

中国野生葡萄及其 F₁ 代抗白粉病的遗传表现

张剑侠, 王跃进, 徐 炎

(西北农林科技大学园艺学院, 陕西杨凌 712100)

摘要:通过田间自然鉴定的方法,研究了我国野生葡萄 9 个种 35 个株系及其与欧洲葡萄品种间杂交 4 个组合的杂种 171 株和自交后代 16 株的抗白粉病遗传表现。结果表明,中国野生葡萄及其 F₁ 代在田间自然条件下抗白粉病的表现形式是丰富多样的。中国野生葡萄对白粉病的抗性属于多基因控制的显性独立遗传,在感病的中国野生葡萄中也存在着微效抗病基因。

关键词:中国野生葡萄; F₁ 代; 白粉病; 抗病性; 遗传

中图分类号:S663.1 **文献标识码:**A **文章编号:**0572-1752(2001)06-0610-05

The Resistance of Chinese Wild *Vitis* to *Uncinula necator* and Its Inheritance of F₁ Generation

ZHANG Jian-xia, WANG Yue-jin, XU Yan

(College of Horticulture, Northwest Sci-Tech University
of Agriculture and Forestry, Yangling 712100)

Abstract: By natural field identification, the resistance of Chinese wild *Vitis* to *Uncinula necator* and its inheritance of F₁ generation were studied with 35 clones of 9 Chinese wild *Vitis* species, 171 F₁ individuals of 4 interspecific cross combinations between Chinese wild *Vitis* and *Vitis vinifera* cultivars, and 16 individuals of self-pollination cross of Chinese wild *Vitis*. The results showed that the resistant phenotypes to *Uncinula necator* in Chinese wild *Vitis* and its F₁ generation were rich and diverse. Based on the characteristics of the segregation and resistant phenotype to *Uncinula necator* from the progenies and offsprings of both interspecific hybridization and self-pollination, it suggested that resistant inheritances of Chinese native wild *Vitis* species and of clones to *Uncinula necator* were controlled by polygenes, showing dominant independent heredity. There existed minor resistant genes in Chinese wild susceptible *Vitis* species and clones.

Key words: Chinese wild *Vitis*; F₁ generation; *Uncinula necator*; Disease-resistance; Inheritance

葡萄白粉病(*Uncinula necator*(Scha.)Burr.)是葡萄上为害最为严重的真菌病害之一,起源于北美洲,遍布于世界各葡萄产区^[1]。为害部位有叶片、枝条、花和果实等,但以幼嫩组织最易受害。树体感病后,不仅生理机能遭到破坏,而且葡萄果实的产量和品质下降,严重时,树体衰弱死亡。

由于品质优良的欧洲葡萄(*Vitis vinifera*)不抗白粉病,因而在生产上造成很大的经济损失^[2]。中国

是葡萄属植物(*Vitis*)的原产地之一,拥有丰富的种质资源,其中的一些种或株系对不同的真菌病害有很强的抗性^[3~5]。本文旨在研究中国野生葡萄及其 F₁ 代在田间自然条件下抗白粉病的表现形式,为葡萄抗病育种提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

收稿日期:2000-05-08

基金项目:国家自然科学基金项目(39970524)、高校博士点基金(980701)和教育部资助年青优秀教师基金项目

作者简介:张剑侠(1964-),男,河南偃师人,实验师,博士生,主要从事果树种质资源与生物技术育种研究。王跃进为联系作者,Tel:029-7092095,Fax:029-7092095;E-mail:wangyj@public.xa.sn.cn

本研究于 1998 年、1999 年在西北农林科技大学葡萄种质资源圃及杂种鉴定圃内进行。中国野生葡萄株系、欧洲葡萄品种为篱架有主干整形,株行距 1.5m×2m,种间杂种整形方式也为篱架有主干整形,株行距 0.25m×1m。在研究期间不喷药防病,其它管理与生产园相同。试验设置了 1 个极抗病的河岸葡萄(河岸-2)作为抗病对照(CK₁),8 个欧洲葡萄品种作为感病对照(CK₂)。

1.2 方法

参照王跃进等的方法^[6],在每年葡萄白粉病发病盛期(7~8 月)进行田间自然鉴定。调查叶片数为 300 枚、果粒 500 粒。按叶片病斑面积占全叶面积百分率及果粒病斑面积占全果粒面积的百分率分为 0~7 级(表 1)。

表 1 葡萄抗白粉病鉴定分级

Table 1 Classes of identification of resistance to *Uncinula necator*

级别 Classes	叶片或果实病斑面积的百分率 The rate of disease spot area to folia or berry
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

将上述结果按下式换算成感病指数:

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

参照国际植物种质委员会(IBPGR)的标准,根据中国野生葡萄各株系叶、果的感病指数,将其感染白粉病的程度分为以下 5 级(表 2)。

2 结果与分析

2.1 中国野生葡萄抗白粉病的表现

鉴定结果(表 3)表明,中国野生葡萄不同种对白粉病的抗性不同,毛葡萄、刺葡萄和秋葡萄表现为抗白粉病,华东葡萄、瘤枝葡萄、秦岭葡萄、燕山葡萄和蔓萸葡萄表现为感白粉病;复叶葡萄和华东葡萄

种内既有感病类型,也有抗病类型。华东葡萄易感染白粉病,但也存在有高抗的类型白河-35-1;而且有的雌株与雄株也表现出不同的抗性,如白河-35-1 与白河-35-2,广西-1 与广西-2。

表 2 葡萄抗白粉病程度分级

Table 2 Classes of resistance to *Uncinula necator*

级别 Classes	抗病程度 Level of resistance	感病指数(SI) Susceptibility index
1	不感病 Insusceptible	0
2	高抗 High resistant	0.1~5.0
3	抗病 Resistant	5.1~25.0
4	感病 Susceptible	25.1~50.0
5	高感 High susceptible	50.1~100

对 25 个株系的叶片和果实抗白粉病的感病指数进行相关性分析, $r=0.7413^{**}$ ($n=25$),表明叶片和果实对白粉病的抗性极相关,但有一个株系例外,甘肃-91 的叶片感病指数为 44.3,表现为感病,而果实的感病指数为 17.22,表现为抗病,叶片和果实对白粉病的抗性表现不一致。

2.2 F₁ 抗白粉病的表现

在田间自然鉴定下,F₁ 代抗病性也表现了丰富多样性(表 4)。杂交组合 83-4-96×粉红玫瑰和旬阳-3×白玉霓,均为抗病的毛葡萄株系与感病的欧洲葡萄品种杂交,F₁ 代出现了表型的分离,分别对其 F₁ 代群体叶片和果实的分离表现进行 X² 适合性测验,尽管叶片和果实抗病的株数不尽一致,但这两个组合不仅 F₁ 代群体叶片的抗病与感病的表型分离符合等位基因的孟德尔分离比例 1:1(X² 分别为 1.397 和 1.306),而且 F₁ 代群体果实的抗病与感病的表型分离也符合 1:1 的比例(X² 分别为 0.019 和 0.016)。组合 83-4-96×白诗南,亲本为抗病×感病,叶片抗病的植株占 56.25%,叶片抗病与感病的比例也为 1:1;而果实抗病植株达到 92.31%。由此可见,中国野生毛葡萄 83-4-96、旬阳-3 中存在有主效抗病基因,但为异质结合,种间杂交 F₁ 代的抗性主要由亲本中国野生葡萄的主效基因所决定。杂交组合五月紫×广西-2,两亲本均表现为感病,但其 F₁ 代中却出现了抗病的杂种单株(16-6-6),还有叶片表现抗病而果实表现感病的杂种单株(15-6-5),不论以叶片计还是以果实计,F₁ 代中均出现了约 11%的抗病类型,这表明,不仅在欧洲的葡萄中存在有抗白粉病的微效基因^[7,8],而且在感病的中国野生葡萄中也存在着微效抗病基因,由于微效基因的累

加效应,使杂种后代中出现了抗病单株。中国野生塘尾刺葡萄表现为高抗白粉病,但其自交后代中也出

现了表型的分离现象,这表明塘尾刺葡萄中存在主效抗病基因,但基因型为异质结合。

表 3 中国野生葡萄对白粉病的抗性表现¹⁾

Table 3 The resistance phenotype of Chinese wild *Vitis* to *Uncinula necator*

种 Species	株系或品种 Clones or varieties	器官 Organs	感病指数(SI) Susceptibility Index			抗性程度 Level of resistance	表现型 Phenotype
			1998	1999	平均值 Average		
华东葡萄 <i>V. pseudoreticulata</i>	白河-35-1 Baihe-35-1	叶 Folia	3.25	4.82	4.04	2	HR
		果 Berry	—	—	—	—	—
	白河-35-2 Baihe-35-2	叶 Folia	25.6	38.67	32.14	4	S
		果 Berry	—	—	—	—	—
	白河-13-1 Baihe-13-1	叶 Folia	29.63	32.53	31.08	4	S
		果 Berry	56.12	65.65	60.89	5	HS
	广西-1 Guangxi-1	叶 Folia	25.58	24.63	25.11	4	S
		果 Berry	25.29	27.18	26.24	4	S
	广西-2 Guangxi-2	叶 Folia	31.21	34.7	32.96	4	S
		果 Berry	—	—	—	—	—
	白河-13 Baihe-13	叶 Folia	33.52	46.26	39.89	4	S
		果 Berry	49.57	78.53	64.05	5	HS
	商南-1 Shangnan-1	叶 Folia	30.73	35.2	32.97	4	S
		果 Berry	53.14	38.1	45.62	4	S
商南-2 Shangnan-2	叶 Folia	32.46	33.25	32.86	4	S	
	果 Berry	—	—	—	—	—	
湖南-1 Hunan-1	叶 Folia	30.89	40.72	35.8	4	S	
	果 Berry	32.74	69.49	51.12	5	HS	
毛葡萄 <i>V. quinquangularis</i>	商南-24 Shangnan-24	叶 Folia	6.07	11.75	8.91	3	R
		果 Berry	5.9	9.81	7.86	3	R
	93-4-94(♀)	叶 Folia	19.14	21.22	20.18	3	R
		果 Berry	10.22	6.15	8.19	3	R
	83-4-94(♂)	叶 Folia	18.26	24.1	21.18	3	R
		果 Berry	—	—	—	—	—
	83-4-49(♀)	叶 Folia	6.45	8.03	7.24	3	R
		果 Berry	5.62	4.84	5.23	3	R
	83-4-49(♂)	叶 Folia	7.29	7.34	7.32	3	R
		果 Berry	—	—	—	—	—
	渭南-3 Weinan-3	叶 Folia	5.6	13.17	9.39	3	R
		果 Berry	4.35	8.22	6.29	3	R
	83-4-96(♀)	叶 Folia	10.35	14.55	12.45	3	R
		果 Berry	—	6.21	6.21	3	R
83-4-96(♂)	叶 Folia	9.7	15.67	12.69	3	R	
	果 Berry	—	—	—	—	—	
丹凤-2 Danfeng-2	叶 Folia	5.78	14.11	9.95	3	R	
	果 Berry	—	8.99	8.99	3	R	
刺葡萄 <i>V. davidii</i>	塘尾 Tangwei	叶 Folia	3.15	4.84	4.0	2	HR
		果 Berry	1.33	2.06	1.7	2	HR
	福建-4 Fujian-4	叶 Folia	8.74	7.38	8.06	3	R
		果 Berry	2.56	4.13	3.35	2	HR
	宁强-6 Ningqiang-6	叶 Folia	21.63	23.5	22.66	3	R
		果 Berry	2.77	3.98	3.38	2	HR
	略阳-4 Lueyang-4	叶 Folia	23.32	25.69	24.51	3	R
		果 Berry	4.24	5.37	4.81	2	HR
	雪峰 Xuefeng	叶 Folia	6.59	8.63	7.61	3	R
		果 Berry	3.67	4.54	4.11	2	HR
秋葡萄 <i>V. rotundifolia</i>	平利-2 Pingli-2	叶 Folia	19.3	24.78	22.04	3	R
		果 Berry	7.48	8.57	8.03	3	R
	江西-1 Jiangxi-1	叶 Folia	10.05	26.83	18.44	3	R
		果 Berry	5.8	4.21	5.01	2	HR
	江西-2 Jiangxi-2	叶 Folia	19.22	25.09	22.16	3	R
		果 Berry	—	—	—	—	—
	留坝-1 Liuba-1	叶 Folia	12.34	22.86	17.6	3	R
		果 Berry	—	14.51	14.51	3	R
	平利-7 Pingli-7	叶 Folia	27.8	21.42	24.61	3	R
		果 Berry	28.65	12.13	20.39	3	R
复叶葡萄 <i>V. piasezkii</i>	留坝-9 Liuba-9	叶 Folia	20.92	26.7	23.81	3	R
		果 Berry	7.99	5.38	6.69	3	R
	甘肃-91 Gansu-91	叶 Folia	39.67	48.92	44.3	4	S
		果 Berry	24.94	9.5	17.22	3	R

表 3 续 Table 3 Continued

种 Species	株系或品种 Clones or varieties	器官 Organs	感病指数(SI) Susceptibility Index			抗性程度 Level of resistance	表现型 Phenotype
			1998	1999	平均值 Average		
瘤枝葡萄 <i>V. davidii</i> var. <i>cyanocarpa</i>	镇巴-3 Zhenba-3	叶 Folia	22.56	28.49	25.53	4	S
		果 Berry	—	41.84	41.84	4	S
秦岭葡萄 <i>V. qinlingensis</i>	平利-5 Pingli-5	叶 Folia	26.75	31.9	29.33	4	S
		果 Berry	—	—	—	—	—
燕山葡萄 <i>V. yeshanensis</i>	燕山-1 Yanshan-1	叶 Foliar	27.38	34.81	31.1	4	S
		果 Berry	26.3	25.67	25.99	4	S
葇荑葡萄 <i>V. adstricta</i>	泰山-1 Taishan-1	叶 Folia	36.5	50.2	43.35	4	S
		果 Berry	37.96	56.09	47.03	4	S
		叶 Folia	34.73	51.45	43.09	4	S
河岸葡萄 <i>V. ripria</i> (CK ₁)	河岸-2 Macadams	叶 Folia	1.47	1.21	1.34	3	HR
		果 Berry	—	—	—	—	—
		果 Berry	—	—	—	—	—
欧洲葡萄 <i>V. vinifera</i> (CK ₂)	五月紫 Майскийчерный	叶 Folia	29.43	27.58	28.51	4	S
		果 Berry	26.81	28.66	27.74	4	S
	佳利酿 Carignane	叶 Folia	46.76	41.32	44.04	4	S
		果 Berry	58.35	70.87	64.61	5	HS
	白诗南 Chenin blanc	叶 Folia	27.81	38.14	32.98	4	S
		果 Berry	24.73	37.28	31.01	4	S
	先索 Cinsaut	叶 Folia	26.33	24.45	25.39	4	S
		果 Berry	23.51	41.24	32.38	4	S
	雷司令 White riesling	叶 Folia	25.37	26.64	26.01	4	S
		果 Berry	25.9	24.42	25.16	4	S
	白玉霓 Ugni blanc	叶 Folia	41.9	45.41	43.67	4	S
		果 Berry	48.21	63.88	56.05	5	HS
	粉红玫瑰 Мускат розовый	叶 Foliar	33.8	35.26	34.53	4	S
		果 Berry	29.93	31.75	30.84	4	S
	小白玫瑰 Мускат белый	叶 Folia	35.52	39.76	37.64	4	S
果 Berry		34.48	28.8	31.64	4	S	

¹⁾ HR:高抗 High resistant;R:抗病 Resistant;HS:高感 High susceptible;S:感病 Susceptible. 抗性程度 Level of resistance;1=HR,2=R,3=Normal,4=S,5=HS

表 4 F₁ 对白粉病的抗性表现Table 4 The resistance phenotype of F₁ generation to *Uncinula necator*

亲本组合 Combination	器官 Organs	平均感病指数 Average SI		F ₁ 代株数 No. of F ₁	抗病程度 Level of resistance					F ₁ 代抗病植株 Resistant plants in F ₁ (%)
		亲本 Parents	F ₁		1	2	3	4	5	
83-4-96×粉红玫瑰	叶 Folia	23.49	27.48	58	0	0	24	34	0	41.38
83-4-96×Мускат розовый	果 Berry	18.53	23.72	54	0	3	25	24	2	51.85
旬阳-3×白玉霓	叶 Folia	32.12	23.35	62	0	0	36	26	0	58.06
Xunyang-3×Ugni blanc	果 Berry	40.26	25.42	62	0	1	29	31	1	48.39
83-4-96×白诗南	叶 Folia	22.72	24.35	32	0	0	18	14	0	56.25
83-4-96×Chenin blanc	果 Berry	18.61	13.13	26	0	3	21	2	0	92.31
五月紫×广西-2 ¹⁾	叶 Folia	30.74	33.66	19	0	0	2	17	0	10.53
Майский черный× Guangxi-2	果 Berry	26.99	34.78	9	0	0	1	7	1	11.11
塘尾×塘尾	叶 Folia	4.0	21.40	16	0	0	12	4	0	75
Tangwei×Tangwei	果 Berry	1.7	9.63	15	0	7	7	0	1	93.33

¹⁾ 广西-2 为雄株,果实的抗病性取雌株广西-1 的果实感病指数

Guangxi-2 is male plant,susceptibility index of berry of Guangxi-1(female plant) can be used as its disease-resistance

3 讨论

关于葡萄对白粉病抗性的遗传存在不同的观

点。Boubals D^[9]和李华等^[7,8]认为欧亚种葡萄对白粉病的抗性是由多基因控制的数量性状遗传。

Staudt G^[10]对原产中国的一个野生种刺葡萄进行研究,认为对白粉病抗性的遗传是由多基因控制的。Bouquet A^[11]对圆叶葡萄的研究得出它对白粉病的抗性是由单基因遗传的结论;Fillipenko 等^[1]用抗白粉病的欧山杂种自交及与不抗白粉病的欧洲葡萄回交,在前者的后代中,抗病与感病的比例为 3:1,后者为 1:1,因此认为葡萄对白粉病的抗性属于单基因控制的显性独立遗传;王跃进等^[5]对中国野生葡萄的抗病性进行研究,认为它对白粉病的抗性是由一对基因控制的显性独立遗传,属于质量性状遗传。

然而,笔者的研究结果是中国野生葡萄抗白粉病属于多基因控制的显性独立遗传,在感病的中国野生葡萄中也存在着微效抗病基因。而且感病的中国野生葡萄的微效抗病基因与欧洲葡萄的微效抗病基因在杂交后代中具有累加效应,表现出数量性状遗传的趋势。

由于中国野生葡萄及其种间杂种对白粉病的抗性表现出丰富多样性,因此在利用中国野生葡萄进行抗病育种时,应直接用刺葡萄、毛葡萄和秋葡萄及华东葡萄中高抗株系作抗病亲本与经济性状优良的欧洲栽培品种杂交,在 F₁ 代中选择抗病性状和品质性状好的杂种,进一步采用循环杂交法^[12]获得拥有抗病基因的新品系。

References:

- [1] Fillipenko I M, Shtin L T. Inheritance of resistance of downy and powdery mildew in hybrids European vines with *V. amurensis* [J]. Plant Breeding Abstract, 1975, 45 (10): 677.
- [2] Roy R R, Ramming D W. Varieties resistance of grape to the powdery mildew fungus, *Uncinula necator* [J]. Fruit Varieties Journal, 1990, 44(3):149-155.
- [3] He P C, Ren Z B. Study on the resistances of wild *Vitis* species native to China to grape ripe rot [J]. Journal of Fruit Science, 1990, (1):7-12. (in Chinese)
贺普超,任治邦. 我国葡萄属野生种对炭疽病抗性的研究 [J]. 果树科学, 1990, (1):7-12.
- [4] He P C, Wang Y J, Wang G Y, et al. The studies on the disease-resistance of *Vitis* wild species originated in China [J]. Scientia Agricultura Sinica, 1991, 24(3):50-56. (in Chinese)
贺普超,王跃进,王国英,等. 中国葡萄属野生种抗病性的研究 [J]. 中国农业科学, 1991, 24(3):50-56.
- [5] Wang Y, Liu Y, He P, et al. Evaluation of foliar resistance to *Uncinula necator* in Chinese wild *Vitis* Species [J]. *Vitis*, 1995, 34(3):159-164.
- [6] Wang Y J, He P C, Zhang J X. Studies on the methods of resistance to *Uncinula necator* in *Vitis* [J]. Acta Universitatis Agriculturae Boreali-occidentalis, 1999, 27(5):6-10. (in Chinese)
王跃进,贺普超,张剑侠. 葡萄抗白粉病鉴定方法的研究 [J]. 西北农业大学学报, 1999, 27(5):6-10.
- [7] Li H, Zhang Z W. Study on the resistance of *V. vinifera* L. to *Uncinula necator* and its stability [J]. Acta Horticulturae Sinica, 1992, 19(1):23-28. (in Chinese)
李 华,张振文. 欧亚种葡萄白粉病抗性及其稳定性研究 [J]. 园艺学报, 1992, 19(1):23-28.
- [8] Li H, Zhang Z W. Minor resistant genes' accumulation by replacement in the grape-powdery mildew pathosystem [J]. Acta Botanica Borealioccidentalia Sinica, 1995, 15(2):120-124. (in Chinese)
李 华,张振文. 欧亚种葡萄白粉病微效抗病基因原取代积累 [J]. 西北植物学报, 1995, 15(2):120-124.
- [9] Boubals D A. Study of the factors responsible for the resistance of *Vitaceae* to vine powdery mildew (*U. necator* Schw. Burr.) and their mode of inheritance [J]. Plant Breeding Abstracts, 1961, (32):946.
- [10] Staudt G. *Vitis armata*. a new source of germplasm in grape breeding, Proc. 4th Intern. Symp. on Grape Breeding [C], Davis, CA, USA, June, 15-18, 1980:62-64.
- [11] Bouquet A. *Vitis* × *Muscadinia* hybridization: A new way in grape breeding for disease resistance in France [J]. Symposium on Grape Breeding, 1980:44-61.
- [12] He P C, Luo G G. Viticulture [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1994:159. (in Chinese)
贺普超,罗国光. 葡萄学 [M]. 北京:中国农业出版社, 1994:159.