个,二孢白粉菌生理小种有 2 个^[2-7]。白粉病菌生理小种众多,分化演替快,在不同地区和不同瓜类作物上分布也不尽相同。如:2002 年,Bertrand^[8]提出单囊壳白粉菌新的生理小种 6;在以色列和西班牙报道的单囊壳白粉菌的生理小种 1、2、3^[6,9];在法国鉴定出生理小种 4、5^[10];在苏丹中心地区夏季发现了单囊壳白粉菌的生理小种 1,冬季则发现了生理小种 2,并认为在同一地区白粉病流行的生理小种的转变可能受环境条件影响^[11];在美国东南部香瓜上单囊壳白粉菌族群由生理小种 2 向生理小种 1 演替^[12],在日本也出现过与此类似的现象^[9]。目前,发达国家均对瓜类白粉病菌的种类与生理小种有较长时间和较大范围的监控,如美国和法国等国家有特定的农业试验站常年对此监测并指导研究与生产^[2,13]。目前,在我国一些地区也有瓜类白粉病菌的种类与生理小种鉴定的研究报道,如:在杭州地区鉴定出单囊壳白粉菌的生理小种 2^[5];在北京地区初步鉴定出单囊壳白粉菌的生理小种 1 和 2F., 优势生理小种为 2F.^[14];在海南三亚地区初步鉴定出单囊壳白粉菌的生理小种 1 和 2F., 且优势生理小种为 2F., 而且还可能存在新的生理小种^[15];新疆^[16]和甘肃肃兰地区^[17]鉴定出单囊壳白粉菌的生理小种均为 1;而长春地区鉴定出单囊壳白粉菌是该地区的主要白粉病菌^[18]。另外,瓜类对不同白粉病菌生理小种的抗感反应也不同,如 3 个西班牙甜瓜种质 Amarillo、Negro 和 Nloscatel Grande,都抗单囊壳白粉菌的生理小种 1,但对生理小种 2U. S. 感病^[3,19];Edisto 47 和 PI 414723 对单囊壳白粉菌的生理小种 2U. S. 感病,而对生理小种 2F. 抗病^[2,14]。因而,准确预测瓜类白粉病菌的种类,及时检测其生理小种的分化演替,对于防治瓜类白粉病、引进抗源材料和选育抗白粉病新品种具有重要意义。

陕西关中地区是陕西省黄瓜、南瓜、西瓜、甜瓜等瓜类作物的主要栽培区,其生产规模逐年增加,且随着设施生产的发展,瓜类白粉病周年发生,危害日

益加重,严重阻碍了瓜类作物生产的发展,而陕西省对瓜类白粉病菌生理小种的鉴别尚未见报道。因此,本试验采用国际通用的瓜类白粉病菌鉴别寄主,在春秋两季对陕西关中地区不同地点、各种栽培条件下瓜类作物上采集的白粉病菌进行生理小种鉴定,以明确关中地区瓜类作物白粉病菌生理小种的分化,并确定其优势生理小种,为该地区瓜类作物生产及抗白粉病育种奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

用于瓜类白粉病菌生理小种鉴定的一整套甜瓜鉴别寄主 Iran H、Topmark、Vedrantais、PMR 45、PMR 5、WMR 29、Edisto 47、PI 414723、MR 1、PI 124111、PI 124112、PMR 6、Nantais Oblong 等,均由国家蔬菜工程技术研究中心赠送。所有寄主材料严格套袋自交扩繁。甜瓜白粉病菌生理小种鉴别寄主的抗感反应见表 1^[2]。

1.2 试验方法

1.2.1 瓜类白粉病菌的分离与扩繁 于 2008 年春季与秋季、2009 年春季,随机采集陕西关中瓜类作物主栽地区、不同栽培条件下的黄瓜、南瓜、西葫芦、西瓜和甜瓜的具有典型瓜类白粉病症状的病叶,注意同来源的白粉病菌不能与其他病菌样本混合,避免污染,分别通过单病斑分离白粉病菌,再在西葫芦上接种进行扩繁,分离扩繁时严格隔离,避免污染。

1.2.2 瓜类白粉病菌的鉴定 用 3% KOH 染色,在 10×40 倍显微镜下观察各病样的分生孢子上是否有纤维状体,有纤维状体的是单囊壳白粉菌,无纤维状体的是二孢白粉菌^[5]。将病原侵染的瓜类叶片切成长宽 10 mm×3 mm 的叶段,4% 戊二醛磷酸缓冲液固定(4℃),真空泵抽气,磷酸缓冲液清洗,酒精梯度逐级脱水,经丙酮处理后转入乙酸异戊酯中,CO₂ 临界点干燥,喷涂金属膜,在扫描电镜(型号 JSM-6360)下观察拍照。

1.2.3 瓜类白粉病菌孢子悬浮液的制备 在接种前 1 d,将严重感病叶片上的老孢子吹去,接种时用软刷将新鲜孢子刷入无菌蒸馏水中,充分振荡打散孢子团,加 2 滴吐温 20 作为分散剂,血球计数板计数,配成约 1.25×10^6 个/mL 的孢子悬浮液。

1.2.4 瓜类白粉病菌的接种及病情调查 试验在

西北农林科技大学园艺学院试验基地大棚内进行,大棚内搭建小拱棚,用塑料薄膜覆盖密封,1 个小拱棚只能鉴定 1 个病原菌。对于每个来源的白粉病菌,每个鉴别寄主播种 30 株,每 10 株为 1 个重复,按随机区组排列,播种在 72 孔穴盘内,穴盘四周苗子可作为保护行,不作为取样株。子叶展平期,将每个分离扩繁好的病菌配制成孢子悬浮液,然后分别

人工接种于 13 个甜瓜鉴别寄主上。用手持喷雾器将孢子悬浮液均匀的喷到叶片表面,以雾滴布满叶片但不流失为宜,每株喷施悬浮液 3~5 mL,从菌液制备到接种完成应在 2 h 内完成。接种后保持温度 25~30 ℃/20~25 ℃(昼/夜),相对湿度 70%~80%。病情调查统计参考王娟等^[14]的方法。

表 1 不同甜瓜鉴别寄主对白粉病菌生理小种的抗感反应

Table 1 Response of melon differential hosts to physiological races of powdery mildew

鉴别寄主 Differential host	单囊壳白粉菌 <i>P. xanthii</i>											二孢白粉菌 <i>G. cichoracearum</i>	
	0	1	2		3	4	5	N1	N2	N3	N4	0	1
			2U. S.	2F.									
Iran H	S	S	S	S	ND	ND	ND	—	—	—	—	S	S
Topmark	S	S	S	S	S	S	S	—	—	—	—	S	S
Vedrantais	R	S	S	S	S	S	S	—	—	—	—	R	S
PMR 45	R	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S
PMR 5	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R
WMR 29	R	R	H	R	ND	S	S	R	R	R	R	R	S
Edisto 47	R	R	S	R	R	R	S	R	R	S	S	R	S
PI 414723	ND	R	S	R	ND	R	R	S	S	S	R	ND	ND
MR 1	ND	R	R	R	R	ND	R	—	—	—	—	R	R
PI 124111	ND	R	R	R	R	ND	ND	—	—	—	—	ND	ND
PI 124112	R	R	R	R	R	R	R	—	—	—	—	R	R
PMR 6	R	R	R	R	S	ND	ND	—	—	—	—	ND	ND
Nantais Oblong	R	S	ND	S	ND	S	S	—	—	—	—	R	R

注:S. 感病;R. 抗病;H. 杂合;ND. 目前无数据;—. 目前无研究报道。下表同。
Note: S. Susceptible; R. Resistant; H. Heterozygosis; ND. No data available; —. No report. The same as follows.

2 结果与分析

2.1 不同来源白粉病菌的显微和超显微观察结果

将所有不同来源的白粉病菌用 3% KOH 染色,在 10×40 倍显微镜下镜检,观察到分生孢子为椭圆形,呈念珠状串生,有发达的纤维状体(图 1A)。

在扫描电镜下观察到分生孢子梗无色、不分枝,圆柱形,有隔膜(图 1B);分生孢子萌发管叉状或顶端膨胀,从分生孢子的侧面长出,萌发管的宽度基本保持不变,萌发管的平均宽度在 (4.3±1.16) μm(图 1C、D)。因此,可以确定本试验用于接种的白粉病菌均是单囊壳白粉菌(*P. xanthii*)。

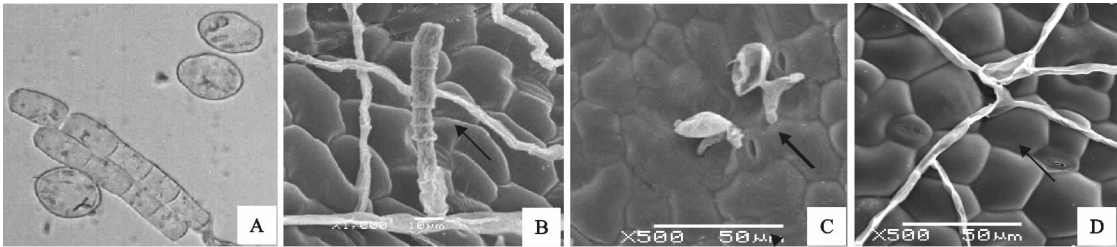


图 1 瓜类单囊壳白粉菌的显微和超显微观察结果

A. 分生孢子(400×);B. 分生孢子梗;C,D. 分生孢子萌发;→. 萌发管

Fig. 1 Observation of microstructure and ultrastructure to *P. xanthii*

A. Conidia (400×); B. Conidiophore; C, D. Conidia germination; →. Germ tube

2.2 陕西关中地区瓜类白粉病菌生理小种的鉴定

由表 2 可知,38 个不同来源的白粉病菌对 Iran H、Topmark、Vedrantais、PMR 45 和 Nantais Ob-

long 等 5 个甜瓜鉴别寄主高度感病,而对 PMR 5、PMR 6、Edisto 47 和 WMR 29 等 4 个甜瓜鉴别寄主都表现为免疫,对 PI 124111、PI 124112、PI 414723

和 MR 1 等 4 个甜瓜鉴别寄主虽发生了不同程度的病斑,但都表现为抗病,这跟瓜类白粉病菌的各生理小种与 13 个甜瓜鉴别寄主的抗感反应一致(表 1)。由表 3 可见,38 个不同来源的白粉病菌均是单囊壳白粉菌的生理小种 2F.。因此,可以初步确定陕西关中地区瓜类白粉病菌生理小种均是单囊壳白粉菌的生理小种 2F.。

表 2 甜瓜鉴别寄主与陕西关中地区瓜类白粉病菌作用的病情指数及其抗感反应

Table 2 Response of melon differential host to cucurbits powdery mildew pathogen in Guanzhong areas,Shaanxi Province													
病原菌编号 Pathogen number	鉴别寄主(病情指数/抗感反应)Differential host (Disease index/ Response)												
	Iran H	Vedrantais	Topmark	PMR 45	Nantais Oblong	PMR 5	WMR 29	PI 124111	PI 124112	PI 414723	Edisto 47	MR 1	PMR 6
P1	100/S	90/S	100/S	98/S	100S	0/R	0/R	25/R	12/R	8/R	0/R	8/R	0/R
P2	100/S	100/S	100/S	98/S	96/S	0/R	0/R	20/R	10/R	12/R	0/R	6/R	0/R
P3	100/S	98/S	100/S	100/S	98/S	0/R	0/R	25/R	12/R	10/R	0/R	10/R	0/R
P4	100/S	100/S	100/S	100/S	100/S	0/R	0/R	18/R	12/R	10/R	0/R	8/R	0/R
P5	100/S	98/S	100/S	98/S	96/S	0/R	0/R	25/R	12/R	12/R	0/R	8/R	0/R
P6	100/S	98/S	100/S	100/S	100/S	0/R	0/R	25/R	12/R	8/R	0/R	8/R	0/R
P7	100/S	100/S	100/S	98/S	100/S	0/R	0/R	20/R	10/R	12/R	0/R	4/R	0/R
P8	100/S	96/S	100/S	100/S	98/S	0/R	0/R	25/R	12/R	10/R	0/R	10/R	0/R
P9	100/S	100/S	100/S	98/S	96/S	0/R	0/R	18/R	10/R	12/R	0/R	12/R	0/R
P10	100/S	100/S	100/S	100/S	98/S	0/R	0/R	20/R	12/R	12/R	0/R	4/R	0/R
P11	100/S	100/S	100/S	100/S	100/S	0/R	0/R	25/R	12/R	10/R	0/R	10/R	0/R
P12	100/S	98/S	100/S	98/S	98/S	0/R	0/R	18/R	10/R	10/R	0/R	8/R	0/R
P13	100/S	100/S	100/S	98/S	98/S	0/R	0/R	25/R	10/R	10/R	0/R	10/R	0/R
P14	100/S	98/S	100/S	96/S	100/S	0/R	0/R	25/R	8/R	10/R	0/R	10/R	0/R
P15	100/S	96/S	100/S	100/S	98/S	0/R	0/R	20/R	12/R	12/R	0/R	12/R	0/R
P16	100/S	98/S	100/S	100/S	100/S	0/R	0/R	25/R	12/R	8/R	0/R	8/R	0/R
P17	100/S	100/S	100/S	98/S	100/S	0/R	0/R	18/R	8/R	12/R	0/R	4/R	0/R
P18	100/S	96/S	100/S	96/S	100/S	0/R	0/R	25/R	12/R	8/R	0/R	8/R	0/R
P19	100/S	100/S	100/S	96/S	98/S	0/R	0/R	25/R	12/R	8/R	0/R	8/R	0/R
P20	100/S	100/S	100/S	98/S	100/S	0/R	0/R	18/R	10/R	12/R	0/R	12/R	0/R
P21	100/S	100/S	100/S	98/S	96/S	0/R	0/R	20/R	8/R	12/R	0/R	8/R	0/R
P22	100/S	90/S	100/S	98/S	100/S	0/R	0/R	25/R	12/R	8/R	0/R	8/R	0/R
P23	100/S	100/S	100/S	98/S	96/S	0/R	0/R	20/R	10/R	12/R	0/R	6/R	0/R
P24	100/S	98/S	100/S	100/S	98/S	0/R	0/R	25/R	12/R	10/R	0/R	10/R	0/R
P25	100/S	100/S	100/S	100/S	100/S	0/R	0/R	18/R	12/R	10/R	0/R	8/R	0/R
P26	100/S	98/S	100/S	98/S	96/S	0/R	0/R	25/R	12/R	12/R	0/R	8/R	0/R
P27	100/S	98/S	100/S	100/S	100/S	0/R	0/R	25/R	12/R	8/R	0/R	8/R	0/R
P28	100/S	100/S	100/S	100/S	98/S	0/R	0/R	20/R	12/R	12/R	0/R	4/R	0/R
P29	100/S	96/S	100/S	100/S	98/S	0/R	0/R	25/R	12/R	10/R	0/R	10/R	0/R
P30	100/S	100/S	100/S	98/S	96/S	0/R	0/R	18/R	10/R	12/R	0/R	12/R	0/R
P31	100/S	98/S	100/S	100/S	100/S	0/R	0/R	25/R	12/R	8/R	0/R	8/R	0/R
P32	100/S	100/S	100/S	98/S	100/S	0/R	0/R	18/R	8/R	12/R	0/R	4/R	0/R
P33	100/S	96/S	100/S	96/S	100/S	0/R	0/R	25/R	12/R	8/R	0/R	8/R	0/R
P34	100/S	96/S	100/S	100/S	98/S	0/R	0/R	20/R	12/R	12/R	0/R	12/R	0/R
P35	100/S	100/S	100/S	98/S	98/S	0/R	0/R	25/R	10/R	10/R	0/R	10/R	0/R
P36	100/S	98/S	100/S	96/S	100/S	0/R	0/R	25/R	8/R	10/R	0/R	10/R	0/R
P37	100/S	100/S	100/S	98/S	96/S	0/R	0/R	16/R	8/R	12/R	0/R	4/R	0/R
P38	100/S	100/S	100/S	98/S	100/S	0/R	0/R	20/R	10/R	12/R	0/R	4/R	0/R

注:P1~P38 为 38 个不同来源的白粉病菌。下表同。

Note:P1—P38 are 38 different powdery mildew pathogen. The same as follows.

3 讨 论

瓜类白粉病菌属于表生的专性寄生菌,不能在培养基上生长,只能活体保存,且生理小种众多,分化演替快,因此其研究相对滞后。现行的瓜类白粉病菌生理小种鉴别寄主是国际通用的 13 个抗性不同的甜瓜品种。国内外许多学者都采用这套鉴别寄主对当地的瓜类白粉病菌生理小种进行了鉴定,各地生理小种及其分布不尽相同。如在日本,Hosoya 等^[7,20]连续 2 年在甜瓜上鉴别出单囊壳白粉菌的生

理小种 1、2U. S.、5 及 N1、N2、N3、N4,其中 N1、N2、N3、N4 是新发现的生理小种,且优势生理小种由 1999 年的单囊壳白粉菌生理小种 1、5 演替为 2000 年的 N1、N2,2000 年却没有发现生理小种 5。迄今为止,在国内报道最多的是单囊壳白粉菌的生

理小种 1 和 2^[5,14-17]。本研究鉴定出陕西关中地区瓜类白粉病生理小种是单囊壳白粉菌的生理小种 2F。在陕西关中地区采集菌样时未发现瓜类白粉菌的闭囊壳和子囊,这可能是采样时间不适合的缘故。

表 3 陕西关中地区瓜类蔬菜白粉病菌生理小种的鉴定结果

病原菌编号		病原菌来源 Source of powdery mildew pathogen			生理小种 Physiological race
Pathogen number	时间 Time	地点 Place	寄主 Host	栽培方式 Plant mode	
P1	2008 年春 Spring, 2008	西北农林科技大学新天地设施有限公司 Xintiandi Facilities Ltd., Northwest A&F Universty	黄瓜 Cucumber	温室 Green house	2F.
P2			西瓜 Watermelon	温室 Green house	2F.
P3			甜瓜 Melon	温室 Green house	2F.
P4			南瓜 Squash	温室 Green house	2F.
P5			西葫芦 Pumkin	温室 Green house	2F.
P6		陕西杨凌大寨乡官村 Country Guan,Town Dazai, Yangling,Shaanxi	西瓜 Watermelon	大棚 Plastic tunnel	2F.
P7			南瓜 Squash	大棚 Plastic tunnel	2F.
P8			黄瓜 Cucumber	大棚 Plastic tunnel	2F.
P9	2008 年秋 Autum, 2008	陕西杨凌大寨乡官村 Country Guan,Town Dazai, Yangling,Shaanxi	甜瓜 Melon	大棚 Plastic tunnel	2F.
P10			西葫芦 Pumkin	露地 Open feild	2F.
P11			西瓜 Watermelon	露地 Open feild	2F.
P12			甜瓜 Melon	露地 Open feild	2F.
P13		陕西杨凌李台乡胡家底村 Country Huijadi,Town Litai, Yangling,Shaanxi	甜瓜 Melon	露地 Open feild	2F.
P14			西葫芦 Pumkin	露地 Open feild	2F.
P15		西北农林科技大学园艺学院杜家坡试验地 Dujiapo Research Station of College of Horticulture Northwest A&F Universty	西葫芦 Pumkin	露地 Open feild	2F.
P16			黄瓜 Cucumber	大棚 Plastic tunnel	2F.
P17			甜瓜 Melon	露地 Open field	2F.
P18			南瓜 Squash	露地 Open feild	2F.
P19	2009 年春 Spring, 2009	西北农林科技大学阎良蔬菜试验站 Vegetable Research Station of Northwest A&F Universty, Yanliang,Shaanxi	甜瓜 Melon	温室 Green house	2F.
P20			黄瓜 Cucumber	温室 Green house	2F.
P21			南瓜 Squash	温室 Green house	2F.
P22			西葫芦 Pumkin	温室 Green house	2F.
P23		陕西蒲城县龙阳镇东王村 Country Dongwang,Town Longyang, County Pucheng,Shaanxi	西瓜 Watermelon	大棚 Plastic tunnel	2F.
P24			甜瓜 Melon	大棚 Plastic tunnel	2F.
P25			黄瓜 Cucumber	温室 Green house	2F.
P26		陕西大荔县范家镇范家村 Country Fanjia,Town Fanjia, County Dali,Shaanxi	黄瓜 Cucumber	大棚 Plastic tunnel	2F.
P27			南瓜 Squash	大棚 Plastic tunnel	2F.
P28			西葫芦 Pumkin	大棚 Plastic tunnel	2F.
P29		陕西大荔县冯村镇党川村 Country Dangchuan,Town Fengcun, County Dali,Shaanxi	黄瓜 Cucumber	大棚 Plastic tunnel	2F.
P30			甜瓜 Melon	大棚 Plastic tunnel	2F.
P31		陕西蒲城县党睦镇南社 Country Nanshe,Town Dangmu, County,Pucheng,Shaanxi	黄瓜 Cucumber	大棚 Plastic tunnel	2F.
P32			甜瓜 Melon	大棚 Plastic tunnel	2F.
P33			南瓜 Squash	大棚 Plastic tunnel	2F.
P34			西瓜 Watermelon	大棚 Plastic tunnel	2F.
P35		陕西蒲城县龙池乡埵城村 Country Niancheng,Town Longchi, County Pucheng,Shaanxi	甜瓜 Melon	大棚 Plastic tunnel	2F.
P36			南瓜 Squash	大棚 Plastic tunnel	2F.
P37			黄瓜 Cucumber	大棚 Plastic tunnel	2F.
P38			南瓜 Squash	大棚 Plastic tunnel	2F.

此外,有关瓜类白粉病菌分子水平鉴定的研究报道更少。Bardin 等^[21-22]对来源不同的 28 个单囊壳白粉菌菌株进行了毒性差异、交配类型及 DNA 多态性的测验,还用 ITS-RFLP、RAPD 标记测验分析了 41 个二孢白粉菌菌株的遗传结构、致病力、交

配类型,聚类分析表明,二孢白粉菌存在 3 个有区别的遗传系统,但群体中的这种遗传区别与种群的地理起源并不相关。除此之外,未见其他有关瓜类白粉病菌分子鉴定的相关研究报道。今后,需要对瓜类白粉病菌进行全面系统的分子水平鉴定,建立快

速有效的鉴定体系,为瓜类白粉病菌的长期监测和抗白粉病育种提供技术支持。

4 结 论

本试验采用国际通用的甜瓜白粉病菌生理小种鉴别寄主,对采自陕西关中瓜类作物主栽区的西瓜、甜瓜、南瓜、西葫芦及黄瓜上的白粉病菌进行了生理小种的鉴定,初步确定陕西关中地区瓜类白粉病菌为单囊壳白粉菌的生理小种 2F.,并没有发现其他生理小种,为本地区瓜类的生产、瓜类抗白粉病育种及相关研究提供了可靠的依据。今后除需要对本地区瓜类白粉病菌生理小种进行长期监测外,还要对陕西省其他地区的瓜类白粉病菌生理小种进行鉴定和监测,为整个陕西省的瓜类生产和抗白粉病育种奠定基础。

[参考文献]

[1] Kuzuya M, Yashiro K, Tomita K, et al. Powdery mildew (*Podosphaera xanthii*) resistance in melon is categorized into two types based on inhibition of the infection processes [J]. Journal of Experimental Botany, 2006, 57: 2093-2100.

[2] 王 娟, 邓建新, 宫国义, 等. 甜瓜抗白粉病育种研究进展 [J]. 中国瓜菜, 2006(1): 33-36.

Wang J, Deng J X, Gong G Y, et al. Breeding advances in powdery mildew of melon [J]. China Cucurbits and Vegetables, 2006(1): 33-36. (in Chinese)

[3] James D M. Reactions of 20 melon cultigens to powdery mildew race 2 U. S. [C]//Maynard D N. Cucurbitaceae 2002. Alexandria, VA, USA: ASHS Press, 2002: 72-77.

[4] Davis A R, Thomas C E, Levi A, et al. Watermelon resistance to powdery mildew race 1 [C]//Maynard D N. Cucurbitaceae 2002. Alexandria, VA, USA: ASHS Press, 2002: 192-198.

[5] 徐志豪, 寿伟林, 黄凯美, 等. 白粉病菌的生理小种及其对不同基因型甜瓜的致病性(英文) [J]. 浙江农业学报, 1999, 11(5): 245-248.

Xu Z H, Shou W L, Huang K M, et al. Determination of physiological race of powdery mildew and its virulence to different melon genotypes [J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 1999, 11(5): 245-248. (in Chinese)

[6] Vakalounakis D J, Klironomou E, Papadakis A. Species spectrum, host range and distribution of powdery mildews on Cucurbitaceae in Crete [J]. Plant Pathology, 1994, 43: 813-818.

[7] Hosoya K, Kuzuya M, Murakami T, et al. Impact of resistant cultivars of melon on *Sphaerotheca fuliginea* [J]. Plant Breeding, 2000, 119: 286-288.

[8] Bertrand F. AR Hale's Best Jumbo, a new differential melon variety for *Sphaerotheca fuliginea* races in leaf disk tests [C]//Maynard D N. Cucurbitaceae 2002. Alexandria, VA, USA: ASHS Press, 2002: 234-237.

[9] Cohen R, Burger Y, Shraiber S. Physiological races of *Sphaerotheca fuliginea*: factors affecting their identification and the significance of this knowledge [C]//Maynard D N. Cucurbitaceae 2002. Alexandria, VA, USA: ASHS Press, 2002: 181-187.

[10] 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.

Liu X B, Cui Q, Cui C S. Advance on the resistance to powdery mildew in cucurbit [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2005, 36(6): 794-798. (in Chinese)

[11] Mohamed Y F, Bardin M, Nicot P C, et al. Causal agents of powdery mildew of Cucurbits in Sudan [J]. Plant Dis, 1995, 79(6): 634-636.

[12] Sowell J G. Population shift of *Sphaerotheca fuliginea* on muskmelon from race 2 to race 1 in the Southeastern United States [J]. Plant Dis, 1982, 66: 130-131.

[13] 张海英, 苏 芳, 郭绍贵, 等. 甜瓜白粉病抗性基因 Pm-2F 的遗传特性及与其紧密连锁的特异片段 [J]. 园艺学报, 2008, 35(12): 1773-1780.

Zhang H Y, Su F, Guo S G, et al. Genetic analysis and specific fragments linked to powdery mildew resistant gene Pm-2F in melon [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2008, 35(12): 1773-1780. (in Chinese)

[14] 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.

Wang J, Gong G Y, Guo S G, et al. Identification of physiological races of powdery mildew on cucurbits in Beijing [J]. China Vegetables, 2006(8): 7-9. (in Chinese)

[15] 包海清, 许 勇, 杜永臣, 等. 海南三亚地区葫芦科作物白粉病菌生理小种分化的鉴定 [J]. 长江蔬菜, 2008(1): 49-51.

Bao H Q, Xu Y, Du Y C, et al. Identification of physiological races of powdery mildew on cucurbits in Sanya, Hainan [J]. Journal of Changjiang Vegetables, 2008(1): 49-51. (in Chinese)

[16] 郑 耘. 新疆甜瓜白粉病及品种抗病性研究 [D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2000.

Zheng Y. Study on powdery mildew of melon in Xinjiang and the disease resistance of the cultivars [D]. Urumchi: Xinjiang Agricultural University, 2000. (in Chinese)

[17] 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.

Wang Q. SSR marker gene for resistance and identification of physiological races of powdery mildew on melon [D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2009. (in Chinese)

[18] 冯东昕, 李宝栋. 主要瓜类作物抗白粉病育种研究进展 [J]. 中国蔬菜, 1996(1): 55-59.

Feng D X, Li B D. Breeding advance on the resistance to powdery mildew in main cucurbit [J]. China Vegetables, 1996(1): 55-59. (in Chinese)

[19] Floris E, Alvarez J M. Genetic analysis of resistance of three melon lines to *Sphaerotheca fuliginea* [J]. Euphytic, 1995, 67(1): 181-186.