

陈士强,陈秀兰,张 容,等. 小麦赤霉病抗性与株高的相关性研究[J]. 江苏农业科学,2015,43(12):144-147.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.12.043

# 小麦赤霉病抗性与株高的相关性研究

陈士强,陈秀兰,张 容,王建华,王锦荣,黄向明,何震天

(江苏里下河地区农业科学研究所,江苏扬州 225007)

**摘要:**为了研究小麦赤霉病抗性与株高等表型是否存在相关性,以苏麦 3 号、安农 8455 等 21 个赤霉病抗性不同的小麦品种(系)为材料,设置 0、450、900 g/hm<sup>2</sup> 等 3 个不同浓度的多效唑处理,始花期单花滴注法接种,收获期调查株高、病小穗数、小穗数,计算病小穗率,利用 SPSS 19.0 进行分析。结果表明,株高明显影响赤霉病抗性,高的材料的病小穗率相对较低,这可能与更易逃避病菌侵染有关。本研究结果可为小麦抗赤霉病育种提供一个重要参考指标。

**关键词:**小麦;赤霉病;抗病性;株高;多效唑;相关性

**中图分类号:** S435.121.4<sup>+</sup>5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)12-0144-03

小麦赤霉病(*Fusarium head blight*, FHB)是一种主要由禾谷镰刀菌(*Fusarium graminearum* Schwabe)引起的世界性病害之一,严重影响小麦的高产、稳产和品质<sup>[1-3]</sup>,其次生代谢产物如真菌毒素 DON 还会威胁人类和家畜的健康<sup>[2-4]</sup>。目前,赤霉病抗性已作为江苏省小麦品种审定中一票否决的因素之一,因此,培育赤霉病抗性好的小麦新品种是减轻小麦赤霉病危害的根本途径,也是育种家们的必然选择<sup>[3]</sup>。小麦赤霉病抗性是一个数量性状,受环境的影响较大,实践和理论研究中,多采取撒施病麦粒、单花滴注等方法接种,接种后弥雾或套袋保湿以创造良好的发病环境,以便进行赤霉病抗性评价<sup>[3]</sup>。长期以来,小麦育种家主要以田间农艺性状鉴别进行育种目标的选择<sup>[5-6]</sup>,但这在很大程度上受育种家的眼光和经验等影响。在赤霉病抗性方面,研究发现植物表型性状,如小麦花序结构、芒的长短、小穗密度、株高、开花期、抽穗期等对赤霉病的发生与发展均有不同程度的影响<sup>[1-2,5-11]</sup>。其中,小麦株高等具有使小麦逃避病原菌感染或在自然条件下影响对病原菌接种反应的特点<sup>[5-6,11]</sup>。本研究以小麦株高为研究对象,分析其与赤霉病抗性的相关性,旨在提供一个通过农艺性状即可初步筛选抗赤小麦的指标,以提高小麦抗赤育种效率。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

本研究选用安农 8455、镇 10216、Funo、苏麦 3 号、H35、N553、宁 7840、望水白、镇麦 10 号、台湾小麦、繁 60096、生选

收稿日期:2015-09-26

基金项目:国家自然科学基金(编号:31501303);江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(14)5079];国家科技支撑计划(编号:2014BAA03B04);江苏省扬州市自然科学基金(编号:YZ2014023)。

作者简介:陈士强(1981—),男,山东潍坊人,博士,助理研究员,主要从事小麦辐射诱变育种、小麦分子遗传研究。E-mail:sqchen1116@163.com。

通信作者:何震天(1964—),男,江苏泰州人,硕士,研究员,主要从事稻麦辐射诱变育种研究。E-mail:yzhz@126.com。

6 号、宁麦 20、扬麦 158、宁麦 13、扬麦 21、宁麦 9 号、普冰 5112、普冰 143、N9628-2、201-274 及 2010-793 等 21 个对赤霉病抗性不同的小麦品种(系)为试验材料,其中安农 8455 等高感赤霉病,苏麦 3 号、望水白等高抗赤霉病,扬麦 158 等中抗赤霉病。以上材料由江苏省农业科学院的蔡士宾研究员及江苏里下河地区农业科学研究所的张勇研究员提供。

### 1.2 试验方法

试验材料于 2014—2015 年种植于江苏里下河地区农业科学研究所万福基地试验田。每份材料种植 2 行,行距 25 cm,株距 5 cm,3 个重复,分别设置 0、450、900 g/hm<sup>2</sup> 等 3 个不同浓度的多效唑处理,分别设为处理 1、处理 2、处理 3,于小麦拔节期喷施以控制株高,其他管理条件一致。各材料于始花期选取 15 个单穗,自上而下第 5 小穗的左基部小花作为接种单元,采用单花滴注法接种含 F0301、F0609、F0980 及 F1126 等 4 种高致病力赤霉菌的悬浮液 5 μL,浓度为 10 倍×10 倍显微镜视野下约 20 个游离孢子。接种后定期弥雾保湿,收获期调查株高、小穗数、病小穗数,计算病小穗率。

### 1.3 数据分析

利用 SPSS19.0 统计软件对小麦赤霉病病情与株高的相关性进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同试验材料在株高及赤霉病抗性上的差异

本试验以 21 个赤霉病抗性不同、株高不同的小麦品种(系)为试验材料,3 个处理,每份材料调查 15 个单茎及单穗,共 945 个,其中 929 个有效。

从表 1 可以看出,3 个处理中赤霉病高感材料安农 8455 的病小穗率均最高,处理 3 中高达 70.4%,而赤霉病高抗材料苏麦 3 号和望水白等在 3 个处理下均表现较低病小穗率,赤霉病中抗材料扬麦 158 的抗性居中并较为稳定,试验数据与预期结果一致。整体来看,赤霉病病小穗率低的材料株高偏高,病小穗率高的材料株高偏低,如苏麦 3 号、H35、N553、望水白、N9628-2 等株高均在 90 cm 左右,即使经多效唑处理其平均株高也超过 85 cm,平均病小穗率均低于 20%,达到高抗-中抗水平,其中 N9628-2 未经处理时株高

99 cm,病小穗率仅 4.6%。赤霉病抗性较好的生选 6 号由于多效唑处理后植株高度降低,其赤霉病抗性明显降低。此外,还发现株高较高的 Funo、普冰 143 的病小穗率较高,而株高

较矮的宁麦 13、宁麦 9 号的病小穗率较低。可见,株高虽然对赤霉病抗性有所影响,但材料本身的遗传因素等的影响也较大。

表 1 各材料的株高、病小穗数、小穗数及病小穗率

品种(系)	株高(cm)			病小穗数(个)			小穗数(个)			病小穗率(%)		
	处理 1	处理 2	处理 3	处理 1	处理 2	处理 2	处理 1	处理 2	处理 3	处理 1	处理 2	处理 3
安农 8455	79.4	74.5	67.1	4.8	7.9	11.7	20.0	19.7	16.7	24.2	40.2	70.4
镇 10216	75.7	74.2	71.9	1.5	1.6	3.5	20.3	17.4	16.9	7.3	9.3	20.7
Funo	93.0	87.0	86.4	3.5	4.6	7.6	21.5	20.0	21.2	16.3	23.1	35.9
苏麦 3 号	96.5	96.4	95.2	1.3	1.5	1.9	21.4	19.5	18.7	6.1	7.9	9.9
H35	89.1	86.8	86.6	1.0	1.1	1.4	19.9	17.4	16.9	5.0	6.2	8.1
N553	91.8	89.8	86.2	1.3	3.3	5.8	20.3	19.7	19.0	6.6	16.8	30.4
宁 7840	77.0	75.4	74.0	1.5	1.1	2.1	21.3	20.0	16.0	6.9	5.3	13.4
望水白	91.6	91.2	87.9	1.3	2.3	1.7	21.1	20.1	20.5	6.1	11.7	8.5
镇麦 10 号	73.7	72.8	71.7	2.0	2.4	2.4	18.3	19.0	19.0	11.1	12.6	12.5
台湾小麦	84.3	79.1	72.1	2.5	2.6	7.0	21.1	19.1	19.5	11.8	13.4	35.9
繁 60096	78.2	77.3	72.8	3.7	4.1	6.4	21.5	21.3	19.4	17.2	19.3	32.9
生选 6 号	59.5	55.7	55.2	3.0	3.6	3.8	15.9	14.9	14.7	18.8	24.0	26.1
宁麦 20	74.6	66.0	65.8	1.1	2.0	2.0	17.3	18.6	17.2	6.2	10.8	11.5
扬麦 158	82.5	79.9	73.8	4.1	4.4	4.8	19.3	19.5	17.6	21.1	22.6	27.2
宁麦 13	63.7	62.4	62.3	1.6	1.3	4.4	17.8	16.5	16.5	9.1	8.1	26.5
扬麦 21	71.8	70.2	69.0	1.6	1.8	1.8	17.8	17.8	17.6	9.2	10.0	10.1
宁麦 9 号	69.6	67.2	65.1	1.2	1.6	1.9	18.6	17.9	16.8	6.6	8.8	11.2
普冰 5112	75.6	68.8	68.7	2.7	3.5	9.1	17.8	18.4	19.0	15.1	18.9	47.7
普冰 143	93.9	88.1	86.0	4.7	5.4	7.7	19.7	20.7	20.5	23.6	26.1	37.4
N9628-2	99.0	91.4	90.5	1.0	2.1	1.4	21.6	20.8	21.0	4.6	10.2	6.6
2010-793	76.6	76.0	72.4	3.2	4.7	3.7	21.1	19.7	18.1	15.3	23.7	20.6

2.2.3 3 个试验处理对小麦株高及赤霉病抗性的的影响

2.2.1 试验处理对小麦株高、病小穗数、小穗数及病小穗率影响的方差分析 从表 2 中可以看出,3 个处理之间的试验材料在株高、病小穗数、病小穗率之间存在极显著差异,而小穗数无显著差异,说明多效唑对株高有显著影响,而对小穗数影响有限。

表 2 多效唑处理对小麦株高、病小穗数、小穗数及病小穗率影响的方差分析

性状	方差来源	平方和	df	均方	F 值	P 值
株高	组间	4 621.597	2	2 310.798	17.642	0.000
	组内	121 686.454	929	130.986		
	总数	126 308.051	931			
病小穗数	组间	332.134	2	166.067	8.368	0.000
	组内	18 435.963	929	19.845		
	总数	18 768.098	931			
小穗数	组间	0.103	2	0.051	0.009	0.991
	组内	5 032.447	929	5.417		
	总数	5 032.549	931			
病小穗率	组间	10 044.671	2	5 022.336	8.837	0.000
	组内	527 961.263	929	568.311		
	总数	538 005.934	931			

2.2.2 试验处理间小麦株高、病小穗数、小穗数、病小穗率均值间的差异 从 3 个试验处理对小麦株高、病小穗数、小穗数、病小穗率的影响(表 3)来看,随着多效唑浓度的升高,小麦株高降低、病小穗数增加、病小穗率显著提高,而小穗数变化不大。可见,随着株高的降低,小麦的赤霉病抗性明显降低。

表 3 各处理间小麦株高、病小穗数、小穗数、病小穗率平均值之间的差异

处理	株高(cm)	病小穗数(个)	小穗数(个)	病小穗率(%)
处理 1	80.65	2.19	18.86	11.61
处理 2	77.41	2.80	18.87	15.09
处理 3	74.85	3.72	18.89	19.69

2.3 株高对小麦赤霉病抗性的影响

按株高不同将各材料分为 13 类,株高 50 cm 以下为类型 1、105 cm 以上为类型 13,株高在 50~105 cm 之间的材料按 5 cm 为 1 种类型分成 11 个类型,以便于进行比较分析。

2.3.1 不同株高类型小麦的赤霉病病小穗数、小穗数、病小穗率的方差分析 从表 4 中可以看出,不同株高类型的各材料在株高、小穗数、病小穗率、处理方面均存在显著差异,而在病小穗数上无显著差异。

2.3.2 不同株高类型小麦的赤霉病病小穗数、小穗数、病小穗率均值间的比较 从不同株高类型小麦的赤霉病病小穗数、小穗数、病小穗率的均值(表 5)来看,总体趋势为随着株高的升高,病小穗数减少、小穗数增加、病小穗率降低,说明株高高的类型的赤霉病抗性更好。类型 1、2、3 均表现较高的病小穗率,其中类型 1 高达 55.51%;而类型 11、12、13 均表现较低病小穗率,其中类型 13 仅为 5.50%。

由表 6 的相关性分析可见,随着多效唑浓度的升高,小麦株高显著降低、赤霉病病小穗数和病小穗率显著升高;随着株高的升高,各试验材料的病小穗数降低但不显著,而小穗数显著增加、病小穗率显著降低。

表 4 不同株高类型小麦的赤霉病病小穗数、小穗数、病小穗率的方差分析

性状	方差来源	平方和	df	均方	F 值	P 值
株高	组间	124 417.621	12	10 368.135	5 040.291	0.000
	组内	1 890.430	919	2.057		
	总数	126 308.051	931			
病小穗数	组间	379.379	12	31.615	1.580	0.092
	组内	18 388.719	919	20.009		
	总数	18 768.098	931			
小穗数	组间	1 241.711	12	103.476	25.085	0.000
	组内	3 790.838	919	4.125		
	总数	5 032.549	931			
病小穗率	组间	20 431.421	12	1 702.618	3.023	0.000
	组内	517 574.513	919	563.193		
	总数	538 005.934	931			
处理	组间	30.950	12	2.579	4.733	0.000
	组内	500.767	919	0.545		
	总数	531.717	931			

表 5 不同株高类型小麦的赤霉病病小穗数、小穗数、病小穗率的均值比较

株高类型	株高 (cm)	病小穗数 (个)	小穗数 (个)	病小穗率 (%)
1	≤50	7.00	13.25	55.51
2	>50 ~55	5.75	14.83	38.99
3	>55 ~60	3.94	15.94	24.91
4	>60 ~65	2.64	17.39	15.72
5	>65 ~70	2.53	18.27	13.63
6	>70 ~75	3.11	18.66	16.58
7	>75 ~80	3.13	19.30	15.94
8	>80 ~85	3.66	19.20	18.88
9	>85 ~90	2.30	19.64	11.69
10	>90 ~95	3.31	19.91	16.64
11	>95 ~100	2.27	20.48	11.71
12	>100 ~105	3.25	20.30	15.50
13	>105	1.17	21.50	5.50

表 6 各处理、小麦株高与赤霉病病小穗数、小穗数及病小穗率的相关性

项目	指标	株高	病小穗数	小穗数	病小穗率
处理	相关系数	-0.191 **	0.136 **	0.005	0.132 **
	P 值	0.000	0.000	0.891	0.000
株高	相关系数		-0.045	0.462 **	-0.096 **
	P 值		0.167	0.000	0.003

注:样本量  $n=932$ ; \*\* 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

3 结论与讨论

在小麦赤霉病抗性 & 表型相关性研究中,发现小麦的表型性状对赤霉病的发生 & 发展有一定的影响<sup>[1-2,5-11]</sup>,小麦的花序结构、芒的长短、小穗密度和株高等具有使其逃避病原菌侵染的机能<sup>[1,5-6,11]</sup>,而在自然条件下小麦的株高、开花期、抽穗期等的不同可能会影响其对赤霉病扩展的反应<sup>[2,5-6,11]</sup>。

许多研究表明,赤霉病抗性与小麦株高呈正相关<sup>[5-7,9-10]</sup>。Gervais 等检测出的 3 个赤霉病抗性主效 QTL 与植株高度 QTL 是重叠的<sup>[12]</sup>,说明株高高对赤霉病抗性的提高

有正效应。陆成彬等通过对苏麦 3 号 × 安农 2 号和望水白 × 安农 8455 等 2 个重组自交系群体多年的研究发现,小麦赤霉病的侵染和扩展严重度与株高呈显著负相关、与小穗数在多数情况下无相关性<sup>[5-6]</sup>。本研究表明,小麦株高与赤霉病病小穗率呈显著负相关,整体而言,植株高的小麦的赤霉病病小穗率比植株矮的要低,这与陆成彬等<sup>[5-6]</sup>及其他许多研究者<sup>[1-2,7-10]</sup>的研究结果一致。何觉民等认为,株高是通过穗部的持水量来决定抗病性的,植株越矮,接受赤霉菌菌飞散的孢子数就越多,就更易发病<sup>[11]</sup>。

此外,有研究也表明小麦株高与赤霉病抗性并非呈正相关<sup>[13-14]</sup>。吕超等通过研究小麦 Am3/莱州 953 近等基因导入系后,发现 2 个导入系群体的病穗率与株高呈极显著的负相关,BC<sub>4</sub>F<sub>3</sub> 的病情指数与株高呈极显著的负相关,BC<sub>4</sub>F<sub>5</sub> 的病情指数与株高相关性不显著<sup>[13]</sup>。王雅平等认为赤霉病抗性与株高呈正相关<sup>[14]</sup>,而 Hilton 等<sup>[15]</sup>、陆维忠等<sup>[16]</sup>认为株高与赤霉病抗性不存在直接联系,矮秆品种也可能具备很强的抗性。有研究者认为利用病小穗率对赤霉病病害进行评估的准确性不如用病情指数<sup>[17]</sup>,仅调查病小穗率可能对鉴定结果有影响,导致出现表型与抗性相关性不一致的结论。

综上所述,赤霉病抗性受株高的影响较大,但小麦赤霉病抗性是一个复杂的数量性状,其与表型性状的相关性因材料、方法及环境的不同而异。在小麦抗赤育种中,应在综合性状较好的前提下选择偏高材料,这样更有可能选出抗赤材料,从而有利于抗赤育种效率的提高。

参考文献:

[1] Miedaner T, Moldovan M, Iltu M. Comparison of spray and point inoculation to assess resistance to *Fusarium* head blight in a multi-environment wheat trial[J]. Phytopathology, 2003, 93(9): 1068 - 1072.

[2] Klahr A, Zimmermann G, Wenzel G, et al. Effects of environment, disease progress, plant height and heading date on the detection of QTLs for resistance to *Fusarium* head blight in an European winter wheat cross[J]. Euphytica, 2007, 154(1/2): 17 - 28.

[3] 陈士强, 黄泽峰, 张 勇, 等. 中国春背景下长穗偃麦草抗赤霉病相关基因的染色体定位[J]. 麦类作物学报, 2012, 32(5): 839 - 845.

[4] 陈士强, 何震天, 张 容, 等. 长穗偃麦草优异基因的染色体定位及应用[J]. 植物遗传资源学报, 2015, 16(5): 1062 - 1066, 1072.

[5] 陆成彬, 范金平, 印 娟, 等. 小麦主要农艺性状对赤霉病抗性的影响[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(3): 1091 - 1092, 1095.

[6] 陆成彬, 张伯桥, 范金平, 等. 2 个重组自交系群体的小麦赤霉病抗性 & 表型性状相关性[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(12): 99 - 101.

[7] 姚金保, 葛永福, 周朝飞, 等. 小麦赤霉病抗性 & 若干农艺性状的相关性研究[J]. 江苏农业科学, 1995(6): 13 - 16.

[8] Mesterhazy A. Types and components of resistance to *Fusarium* head blight of wheat[J]. Plant Breeding, 1995, 114: 377 - 386.

[9] 廖玉才, 余毓君. 小麦地方品种望水白抗赤霉病性的遗传分析[J]. 华中农学院学报, 1985, 4(2): 6 - 14.

[10] 刘思衡, 黄梅兰, 杨伟健, 等. 小麦抗赤霉病性与产量性状的相关分析[J]. 福建农学院学报, 1988, 17(2): 127 - 132.

侯 茜,羊杏平,张 曼,等. 西瓜幼苗根系防御酶活性变化与枯萎病抗性的关系[J]. 江苏农业科学,2015,43(12):147-149.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.12.044

# 西瓜幼苗根系防御酶活性变化与枯萎病抗性的关系

侯 茜,羊杏平,张 曼,徐锦华,刘 广

(江苏省农业科学院蔬菜研究所/江苏省高效园艺作物遗传改良重点实验室,江苏南京 210014)

**摘要:**以西瓜抗病品种卡红和感病品种苏蜜一号为材料,研究西瓜幼苗接种枯萎病菌后西瓜幼苗根部组织的生理生化变化与抗病性的关系。结果表明,苯丙氨酸解氨酶(PAL)、过氧化物酶(POD)、多酚氧化酶(PPO)、过氧化氢酶(CAT)、几丁质酶(CHO)、 $\beta$ -1,3-葡聚糖酶(GUN)的活性与抗病性呈正相关。初步认为,可用西瓜幼苗根部 PAL、POD、PPO、CAT、CHO、GUN 的活性作为反映苗期西瓜材料枯萎病抗性的生理生化指标。

**关键词:**西瓜;幼根组织;枯萎病;酶活性

**中图分类号:**S436.5;S651.01 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)12-0147-03

西瓜枯萎病是由尖孢镰刀菌西瓜专化型(*Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*, FON) 侵染引起的一种世界性真菌土传病害<sup>[1]</sup>。近年来,西瓜种植面积不断扩大,造成轮作困难,致使枯萎病的危害逐年加重,给西瓜生产造成严重危害,该病害已成为影响我国瓜类优质、高效生产的主要障碍<sup>[2]</sup>。

本试验以枯萎病高抗西瓜品种卡红和高感西瓜品种苏蜜一号为材料,通过苗期人工接种西瓜枯萎病菌,研究西瓜幼苗根系内一系列防御酶如苯丙氨酸解氨酶(PAL)、过氧化物酶(POD)、多酚氧化酶(PPO)、过氧化氢酶(CAT)、几丁质酶(CHO)和 $\beta$ -1,3-葡聚糖酶(GUN)的活性变化与抗病性的关系。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

西瓜材料选用国际公认的抗枯萎病生理小种 1 的西瓜品种卡红和感病品种苏蜜一号,由江苏省农科院蔬菜所瓜类研究室提供。

枯萎病菌选用国际公认的尖孢镰刀菌西瓜专化型(*Fu-*

*sarium oxysporum* f. sp. *niveum*)1 号生理小种。

### 1.2 方法

1.2.1 西瓜苗的培养 西瓜种子经 55 ℃ 温汤浸种 6~8 h 后,用纱布包裹置于 30 ℃ 恒温培养箱中催芽,待 80% 种子露白后播种在 50 孔穴盘内。置于人工气候箱内进行育苗,育苗基质使用 0~6 mm 进口品氏托普泥炭。

1.2.2 接种 西瓜病原菌接种按国际通用的幼苗浸根法<sup>[3]</sup>,待西瓜苗长至 2~3 张真叶时拔出,洗净根部泥炭,在枯萎病菌孢子悬浮液( $1 \times 10^6$  个/mL)中浸根 30 min,然后重新栽入无菌基质中,置于 28 ℃ 的光照培养箱(12 h/d, RH 为 70%)。接种后分别于 0、1、2、5、7、10 d 取西瓜苗根组织,进行苯丙氨酸解氨酶、过氧化物酶、多酚氧化酶、过氧化氢酶、几丁质酶、 $\beta$ -1,3-葡聚糖酶的活性测定。设置 3 次重复。

1.2.3 苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性的测定 参照许勇等的方法<sup>[4]</sup>,取西瓜幼根组织用 0.1 mol/L、pH 值为 8.8 的硼酸缓冲液(内含 2% PVP),在冰浴中匀浆后离心(15 000 g, 15 min),取上清液为酶液测定酶活性。反应液为 1.5 mL 硼酸缓冲液(含 10 mol/L 苯丙氨酸)加 0.2 mL 酶液,40 ℃ 反应 1 h 后,加 0.3 mL 5 mol/L HCl 终止反应,测  $D_{290\text{ nm}}$ 。

1.2.4 过氧化物酶(POD)活性的测定 参照许勇等的方法<sup>[4]</sup>取西瓜幼根组织用 50 mmol/L、pH 值为 7.8 的磷酸缓冲液(内含 2% PVP)在冰浴中匀浆后离心(15 000 g, 15 min),取上清液测定酶活性(采用愈创木酚法),反应液为 25 mmol/L、pH 值为 7 的磷酸缓冲液(含 0.1 mol/L EDTA) 1.7 mL;1% 愈创木酚 100  $\mu$ L, 20 mmol/L 双氧水 100  $\mu$ L 和

收稿日期:2015-09-24

基金项目:国家高技术研究发展计划(“863”计划)(编号:2012AA100103);国家西瓜产业技术体系(编号:CARS-26-NO.8);江苏省科技支撑计划(编号:BE2012323)。

作者简介:侯 茜(1987—),女,江苏南京人,研究实习生,从事西瓜遗传育种研究。E-mail:659220544@qq.com。

通信作者:羊杏平,博士,研究员,主要从事西瓜甜瓜遗传育种研究。E-mail:1394654153@qq.com。

[11]何觉民. 关于小麦抗赤霉病育种的研究——I. 小麦品种形态与抗赤霉病性关系的初探[J]. 湖南农学院学报,1983,9(2):9-18.

[12]Gervais L, Dedryver F, Morlais J Y, et al. Mapping of quantitative trait loci for field resistance to *Fusarium* head blight in an European winter wheat[J]. Theoretical and Applied Genetics, 2003, 106(6): 961-970.

[13]吕 超,姚 琴,周荣华,等. 小麦 Am3/莱州 953 近等基因导入系赤霉病抗性鉴定[J]. 江苏农业科学,2012,40(12):96-99.

[14]王雅平,王进先,刘伊强. 小麦品种对赤霉病抗扩展性的遗传研究[J]. 作物学报,1992,18(5):373-379.

[15]Hilton A J, Jenkinson P, Hollins T W, et al. Relationship between cultivar height and severity of *Fusarium* head blight in wheat[J]. Plant Pathology, 1999, 48(2):202-208.

[16]陆维忠,刘芬兰,林一波,等. 主要农作物抗病性遗传研究进展[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1990:229-235.

[17]刘 力,李新予. 不同严重度分级方法下小麦赤霉病病情指数的比较[J]. 植物保护学报,1988,15(1):41-44.