

大白菜骨干自交系的苗期抗病性评价

龚振平, 于拴仓, 苏同兵, 张凤兰, 余阳俊, 赵岫云, 张德双, 汪维红

(北京市农林科学院蔬菜研究中心, 北京 100097)

摘要:为明确大白菜骨干自交系的抗病性, 本研究于 2012–2014 年, 对课题组保存和创制的 203 个大白菜自交系进行了霜霉病、病毒病、黑腐病、黄萎病和根肿病的苗期抗性评价。结果显示, 高抗上述病害的自交系分别有 7、9、0、31 和 12 个; 仅抗其中 1 种病害的自交系有 82 个; 兼抗 2 种病害的有 61 个, 兼抗 3 种病害的自交系有 28 个, 兼抗 4 种病害的自交系有 4 个; 其中自交系 11-234、04-622、12-85、13-108 和 09-894 综合抗病性最优。此外, 春大白菜、夏大白菜和秋大白菜 3 种生态类群间, 合抱、叠抱、拧抱、舒心等不同抱球类型间, 以及国内外不同地理来源间的自交系材料, 对 5 种病害的抗性表现存在不同程度的差异。

关键词: 大白菜; 自交系; 抗病性

Resistance to Main Diseases Evaluated at Seedling Stage in Core Set of Chinese Cabbage Inbred Lines

GONG Zhen-ping, YU Shuan-cang, SU Tong-bing, ZHANG Feng-lan,

YU Yang-jun, ZHAO Xiu-yun, ZHANG De-shuang, WANG Wei-hong

(Beijing Vegetable Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Science, Beijing 100097)

Abstract: Resistance to downy mildew, TuMV (*Turnip mosaic virus*), black rot, verticillium wilt and clubroot were evaluated by inoculation under controlled conditions at seedling stage in 203 Chinese cabbage inbred lines from 2012 to 2014. The result showed that 7 lines were highly resistant to downy mildew, 9 to TuMV, 0 to black rot, 31 to verticillium wilt and 12 to clubroot. Out of 203 inbred lines, 82 showed resistant to only one of these diseases, 62 lines showed resistant to two kinds of diseases, 28 lines showed resistance to three disease and 4 lines showed resistance to 4 diseases. The data also showed that inbred lines including 11-234, 04-622, 12-85, 13-108 and 09-894, were elite materials for disease resistance breeding. In addition, different ecotypes of Chinese cabbages (spring-type, summer-type, and autumn-type), and different heading-types of Chinese cabbages (fluffy-type, shallow-type, deep-type, and flat-type), as well as different Chinese cabbages from distinct regions showed different disease resistance tendencies.

Key words: Chinese cabbage; inbred lines; disease resistance

大白菜 (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*) 是我国及其他东亚国家的主要蔬菜之一, 在蔬菜产业中占有举足轻重的地位。据统计, 我国大白菜播种面积 2623.7 km², 占蔬菜总播种面积的 14.4%; 总产量

达到 10506.3 万 t, 占全国蔬菜总产量的 18%^[1]。在华北和东北地区, 大白菜尤其是秋大白菜的产量和价格会对蔬菜供应和平抑菜价产生不可忽视的影响。近年来, 随着春大白菜和夏大白菜种植面积的

收稿日期: 2015-02-12 修回日期: 2015-04-15 网络出版日期: 2015-10-29

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20151029.0954.014.html>

基金项目: 科技部“863”项目 (2012AA100103); 国家自然科学基金 (31171959); 国家科技支撑计划 (2012BAD02B01); 大宗蔬菜产业技术体系 (CARS-25-A-11)

第一作者研究方向为蔬菜遗传育种。E-mail: gong093@163.com

通信作者: 张凤兰, 主要从事蔬菜遗传育种与分子生物学研究。E-mail: zhangfenglan@nerv.org

增加,大白菜品种需求类型趋于多样化。

在影响大白菜生长的因素中,病害占据了重要地位,病害的发生致使产量下降,少则减产 10% ~ 20%,在病情流行年份则减产 50% 以上,局部地区甚至绝产绝收^[2]并伴随着品质变劣,严重降低了菜农的经济效益。霜霉病、病毒病和黑腐病是大白菜叶部侵染病害,在十字花科作物上发生非常普遍,同时也是世界性病害。前两个被列为大白菜三大主要病害,其病原物遇到适宜生长扩散的极端潮湿或干旱气候,容易诱发大白菜病害的大面积发生,严重时使寄主丧失食用价值。大白菜霜霉病在我国北方地区发生较为普遍,流行年份损失可达 50% ~ 60%^[3];病毒病又称“孤丁病”、“抽疯”,早在 20 世纪 50 年代国内就开始严重流行,曾导致 1962 年新疆地区大白菜几乎绝收,70 年代和 80 年代华北和东北地区大白菜多次严重减产^[4]。黑腐病 70 年代在我国开始发现,80 年代后在十字花科蔬菜栽培地区迅速发展,曾在 1986 年导致北京产区大白菜减产 20%^[5]。大白菜黄萎病和根肿病都是土传真菌病害,黄萎病最早于 1966 年在日本长野县发现^[6],近年在中国部分十字花科蔬菜连作区发生,并逐渐形成严重的势态^[7],成为大白菜生产新的威胁。十字花科根肿病 19 世纪在苏联北部及中部地区大面积流行并造成毁灭性灾害^[8],在欧洲、北美和亚洲的日本、韩国等地已发展成为一种主要病害,每年导致十字花科作物减产 10% ~ 15%^[9];近年来,根肿病在我国多个大白菜主产区迅速扩大^[10],危害十分严重。

选育抗病品种是蔬菜育种的重要内容。从 1983 年开始,蔬菜抗病育种列入国家重点科技攻关计划,大白菜新品种选育技术专题组先后针对病毒

病、霜霉病为主的多种病害进行了抗病育种研究,取得了重要成果^[2]。实践证明,选育和种植抗病品种是病害防治的最为经济和有效的措施。其后育种工作者对大白菜品种或自交系进行了霜霉病^[11-12]、病毒病^[11-14]、黑腐病^[5, 15-16]、根肿病^[17-19]的抗病性鉴定,筛选出一批抗病自交系材料,为相关病害的抗病育种工作提供了材料基础;针对黄萎病对棉花、番茄、茄子、辣椒等作物侵染的研究报道较为常见,肖蕴华等^[20]于 1995 年对 1013 个茄子自交系进行了抗黄萎病鉴定。对大白菜的侵染为害国内是韩瑞娟等^[7]首先报道并鉴定了大白菜黄萎病病原,而种质材料的抗病性鉴定研究尚未见报道。

鉴于作物种质的不断繁育更新以及作物与病原物相互作用可能导致的抗病性改变,本研究对 203 个大白菜自交系种质进行了苗期人工接种条件下霜霉病、病毒病、黑腐病、黄萎病和根肿病抗性鉴定评价,以期筛选出对不同病害表现高抗或多抗的大白菜育种材料,为大白菜抗病育种提供支持。同时,对不同类群(型)大白菜自交系种质间抗病性的差异进行了比较。

1 材料与方法

1.1 供试材料

203 个大白菜自交系分别来自国内不同地区和日本、韩国、俄罗斯及东南亚等地,经多年自交选择和遗传重组而形成的高代自交系。根据其生育特性及生产上适宜种植季节,可分为春大白菜、夏大白菜和秋大白菜三大生态类型,其中春大白菜材料 34 份,夏大白菜材料 42 份,秋大白菜材料 127 份(表 1)。

表 1 供试大白菜自交系来源、类型及病情指数

Table 1 List of Chinese cabbage inbred lines evaluated

编号 No.	来源 Origins	生态类型 Ecotypes	叶球类型 Clasping typess	平均值 ± 标准差 $\bar{x} \pm s$				
				霜霉病	病毒病	黑腐病	黄萎病	根肿病
				Downy mildew	TuMV	Black rot	Verticillium wilt	Clubroot
11-328	中国华南/	夏	—	60.5 ± 8.7(S)	16.9 ± 17.7(R)	37.4 ± 4.7(M)	88.9 ± 5.0(HS)	62.2 ± 7.7(S)
11-332	中国华南/	夏	—	30.6 ± 5.7(R)	20.5 ± 4.6(R)	40.5 ± 2.0(M)	—	40.7 ± 14.0(M)
11-377	泰国	夏	—	79.3 ± 10(HS)	—	53.9 ± 5.8(M)	36.4 ± 5.3(M)	55.6 ± 7.9(M)
11-383	中国山东	夏	叠抱	20.7 ± 14.6(R)	14.4 ± 15.7(R)	36.9 ± 8.1(M)	32.7 ± 2.6(R)	53.3 ± 14.0(M)
11-163	韩国	春	合抱	24.3 ± 13.5(R)	29.8 ± 1.0(R)	60.2 ± 16.7(S)	26.6 ± 1.1(R)	35.6 ± 8.0(M)
11-210	中国天津	秋	拧抱	74.6 ± 10.3(S)	22.4 ± 4.8(R)	66.3 ± 1.9(S)	81.7 ± 11.6(HS)	40.0 ± 6.8(M)
09-860	中国北京	秋	叠抱	74.2 ± 11.3(S)	35.2 ± 8.8(M)	47.4 ± 5.7(M)	34.4 ± 7.0(M)	36.5 ± 9.5(M)
09-1072	中国山东	秋	合抱	67.7 ± 15.6(S)	42.7 ± 11.1(M)	57.3 ± 4.9(S)	48.2 ± 14.8(M)	58.0 ± 10.9(S)
09-953	中国辽宁	秋	舒心	60.0 ± 9.7(S)	—	14.5 ± 6.2(R)	41.7 ± 11.8(M)	41.7 ± 7.2(M)

表 1(续)

编号 No.	来源 Origins	生态类型 Ecotypes	叶球类型 Clasping typess	平均值 \pm 标准差 $\bar{x} \pm s$				
				霜霉病 Downy mildew	病毒病 TuMV	黑腐病 Black rot	黄萎病 Verticillium wilt	根肿病 Clubroot
10-1086	中国山西	秋	舒心	76.9 \pm 12.1 (S)	43.1 \pm 3.7 (M)	47.1 \pm 11.9 (M)	54.5 \pm 7.8 (M)	33.3 \pm 11.5 (M)
09-482	中国黑龙江	秋	合抱	61.5 \pm 12.2 (S)	34.5 \pm 9.6 (M)	33.8 \pm 0.3 (M)	26.6 \pm 5.5 (R)	46.7 \pm 11.9 (M)
09-740	中国山东	秋	合抱	41.0 \pm 7.9 (M)	43.3 \pm 0 (M)	64.2 \pm 10.8 (S)	21.9 \pm 3.3 (R)	66.7 \pm 7.4 (S)
09-972	中国天津	秋	拧抱	39.8 \pm 10.6 (M)	36.8 \pm 2.7 (M)	64.1 \pm 0.3 (S)	60.9 \pm 7.0 (S)	19.8 \pm 8.4 (R)
09-1014	中国天津	秋	拧抱	56.7 \pm 12.8 (S)	47.5 \pm 4.5 (M)	41.9 \pm 2.8 (M)	35.7 \pm 8.4 (M)	14.8 \pm 7.0 (R)
09-551	韩国	春	合抱	65.6 \pm 11 (S)	65.4 \pm 0.4 (S)	56.9 \pm 4.5 (S)	38.5 \pm 6 (M)	30.0 \pm 13.3 (R)
09-894 *	中国山东	秋	合抱	55.6 \pm 0.2 (S)	39.7 \pm 3.9 (M)	50.0 \pm 3.7 (M)	3.8 \pm 0.0 (HR)	2.8 \pm 3.2 (HR)
09-285	日本	夏	叠抱	47.8 \pm 11 (M)	24.8 \pm 13.2 (R)	51.3 \pm 4.1 (M)	19.6 \pm 2.5 (R)	47.2 \pm 7.2 (M)
07-781	中国山东	秋	合抱	76.5 \pm 4.2 (S)	27.9 \pm 4.2 (R)	79.3 \pm 16.9 (HS)	25 \pm 10.4 (R)	15.3 \pm 12.2 (R)
11-385	中国山东	夏	叠抱	61.5 \pm 5.5 (S)	26.1 \pm 14.9 (R)	50.1 \pm 1.9 (M)	15.6 \pm 5.5 (R)	22.2 \pm 11 (R)
08-222	中国河北	秋	舒心	77.0 \pm 4.7 (S)	24.5 \pm 12.7 (R)	52.9 \pm 1.0 (M)	16.7 \pm 7.4 (R)	23.3 \pm 10.7 (R)
10-163	中国河北	秋	舒心	87.5 \pm 3.9 (HS)	23.3 \pm 3.8 (R)	30.4 \pm 13.7 (R)	25.0 \pm 4.7 (R)	31.1 \pm 12.3 (R)
10-127	中国广东	秋	叠抱	29.1 \pm 14.6 (R)	62.6 \pm 10.5 (S)	38.5 \pm 6.3 (M)	11.5 \pm 6.4 (R)	37.0 \pm 13.1 (M)
10-134	未知//	春	—	38.6 \pm 12.6 (M)	54.2 \pm 15.7 (M)	37.3 \pm 3.0 (M)	36.4 \pm 0.8 (M)	34.4 \pm 11.7 (M)
10-194	中国云南	夏	叠抱	64.5 \pm 7.9 (S)	21.8 \pm 3.5 (R)	39.8 \pm 6.1 (M)	45.0 \pm 4.8 (M)	12.5 \pm 10.8 (R)
09-384b	泰国	夏	舒心	82.2 \pm 10.1 (HS)	93.5 \pm 16.1 (HS)	40.2 \pm 3.8 (M)	71.4 \pm 2.5 (S)	42.2 \pm 9.8 (M)
10-331	泰国	夏	舒心	73.6 \pm 5.9 (S)	74.3 \pm 2.2 (S)	56.8 \pm 15.4 (S)	31.8 \pm 8 (R)	12.7 \pm 9.2 (R)
10-346	未知//	夏	叠抱	70.6 \pm 3.5 (S)	16.1 \pm 4.1 (R)	62.4 \pm 12.4 (S)	35.7 \pm 8.9 (M)	48.1 \pm 7.0 (M)
10-219	中国湖南	夏	叠抱	—	—	39.8 \pm 0.9 (M)	33.9 \pm 6.3 (M)	63 \pm 12.1 (S)
10-1082	日本	夏	叠抱	56.3 \pm 13.4 (S)	40.9 \pm 2.6 (M)	52.7 \pm 1.2 (M)	47.7 \pm 8 (M)	44.4 \pm 11.3 (M)
11-234 *	中国山东	夏	叠抱	3.9 \pm 1.7 (HR)	30.2 \pm 5.3 (R)	33.4 \pm 1.9 (M)	23.3 \pm 9.4 (R)	27.2 \pm 12.6 (R)
11-237 *	中国山东	夏	舒心	4.8 \pm 7.5 (HR)	35.1 \pm 7.9 (M)	32.6 \pm 8.8 (R)	25 \pm 1.3 (R)	55.6 \pm 17.1 (M)
11-1124	中国山东	秋	合抱	70.5 \pm 10.3 (S)	71.6 \pm 16.1 (S)	61.5 \pm 6.2 (S)	13.3 \pm 8.2 (R)	66.7 \pm 7.4 (S)
07-1060	中国北京	秋	叠抱	73.0 \pm 13.6 (S)	39.7 \pm 11.8 (M)	47.3 \pm 1.2 (M)	88.6 \pm 14.4 (HS)	4.8 \pm 3.7 (HR)
11-271	未知//	秋	叠抱	71.3 \pm 4.3 (S)	66.8 \pm 5.9 (S)	53.7 \pm 4.7 (M)	32.5 \pm 5.3 (R)	14.8 \pm 11.6 (R)
07-1061	中国黑龙江	秋	合抱	73.6 \pm 2.3 (S)	21.3 \pm 3 (R)	56.3 \pm 16.0 (S)	31.7 \pm 10.2 (R)	34.4 \pm 15.0 (M)
96-125	中国北京	秋	舒心	86.0 \pm 7.7 (HS)	33.4 \pm 14.3 (M)	33.8 \pm 2.0 (M)	26.8 \pm 5.5 (R)	4.9 \pm 7.1 (HR)
09-1073	中国北京	秋	叠抱	79.2 \pm 6.6 (HS)	34.9 \pm 1.3 (M)	64.7 \pm 1.4 (S)	18.8 \pm 0 (R)	23.8 \pm 10 (R)
11-135	韩国	春	合抱	47.5 \pm 2.4 (M)	61.9 \pm 11.2 (S)	52.5 \pm 2.0 (M)	25.0 \pm 0 (R)	31.9 \pm 12 (R)
10-621	未知//	秋	叠抱	29.5 \pm 5.8 (R)	24.0 \pm 1.4 (R)	64.9 \pm 2.1 (S)	35.7 \pm 0 (M)	21.1 \pm 10.7 (R)
11-436	日本	夏	叠抱	50.0 \pm 12.2 (M)	45.4 \pm 11.2 (M)	31.1 \pm 3.7 (R)	3.8 \pm 0 (HR)	33.3 \pm 9.9 (M)
10-1083	中国北京	秋	叠抱	63.5 \pm 15.8 (S)	49.6 \pm 10.7 (M)	48.5 \pm 13.8 (M)	7.1 \pm 2 (HR)	59.6 \pm 15.2 (S)
96-316	中国陕西	秋	叠抱	51.5 \pm 12.3 (M)	47.5 \pm 9.0 (M)	49.4 \pm 1.7 (M)	—	20.8 \pm 13.6 (R)
98-439	中国陕西	秋	叠抱	75.5 \pm 15.6 (S)	55.8 \pm 10.0 (S)	48.4 \pm 5.6 (M)	17.3 \pm 9.9 (R)	68.9 \pm 11.9 (S)
06-940	中国黑龙江	秋	合抱	83.5 \pm 2.4 (HS)	36.1 \pm 11.8 (M)	43 \pm 14.1 (M)	7.1 \pm 7.4 (HR)	58.7 \pm 12.3 (S)
08-572	未知//	秋	叠抱	90.0 \pm 0 (HS)	46.9 \pm 3.9 (M)	40.9 \pm 8.1 (M)	13.8 \pm 3.5 (R)	46 \pm 7.3 (M)
01-614	中国北京	秋	叠抱	49.0 \pm 11.3 (M)	—	46.2 \pm 2.8 (M)	28.6 \pm 12 (R)	15.6 \pm 10.6 (R)
11-1121	中国北京	秋	叠抱	42.0 \pm 12.6 (M)	66.8 \pm 13.7 (S)	56.1 \pm 7.6 (S)	10.7 \pm 6.2 (HR)	60 \pm 16 (S)
95-200	未知//	夏	叠抱	63.7 \pm 15.6 (S)	—	34.3 \pm 4.4 (M)	41.1 \pm 6.9 (M)	44.4 \pm 7.4 (M)

表 1(续)

编号 No.	来源 Origins	生态类型 Ecotypes	叶球类型 Clasping typess	平均值 \pm 标准差 $\bar{x} \pm s$				
				霜霉病 Downy mildew	病毒病 TuMV	黑腐病 Black rot	黄萎病 Verticillium wilt	根肿病 Clubroot
98-219	中国台湾	夏	叠抱	87.9 \pm 2.2 (HS)	39.1 \pm 16.4 (M)	33 \pm 5.9 (R)	33.3 \pm 8.1 (M)	51.1 \pm 16 (M)
97-334 *	中国北京	秋	叠抱	75.2 \pm 6.1 (S)	21.4 \pm 3.6 (R)	30.2 \pm 7.9 (R)	40.0 \pm 13 (M)	1.4 \pm 2.4 (HR)
11-382	中国广东	夏	叠抱	60.0 \pm 6.3 (S)	23.3 \pm 6.1 (R)	56.7 \pm 8.9 (S)	37.5 \pm 7.2 (M)	28.4 \pm 15.3 (R)
02-313	未知//	秋	舒心	55.2 \pm 14.3 (M)	22.5 \pm 7.0 (R)	38.9 \pm 7.1 (M)	26.8 \pm 2.9 (R)	15.6 \pm 8.2 (R)
03-728	中国北京	秋	舒心	56.4 \pm 15.7 (S)	23.8 \pm 3.2 (R)	48.9 \pm 10.6 (M)	37.5 \pm 11.2 (M)	34.3 \pm 12.8 (M)
97-200 *	中国北京	秋	舒心	76.2 \pm 10.8 (S)	18.9 \pm 3.1 (R)	28.9 \pm 2.7 (R)	55.0 \pm 7.5 (M)	4.2 \pm 3.6 (HR)
98-216	中国山东	秋	合抱	58.9 \pm 5.2 (S)	55.0 \pm 4.8 (M)	31.9 \pm 3.8 (R)	—	29.6 \pm 15.2 (R)
07-458	未知//	秋	合抱	22.6 \pm 4.2 (R)	48.0 \pm 12.9 (M)	57.7 \pm 14.1 (S)	34.1 \pm 1.6 (M)	22.2 \pm 9.4 (R)
08-1074	未知//	秋	合抱	70.0 \pm 0 (S)	34.7 \pm 2.4 (M)	52.8 \pm 9.2 (M)	16.1 \pm 5.2 (R)	38.0 \pm 13.3 (M)
01-18	日本	春	合抱	73.9 \pm 14.8 (S)	55.5 \pm 0.7 (M)	48.4 \pm 13.2 (M)	13.3 \pm 8.2 (R)	33.3 \pm 13.3 (M)
05-429	日本	春	合抱	84.1 \pm 3.8 (HS)	46.9 \pm 3.9 (M)	58.8 \pm 7.7 (S)	18.8 \pm 0.9 (R)	55.6 \pm 13.3 (M)
97-301 *	中国山东	秋	叠抱	88.2 \pm 3.5 (HS)	31.0 \pm 2.2 (R)	24.8 \pm 6.3 (R)	8.3 \pm 5.9 (HR)	—
02-474	中国北京	秋	叠抱	90.0 \pm 0 (HS)	50.6 \pm 3.9 (M)	77.8 \pm 0 (S)	25.0 \pm 8.2 (R)	71.1 \pm 6.8 (S)
01-703	中国河北	秋	拧抱	67.0 \pm 1.2 (S)	4.7 \pm 0.8 (HR)	53.9 \pm 14 (M)	—	14.4 \pm 8.8 (R)
03-285	越南	夏	叠抱	85.6 \pm 6.5 (HS)	—	44.3 \pm 2.4 (M)	26.8 \pm 1.3 (R)	36.5 \pm 12.3 (M)
11-143	韩国	春	合抱	64.4 \pm 6.1 (S)	—	69.3 \pm 11.1 (S)	35.9 \pm 6.7 (M)	68.9 \pm 9.8 (S)
07-113	韩国	春	合抱	56.4 \pm 16.2 (S)	30.3 \pm 10.3 (R)	54.8 \pm 1.0 (M)	31.7 \pm 0.3 (R)	20 \pm 11.4 (R)
11-681	中国山西	秋	舒心	43.5 \pm 13.4 (M)	37.7 \pm 1.7 (M)	30.4 \pm 2.2 (R)	43.8 \pm 5.5 (M)	53.7 \pm 14.1 (M)
01-24	日本	春	合抱	80.6 \pm 0.9 (HS)	—	58.5 \pm 2.7 (S)	23.3 \pm 5.6 (R)	25.0 \pm 7.2 (R)
05-25	日本	春	合抱	67.3 \pm 5.6 (S)	62.4 \pm 2.8 (S)	67.6 \pm 15.6 (S)	25 \pm 4.2 (R)	55.6 \pm 6.6 (M)
04-825	中国辽宁	秋	合抱	50.1 \pm 17.6 (M)	61.9 \pm 11.2 (S)	78.4 \pm 14.2 (HS)	53.3 \pm 16.4 (M)	58.0 \pm 8.4 (S)
11-435	日本	夏	叠抱	73.7 \pm 16.2 (S)	—	38.2 \pm 4.7 (M)	56.7 \pm 15.5 (S)	44.4 \pm 15.2 (M)
08-651 *	中国北京	秋	合抱	0.0 \pm 0 (HR)	13.3 \pm 4.7 (R)	48.2 \pm 12.5 (M)	28.1 \pm 2.2 (R)	70.4 \pm 7.0 (S)
08-272	未知//	夏	叠抱	69.3 \pm 6.5 (S)	8.8 \pm 0.9 (HR)	49.3 \pm 15.2 (M)	29.7 \pm 5.1 (R)	58.7 \pm 5.2 (S)
02-757	中国山东	秋	叠抱	46.0 \pm 6.7 (M)	61.0 \pm 14.2 (S)	59.7 \pm 2.0 (S)	33.3 \pm 9.4 (M)	48.1 \pm 7 (M)
01-707	中国山东	秋	叠抱	71.0 \pm 8.4 (S)	—	62.0 \pm 5.7 (S)	17.2 \pm 1.1 (R)	—
93-187	中国河北	秋	舒心	85.8 \pm 5.8 (HS)	—	34 \pm 9.6 (M)	47.9 \pm 14.6 (M)	—
89-60	中国北京	秋	叠抱	77.7 \pm 7.6 (S)	18.6 \pm 4.5 (R)	26.9 \pm 5.5 (R)	71.2 \pm 15.1 (S)	16.2 \pm 11.1 (R)
11-1	日本	春	合抱	59.4 \pm 15.2 (S)	33.4 \pm 4.9 (M)	80.6 \pm 9.2 (HS)	25.0 \pm 0.0 (R)	25.9 \pm 14 (R)
01-95	未知//	秋	叠抱	28.0 \pm 17 (R)	25.5 \pm 0.2 (R)	60.6 \pm 10.9 (S)	31.8 \pm 7.5 (R)	55.6 \pm 0.0 (M)
03-116	未知//	秋	叠抱	62.7 \pm 9.7 (S)	28.1 \pm 0.9 (R)	69.8 \pm 3.8 (S)	30.0 \pm 3.5 (R)	33.3 \pm 14.1 (M)
97-321 *	中国北京	秋	叠抱	18.9 \pm 13.7 (R)	71.2 \pm 16.8 (S)	60.6 \pm 11.3 (S)	15.0 \pm 4.5 (R)	0.0 \pm 0.0 (HR)
03-17	日本	春	合抱	59.6 \pm 9.3 (S)	16.9 \pm 2.6 (R)	62.0 \pm 3.9 (S)	17.2 \pm 3.3 (R)	41.1 \pm 16.2 (M)
04-622 *	未知//	秋	舒心	22.3 \pm 1.6 (R)	7.2 \pm 7.9 (HR)	40.8 \pm 0.6 (M)	25.0 \pm 8.0 (R)	32.1 \pm 13.3 (R)
11-384	越南?	夏	叠抱	59.0 \pm 8.8 (S)	18.8 \pm 1.6 (R)	45.8 \pm 8.6 (M)	28.3 \pm 3.5 (R)	18.1 \pm 11.1 (R)
05-905	中国辽宁	秋	合抱	64.0 \pm 11.5 (S)	28.2 \pm 8.6 (R)	52.8 \pm 11.2 (M)	39.7 \pm 11.5 (M)	41.4 \pm 9.5 (M)
05-410	中国浙江	秋	叠抱	66.0 \pm 13.9 (S)	32.5 \pm 7.9 (R)	44.9 \pm 9.1 (M)	45 \pm 6.9 (M)	53.1 \pm 10.9 (M)
98-220	中国华南/	夏	叠抱	79.4 \pm 7.1 (HS)	21.7 \pm 7.9 (R)	42.7 \pm 6.6 (M)	23.4 \pm 7 (R)	63.0 \pm 7.0 (S)
08-1076	中国河南	秋	叠抱	52.6 \pm 15.2 (M)	23.5 \pm 9.8 (R)	39.5 \pm 0.5 (M)	14.3 \pm 10.8 (R)	48.5 \pm 15.6 (M)

表 1(续)

编号 No.	来源 Origins	生态类型 Ecotypes	叶球类型 Clasping typess	平均值 \pm 标准差 $\bar{x} \pm s$				
				霜霉病 Downy mildew	病毒病 TuMV	黑腐病 Black rot	黄萎病 Verticillium wilt	根肿病 Clubroot
11-386 *	中国浙江	夏	叠抱	7.5 \pm 0.8 (HR)	14.0 \pm 12.7 (R)	44.7 \pm 8 (M)	21.4 \pm 9.1 (R)	53.3 \pm 14.4 (M)
05-14	韩国	春	合抱	70.0 \pm 3.9 (S)	31.8 \pm 0 (R)	54.8 \pm 0.4 (M)	10.0 \pm 7.4 (HR)	42.9 \pm 10.8 (M)
07-664	中国天津	秋	拧抱	56.1 \pm 7.6 (S)	21.2 \pm 1.4 (R)	33.3 \pm 2.6 (M)	8.3 \pm 10.3 (HR)	64.4 \pm 7.3 (S)
03-517	中国天津	秋	拧抱	—	28.9 \pm 11.8 (R)	59.2 \pm 9.6 (S)	85.7 \pm 12.3 (HS)	72.8 \pm 6.2 (S)
02-503	中国天津	秋	拧抱	50.0 \pm 9.7 (M)	46.9 \pm 7.9 (M)	63 \pm 4.8 (S)	65.6 \pm 10.9 (S)	60.5 \pm 9.3 (S)
02-507	中国天津	秋	拧抱	64.0 \pm 9.7 (S)	—	46.2 \pm 8 (M)	38.2 \pm 10.5 (M)	66.7 \pm 7.4 (S)
12-462	中国山东	秋	合抱	62.1 \pm 11.2 (S)	27.1 \pm 5.9 (R)	59.4 \pm 7.6 (S)	19.6 \pm 6.1 (R)	58.7 \pm 14.7 (S)
12-467	中国河北	秋	合抱	74.8 \pm 13.9 (S)	—	71.0 \pm 0.9 (S)	27.1 \pm 1.5 (R)	43.2 \pm 7.4 (M)
12-479	中国山东	秋	合抱	74.3 \pm 9.7 (S)	41.7 \pm 1.7 (M)	72.7 \pm 16.6 (S)	32.7 \pm 0.7 (R)	33.3 \pm 12.1 (M)
12-496	中国山东	秋	合抱	47.5 \pm 3.9 (M)	66.6 \pm 14.8 (S)	59.9 \pm 0.9 (S)	17.5 \pm 1.1 (R)	37.8 \pm 14.5 (M)
12-499	中国山东	秋	合抱	61.7 \pm 9.4 (S)	22.9 \pm 4.7 (R)	68.6 \pm 9.0 (S)	30.8 \pm 0.6 (R)	71.4 \pm 6.7 (S)
12-500	中国山东	秋	合抱	79.4 \pm 9.1 (HS)	49.8 \pm 14.5 (M)	61.0 \pm 12.3 (S)	23.2 \pm 13.0 (R)	50.6 \pm 9.3 (M)
12-503	中国山东	秋	合抱	70.3 \pm 7.6 (S)	24.5 \pm 3.1 (R)	51.3 \pm 3.7 (M)	35.7 \pm 8.8 (M)	71.4 \pm 6.7 (S)
12-507	中国山东	秋	合抱	—	33.9 \pm 14.2 (M)	63.6 \pm 13.1 (S)	56.8 \pm 12.3 (S)	33.3 \pm 12.8 (M)
12-509	中国山东	秋	叠抱	79.8 \pm 10 (HS)	50.6 \pm 11.8 (M)	78.1 \pm 1.5 (HS)	45.6 \pm 14 (M)	55.6 \pm 6.6 (M)
12-510	中国山东	秋	合抱	65.1 \pm 4.1 (S)	34.3 \pm 9.8 (M)	51.3 \pm 13.9 (M)	25.0 \pm 1.2 (R)	46.7 \pm 13.6 (M)
12-511	中国山东	秋	合抱	67.3 \pm 15.7 (S)	49.2 \pm 14.1 (M)	65.3 \pm 5.1 (S)	36.5 \pm 10.3 (M)	55.6 \pm 11.5 (M)
12-517	中国山东	秋	合抱	52.5 \pm 4.4 (M)	20.2 \pm 0.4 (R)	56.8 \pm 1.7 (S)	41.7 \pm 8.8 (M)	51.1 \pm 5.9 (M)
12-528	中国山东	秋	合抱	44.3 \pm 11 (M)	43.7 \pm 7.4 (M)	59.0 \pm 15.3 (S)	13.5 \pm 6.8 (R)	52.2 \pm 16.9 (M)
12-532	中国山东	秋	合抱	59.1 \pm 1.7 (S)	45.1 \pm 13.7 (M)	65.9 \pm 6.3 (S)	13.5 \pm 6.7 (R)	57.6 \pm 7.6 (S)
12-537	中国山东	秋	合抱	74.4 \pm 2.5 (S)	43.3 \pm 0 (M)	60.8 \pm 8.3 (S)	21.2 \pm 5.4 (R)	58.7 \pm 9.5 (S)
12-538	中国山东	秋	合抱	58.2 \pm 11.9 (S)	20.8 \pm 6.9 (R)	55.7 \pm 8.6 (S)	18.3 \pm 4.7 (R)	48.1 \pm 9.9 (M)
12-547	中国山东	秋	合抱	33.6 \pm 14.9 (M)	51.8 \pm 13.2 (M)	72.6 \pm 7.3 (S)	7.1 \pm 7.2 (HR)	57.8 \pm 10.4 (S)
12-552	中国山东	秋	叠抱	71.3 \pm 5.9 (S)	50.6 \pm 3.9 (M)	56.6 \pm 9.0 (S)	53.1 \pm 8.9 (M)	38.3 \pm 20.7 (M)
12-577	韩国	秋	合抱	53.7 \pm 16.8 (M)	31.6 \pm 4.9 (R)	43.1 \pm 4.6 (M)	43.3 \pm 6.5 (M)	39.7 \pm 10.4 (M)
12-578	韩国	秋	合抱	79.5 \pm 6 (HS)	59.2 \pm 10.3 (S)	58.4 \pm 6.9 (S)	40.6 \pm 5.5 (M)	28.9 \pm 11.1 (R)
12-603	中国山东	秋	合抱	70.2 \pm 14.7 (S)	—	23.5 \pm 5.2 (R)	—	50.0 \pm 9.8 (M)
12-604	中国山东	秋	叠抱	34.2 \pm 0.3 (M)	35.3 \pm 4.8 (M)	51.3 \pm 1.9 (M)	40.6 \pm 9.9 (M)	27.2 \pm 12.6 (R)
12-616	中国山东	秋	叠抱	73.1 \pm 7.9 (S)	19.1 \pm 6.8 (R)	68.8 \pm 11.5 (S)	42.9 \pm 11.4 (M)	42.2 \pm 9.8 (M)
12-620	中国山东	秋	合抱	63.4 \pm 4.4 (S)	38.1 \pm 12 (M)	61.1 \pm 1.2 (S)	14.3 \pm 8.0 (R)	41.7 \pm 10.3 (M)
12-623	中国内蒙	秋	拧抱	53.2 \pm 16.1 (M)	11.6 \pm 4.8 (R)	48.8 \pm 10.7 (M)	5 \pm 5.9 (HR)	36.1 \pm 4.9 (M)
12-644	未知//	秋	叠抱	—	—	51.3 \pm 0.7 (M)	48.8 \pm 0.3 (M)	31.1 \pm 10.4 (R)
12-715	韩国	秋	合抱	—	—	84.4 \pm 0 (HS)	31.3 \pm 0.6 (R)	28.9 \pm 11.1 (R)
12-716	韩国	秋	合抱	35.4 \pm 6.3 (M)	36.7 \pm 3.3 (M)	68.9 \pm 10.8 (S)	34.4 \pm 13.3 (M)	0.0 \pm 0.0 (HR)
12-743	中国山东	秋	合抱	70.4 \pm 13.6 (S)	27.9 \pm 1.1 (R)	46.9 \pm 6.0 (M)	43.8 \pm 6.5 (M)	65.4 \pm 14.2 (S)
12-745	中国山东	秋	合抱	78.2 \pm 1.1 (HS)	17.2 \pm 12.8 (R)	76.7 \pm 4.8 (S)	35 \pm 11.2 (M)	33.3 \pm 7.0 (M)
12-754	中国山东	秋	合抱	70 \pm 0 (S)	20.8 \pm 1.7 (R)	54.8 \pm 2.7 (M)	14.1 \pm 3.0 (R)	47.2 \pm 7.2 (M)
12-756	中国山东	秋	叠抱	20.7 \pm 9.3 (R)	27.7 \pm 9.2 (R)	40.3 \pm 9.8 (M)	36.7 \pm 8.2 (M)	58.3 \pm 11.6 (S)
12-766	中国山东	秋	合抱	54.3 \pm 15.5 (M)	29.5 \pm 5.2 (R)	53.0 \pm 10.9 (M)	19.1 \pm 5.3 (R)	27.8 \pm 13.8 (R)

表 1(续)

编号 No.	来源 Origins	生态类型 Ecotypes	叶球类型 Clasping typess	平均值 \pm 标准差 $\bar{x} \pm s$				
				霜霉病 Downy mildew	病毒病 TuMV	黑腐病 Black rot	黄萎病 Verticillium wilt	根肿病 Clubroot
12-778	中国山东	秋	合抱	70.4 \pm 16.6(S)	32.9 \pm 0.9(R)	74.3 \pm 8.7(S)	30.9 \pm 11.0(R)	18.1 \pm 12.8(R)
12-785	中国山东	秋	合抱	48.0 \pm 3.1(M)	33.7 \pm 10.5(M)	76.9 \pm 13.6(S)	23.3 \pm 6(R)	37.0 \pm 16.4(M)
12-790 *	中国山东	秋	合抱	68.5 \pm 11.4(S)	17.2 \pm 2.9(R)	70.0 \pm 3.7(S)	5 \pm 3.5(HR)	22.2 \pm 12.3(R)
12-801	中国云南	秋	拧抱	45.0 \pm 14.9(M)	30.7 \pm 9.8(R)	63.6 \pm 7.7(S)	5.8 \pm 0.3(HR)	58.3 \pm 15.6(S)
12-808	中国山东	秋	合抱	81.3 \pm 2(HS)	26.2 \pm 10.8(R)	59.0 \pm 0.4(S)	3.8 \pm 0.0(HR)	45.6 \pm 14.1(M)
12-809	中国河南	秋	叠抱	78.8 \pm 10.7(HS)	25.3 \pm 3.9(R)	24.4 \pm 7.9(R)	43.3 \pm 0.3(M)	66.7 \pm 7.4(S)
12-811	中国山西	秋	叠抱	28.3 \pm 16.6(R)	33.0 \pm 11.2(R)	54.4 \pm 6.5(M)	29.2 \pm 1.5(R)	43.3 \pm 13.4(M)
12-813	中国新疆	秋	叠抱	50.8 \pm 14.2(M)	38.1 \pm 2.2(M)	47.7 \pm 13.3(M)	36.5 \pm 6.9(M)	19.0 \pm 8.6(R)
12-817	中国山东	秋	叠抱	81.3 \pm 9(HS)	31.0 \pm 7.5(R)	47.0 \pm 10.0(M)	51.7 \pm 5.8(M)	73.3 \pm 5.9(S)
12-826	中国山东	秋	叠抱	73.3 \pm 11.6(S)	46.6 \pm 14.4(M)	63.8 \pm 15.4(S)	17.3 \pm 5.4(R)	33.3 \pm 20.6(M)
12-828 *	中国福建	秋	叠抱	5.1 \pm 7.1(HR)	17.7 \pm 5.5(R)	41.1 \pm 3.5(M)	35 \pm 9.1(M)	32.2 \pm 12.6(R)
12-829	中国福建	秋	叠抱	—	25.0 \pm 2(R)	40.2 \pm 2.3(M)	36.7 \pm 6.1(M)	37.5 \pm 15.7(M)
12-836	中国山西	秋	叠抱	85.6 \pm 7(HS)	26.1 \pm 0.8(R)	49.3 \pm 4.8(M)	46.7 \pm 4.6(M)	48.1 \pm 12.1(M)
12-838	中国河南	秋	叠抱	82.7 \pm 9(HS)	35.3 \pm 8.7(M)	46.5 \pm 2.4(M)	75.0 \pm 6.8(S)	48.1 \pm 7.0(M)
12-839	中国河南	秋	叠抱	59.4 \pm 17.1(S)	21.7 \pm 7.9(R)	40.2 \pm 10.2(M)	10.7 \pm 1.3(HR)	—
12-886	中国北京	秋	叠抱	82.7 \pm 6.3(HS)	33.7 \pm 10.5(M)	73.7 \pm 7.9(S)	13.5 \pm 3.6(R)	53.3 \pm 16.8(M)
12-887	中国北京	秋	叠抱	72.2 \pm 15(S)	72.2 \pm 0(S)	58.1 \pm 10.6(S)	5.0 \pm 2.3(HR)	34.4 \pm 19.7(M)
12-889	中国北京	秋	叠抱	73.3 \pm 15.6(S)	55.6 \pm 6.3(S)	68.5 \pm 0.8(S)	8.9 \pm 2.8(HR)	23.5 \pm 13.7(R)
12-890	中国北京	秋	叠抱	48.8 \pm 2(M)	39.7 \pm 3.9(M)	70.4 \pm 9.5(S)	11.7 \pm 6.9(R)	21.0 \pm 13.7(R)
12-891	中国北京	秋	叠抱	77.3 \pm 6.8(S)	—	48.7 \pm 12.3(M)	26.7 \pm 11.8(R)	60.5 \pm 9.3(S)
12-892	中国北京	秋	叠抱	71.2 \pm 11.9(S)	—	58.5 \pm 13.5(S)	—	42.2 \pm 13.6(M)
12-906	中国北京	秋	叠抱	78.3 \pm 8.2(HS)	31.1 \pm 11.4(R)	83.1 \pm 5.2(HS)	51.9 \pm 16.5(M)	29.2 \pm 12.8(R)
12-909	中国北京	秋	叠抱	—	24 \pm 1.4(R)	54.9 \pm 4.4(M)	29.2 \pm 8.8(R)	37.8 \pm 12.9(M)
12-910	中国山东	秋	叠抱	73.0 \pm 10.5(S)	53.7 \pm 11.2(M)	54.0 \pm 7.4(M)	17.3 \pm 6.7(R)	70.4 \pm 11.0(S)
12-948	中国辽宁	秋	拧抱	51.0 \pm 11.6(M)	34.7 \pm 9.4(M)	53.4 \pm 10.9(M)	0.0 \pm 0.0(HR)	45.7 \pm 10.1(M)
12-951	中国辽宁	秋	拧抱	50.6 \pm 16.6(M)	38.3 \pm 1.5(M)	42.7 \pm 2.8(M)	33.3 \pm 4.3(M)	39.7 \pm 13(M)
12-980	日本	秋	拧抱	70.3 \pm 17.6(S)	29.1 \pm 11.5(R)	43.3 \pm 5.9(M)	35.7 \pm 7.6(M)	48.9 \pm 6.8(M)
12-981	日本	秋	拧抱	48.6 \pm 11.7(M)	43.1 \pm 4.2(M)	72.5 \pm 11.2(S)	4.5 \pm 1.6(HR)	55.6 \pm 9.4(M)
12-997	中国天津	秋	拧抱	45.9 \pm 13.6(M)	66.9 \pm 1.2(S)	43.4 \pm 11.4(M)	3.8 \pm 1.4(HR)	28.4 \pm 13.6(R)
12-999	中国天津	秋	拧抱	58.6 \pm 17.6(S)	55.4 \pm 2.6(M)	28.8 \pm 4.5(R)	40.6 \pm 5.2(M)	48.1 \pm 12.1(M)
12-1021	中国天津	秋	拧抱	41.9 \pm 11.5(M)	37.9 \pm 2(M)	25.3 \pm 6.1(R)	—	—
12-1026	中国陕西	秋	拧抱	35.0 \pm 14.6(M)	41.5 \pm 9.8(M)	24.8 \pm 8.8(R)	5.0 \pm 6.4(HR)	66.7 \pm 10.5(S)
12-1028	中国江苏	秋	舒心	82.6 \pm 8.7(HS)	35 \pm 13(M)	43 \pm 4.1(M)	60.7 \pm 5.1(S)	36.7 \pm 15.6(M)
12-1033	中国山西	秋	拧抱	74.3 \pm 6.8(S)	36.6 \pm 13.6(M)	24.7 \pm 3.6(R)	50.0 \pm 2.9(M)	69.4 \pm 7.2(S)
12-1036	中国山西	秋	拧抱	86.3 \pm 5.9(HS)	—	29.7 \pm 4.5(R)	—	42.2 \pm 13.6(M)
12-1037	中国吉林	秋	舒心	43.7 \pm 10(M)	20.9 \pm 1.7(R)	36.8 \pm 5.5(M)	—	46.0 \pm 10.8(M)
12-1039	中国吉林	秋	舒心	69.6 \pm 9.4(S)	36.1 \pm 7.9(M)	27.6 \pm 8.5(R)	0.0 \pm 0.0(HR)	58.3 \pm 4.9(S)
12-14	韩国	春	合抱	42.6 \pm 14.9(M)	24.6 \pm 4.7(R)	68.5 \pm 7.9(S)	32.1 \pm 7.8(R)	49.5 \pm 6.6(M)
12-20	韩国	春	合抱	40.4 \pm 8.7(M)	54.8 \pm 14.2(M)	60.3 \pm 7.8(S)	28.6 \pm 0(R)	14.8 \pm 9.9(R)

表 1(续)

编号 No.	来源 Origins	生态类型 Ecotypes	叶球类型 Clasping typess	平均值 \pm 标准差 $\bar{x} \pm s$				
				霜霉病 Downy mildew	病毒病 TuMV	黑腐病 Black rot	黄萎病 Verticillium wilt	根肿病 Clubroot
12-22	韩国	春	合抱	64.8 \pm 5.7(S)	—	51.3 \pm 4.9(M)	40.0 \pm 3.5(M)	55.6 \pm 9.4(M)
12-30	韩国	春	合抱	50.2 \pm 13.6(M)	14.4 \pm 0(R)	59.4 \pm 5.5(S)	16.1 \pm 10.7(R)	48.9 \pm 11.6(M)
12-33	韩国	春	合抱	46.3 \pm 1.2(M)	24.0 \pm 12.1(R)	75.2 \pm 16.2(S)	21.7 \pm 6.1(R)	53.3 \pm 4.4(M)
12-39	韩国	春	合抱	59.7 \pm 17.1(S)	25.3 \pm 3.9(R)	63.3 \pm 0.5(S)	27.1 \pm 4.8(R)	55.6 \pm 10.5(M)
12-50	韩国	春	合抱	44.6 \pm 17.2(M)	13.5 \pm 2.9(R)	53.9 \pm 2.4(M)	31.7 \pm 5.9(R)	49.5 \pm 14.3(M)
12-45	韩国	春	合抱	—	22.1 \pm 16.1(R)	66.5 \pm 3.2(S)	23.1 \pm 11.5(R)	68.9 \pm 7.3(S)
12-46	韩国	春	合抱	43.8 \pm 17.6(M)	32.5 \pm 3.9(R)	64.0 \pm 4.3(S)	12.5 \pm 13.3(R)	58.3 \pm 11.6(S)
12-53	韩国	春	合抱	61.3 \pm 11(S)	—	67.1 \pm 2.0(S)	53.6 \pm 10.7(M)	48.9 \pm 9.5(M)
12-55	韩国	春	合抱	50.5 \pm 7.5(M)	35.3 \pm 7(M)	53.2 \pm 9.7(M)	30.8 \pm 0.0(R)	66.7 \pm 7.4(S)
12-70	俄罗斯	春	合抱	40.5 \pm 8.6(M)	24.0 \pm 1.8(R)	59.8 \pm 10.2(S)	6.3 \pm 9.7(HR)	44.4 \pm 12.8(M)
12-78	韩国	春	合抱	62.6 \pm 16.9(S)	29.6 \pm 8.6(R)	61.5 \pm 3.2(S)	40.9 \pm 8.0(M)	—
12-85 *	韩国	春	合抱	7.4 \pm 5.6(HR)	21.7 \pm 7.9(R)	65.1 \pm 5.4(S)	26.6 \pm 0.0(R)	3.7 \pm 3.5(HR)
12-87	韩国	春	合抱	50.7 \pm 9.3(M)	62.1 \pm 7.9(S)	73.7 \pm 5.8(S)	26.8 \pm 1.3(R)	6.2 \pm 3.7(HR)
12-93	韩国	春	合抱	47 \pm 4.7(M)	44.2 \pm 14.7(M)	58.0 \pm 6.6(S)	16.7 \pm 4.7(R)	50.6 \pm 9.3(M)
12-176	韩国	春	合抱	50.7 \pm 1.3(M)	—	68.5 \pm 4.4(S)	—	—
12-184	中国天津	春	拧抱	31.2 \pm 17.5(R)	—	46.6 \pm 12.2(M)	1.7 \pm 8.6(HR)	67.9 \pm 7.4(S)
12-200	中国华南/	夏	叠抱	46.7 \pm 9.9(M)	16.7 \pm 9.4(R)	69.4 \pm 4.5(S)	—	55.6 \pm 6.6(M)
12-224	中国华南/	夏	叠抱	44.0 \pm 12.4(M)	32.6 \pm 13.9(R)	43.4 \pm 13.2(M)	38.6 \pm 4.1(M)	42.2 \pm 7.3(M)
12-238	中国山东	夏	叠抱	3.2 \pm 4.1(HR)	36.1 \pm 7.9(M)	39.0 \pm 2.1(M)	23.4 \pm 4.4(R)	57.6 \pm 13.3(S)
12-328	//	夏	叠抱	53.1 \pm 1.4(M)	—	65.5 \pm 1.6(S)	57.7 \pm 7.6(S)	37.8 \pm 11.1(M)
12-256	中国山东	夏	叠抱	67.4 \pm 17.9(S)	—	32.9 \pm 1.7(R)	13.3 \pm 0.7(R)	45.7 \pm 10.1(M)
12-277	中国四川	夏	叠抱	12.7 \pm 6.4(R)	23.2 \pm 2.7(R)	42.1 \pm 3.3(M)	19.2 \pm 9.5(R)	61.1 \pm 6.4(S)
12-302	中国台湾	夏	舒心	78.4 \pm 9.1(HS)	26.3 \pm 5.1(R)	31.2 \pm 0.7(R)	32.8 \pm 2.1(R)	51.1 \pm 11.1(M)
12-308	中国华南/	夏	叠抱	66.4 \pm 9.4(S)	36.6 \pm 14.3(M)	68.1 \pm 5.2(S)	10.4 \pm 13(HR)	63.0 \pm 9.9(S)
12-344	泰国	夏	叠抱	59.7 \pm 10.8(S)	16.5 \pm 4(R)	53.3 \pm 9.5(M)	14.6 \pm 2.9(R)	62.2 \pm 6.8(S)
12-35	中国云南	夏	叠抱	52.2 \pm 7.7(M)	50.2 \pm 4.3(M)	44.7 \pm 2.0(M)	28.3 \pm 4.0(R)	67.9 \pm 10.1(S)
12-358	中国云南	夏	叠抱	59.3 \pm 2.8(S)	43.3 \pm 7.9(M)	60.4 \pm 2.5(S)	38.5 \pm 1.5(M)	67.9 \pm 7.4(S)
12-433	中国华南/	夏	叠抱	64.3 \pm 18.5(S)	18.8 \pm 4.7(R)	64.3 \pm 10.4(S)	40.6 \pm 8.8(M)	62.2 \pm 11.6(S)
12-370	中国华南/	夏	叠抱	72.6 \pm 16.5(S)	77.8 \pm 6(S)	32.8 \pm 4.5(R)	10.0 \pm 5.8(HR)	51.1 \pm 5.9(M)
12-371	中国华南/	夏	叠抱	66.3 \pm 14.8(S)	16.3 \pm 2(R)	43.2 \pm 9.3(M)	20.0 \pm 3.5(R)	27.8 \pm 6.4(R)
12-406	中国南方/	夏	—	75.9 \pm 5.1(S)	39.8 \pm 10.1(M)	46.1 \pm 4.7(M)	100.0 \pm 0(HS)	45.7 \pm 14.2(M)
12-417 *	中国华南/	夏	叠抱	44.8 \pm 14.5(M)	16.7 \pm 0.4(R)	28.3 \pm 10.6(R)	6.7 \pm 10.1(HR)	75.3 \pm 4.7(S)
12-448	中国华南/	夏	叠抱	80.6 \pm 10.1(HS)	21.9 \pm 3.6(R)	50.4 \pm 2.0(M)	4.2 \pm 11.7(HR)	63.6 \pm 9.5(S)
13-1133	中国山东	夏	叠抱	—	—	—	65.0 \pm 10.6(S)	63.6 \pm 14.5(S)
13-116	韩国	春	合抱	—	—	—	33.8 \pm 6.2(M)	0.0 \pm 0.0(HR)
13-108 *	韩国	春	合抱	—	25.3 \pm 3.9(R)	—	9.4 \pm 8.9(HR)	0.0 \pm 0.0(HR)
13-110	韩国	春	合抱	—	41.0 \pm 6.5(M)	—	20.0 \pm 0.9(R)	7.4 \pm 8.2(HR)
? 1	//	秋	—	—	—	—	—	22.2 \pm 12.6(R)

* 评定为优良多抗自交系;/ 表示详细省(区、市)来源不确定; // 表示来源已不可考或是重组系, - 数据缺失

* : Evaluated as outstanding multi-resistant inbred lines, / : Represents origin uncertain or unclear in province-level district, // : Represents RILs or origin thoroughly unknown, - : Data missing

1.2 鉴定方法

1.2.1 大白菜苗期霜霉病(Downy mildew)的抗性

鉴定 鉴定时间为2012年4—5月。试验场地为北京市农林科学院蔬菜研究中心院内抗病温室(下同)。病原菌为寄生霜霉菌(*Peronospora parasitica*),采集于蔬菜研究中心试验农场大白菜日光温室,并在接病前利用感病材料A8幼苗进行病原菌繁殖。育苗土按体积比草炭:田土:蛭石(1:2:1)配制,高温消毒(121℃,1h)(以下病毒病、黑腐病、根肿病试验相同)。种子催芽后播于50孔穴盘,每穴2株。采用随机区组设计,3次重复,每重复10株。幼苗长至2叶1心时采用喷雾法进行接种^[21]。用毛刷蘸取清水从A8病叶上刷取孢子,配成 2×10^4 个/mL孢子囊悬浮液,用小型喷雾器均匀喷洒于叶面上;接种后于20℃左右黑暗中保湿24h,然后撤去遮盖物,于20~25℃潮湿环境下生长6d;然后于16~20℃保湿16~24h,调查发病情况。

分级标准:0级,无感染症状;1级,叶片上有稀疏的褐色斑点,无霉层;3级,叶片上病斑较多,叶背无霉层;5级,叶片病斑向四处扩展,叶背有少量或稀疏的霉层;7级,病斑扩展面积达叶片的1/2至2/3,有较多的霉层;9级,病斑扩展面积达2/3以上,有大量的霉层。

$$\text{病情指数 } DI = \frac{\sum nx}{NXP} \times 100$$

式中 n 为病株数, x 为病级, N 为调查总株数。按病情指数归类:高抗(HR),0.01~11.11;抗病(R),11.12~33.33;中抗(MR),33.34~55.56;感病(S),55.56~77.77;高感(HS),77.78~100(病情指数计算及病情归类,下同)。

1.2.2 大白菜苗期病毒病(TuMV)的抗性鉴定

2013年9~10月进行接种鉴定。大白菜TuMV(*Turnip mosaic virus*)毒源为具有强致病力的芜菁花叶病毒4号生理小种,由北京市农林科学院植物与环境保护研究所提供。病原菌接种于感病材料“胶二叶”上进行繁殖。供试材料催芽后播于9cm×9cm的营养钵中,每钵1株。随机区组设计,3次重复,每重复留10株。幼苗长至2~3片真叶时进行摩擦接种^[22]:将病叶在pH=7的0.05M的磷酸缓冲液中研碎;在被鉴定材料叶片上喷300~400目的金刚砂;蘸取病叶汁液进行摩擦,及时喷洒清水冲洗。接种后遮荫24h,在25~30℃下培养22d(遇连阴天进行补光加温)后调查病情。病情分级标准参照文献^[23]。

1.2.3 大白菜苗期黑腐病(Black rot)的抗性鉴定

2013年春季进行接种鉴定。供试病原菌黄单胞杆菌属细菌(*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*)来源于北京市农林科学院植物与环境保护研究所。消毒催芽后的种子播于9cm×9cm营养钵中,随机区组设计,3次重复。每钵1株,每重复10株。在3叶期进行接种。接种前借助加湿器对试材喷雾保湿1夜,令其叶缘出现水珠;用无菌水稀释菌体至 $10^8 \sim 10^9$ 个/mL的菌液喷到叶面;接种后保湿24h,然后打开遮盖物,在25~30℃条件下正常管理,25d后调查。

分级标准:0级,无感染症状;1级,叶缘水孔处有黑色枯死点,无扩展;3级,病斑从水孔处向外扩展,病斑总面积占整个叶片5%以下;5级,病斑占叶面积的6%~25%;7级,病斑占叶面积26%~50%;9级,病斑占叶面积的50%以上。

1.2.4 大白菜苗期黄萎病(Verticillium wilt)的抗性鉴定

大白菜黄萎病病原菌大丽轮枝菌(*Verticillium longisporum*)来源于北京市农林科学院蔬菜研究中心白菜组的BCHW10-2菌株^[7]。试验前配制孢子液浓度至 1×10^7 个/mL菌液待用。待鉴定材料播于6cm×6cm营养钵中(基质体积比,草炭:蛭石=2:1,高温121℃灭菌1h),每钵1株。随机区组设计,设2次重复,每重复10株。幼苗3叶1心时挖出,自然伤根,洗去基质,浸根于菌液中15min,然后移植入新的营养钵中,保湿5d左右,温度 25 ± 5 ℃。接种30d后调查。

病情分级标准:0级,全株无病;1级,仅子叶变黄,真叶无症状;2级,子叶枯死,1~2片真叶变黄;3级,3~4片真叶变黄、心叶完好;4级,整株萎缩成团,全株死亡。

1.2.5 大白菜根肿病(Clubroot)苗期的抗性鉴定

大白菜根肿病病原菌鞭毛菌亚门芸薹根肿菌(*Plasmodiophora brassicae* woron)采集自湖北省长阳县大白菜产区,为4号强致病力生理小种^[19]。试材播于50孔穴盘,每钵1株,播后每穴注入1mL孢子浓度为 1×10^7 个/mL的菌液。随机区组设计,2次重复,每重复10株。土壤保持湿润,温度20~25℃,光照16h,50~60d后调查病情。

病情分级标准:0级,无病;1级,侧根上有结节状的小根瘤,主根无症状;3级,主根上有根瘤附着,侧根发病根数占根系的25%以下;5级,主根根瘤较大,侧根发病根数占根系的26%~50%;7级,主根根瘤较大,侧根发病根数占根系的51%~75%;9级,主根根瘤大,呈纺锤形,侧根发病根数占根系的

76% 及以上。

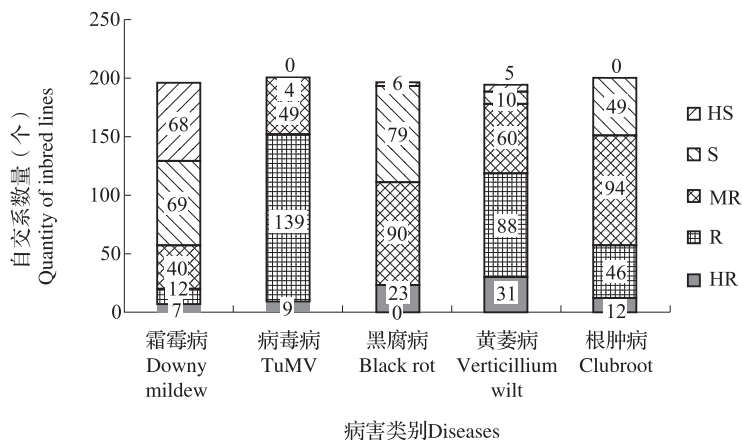
所有数据均通过 Microsoft Excel 2010 统计分析。

2 结果与分析

2.1 对 5 种病害的抗病性鉴定与评价

苗期各病害抗性鉴定结果见图 1。对霜霉病抗性鉴定结果,196 个自交系获得有效数据。其中 7 个自交系表现为高抗,占 3.6%。高抗霜霉病的自

交系包括春大白菜 1 个,为 12-85;夏大白菜 4 个,为 11-234、11-237、11-386 和 12-238;秋大白菜 2 个,为 08-651 和 12-828。对霜霉病表现抗病的有 14 个,占 7.1%,包括 2 个春大白菜、4 个夏大白菜和 8 个秋大白菜自交系;表现中抗的材料 55 份,占 28.1%;表现感病和高感的材料共有 120 份,占 61.2%。结果表明霜霉病抗病自交系(或抗病材料,包括 HR 和 R 类型,下同)较为缺乏,而表现感病和高感的自交系资源较多。



HR: 高抗; R: 抗病; MR: 中抗; S: 感病; HS: 高感; 下同

HR: High resistance, R: Resistance, MR: Median resistance, S: Susceptible, HS: Highly susceptible, the same as below

图 1 大白菜自交系对 5 种病害的抗病性分布

Fig. 1 Disease resistance evaluation in 203 Chinese cabbage inbred lines

对病毒病(TuMV)的抗病性鉴定,179 个自交系获得有效数据。表现为高抗的自交系有 3 个,占 1.7%,包括 1 个夏大白菜 08-272 以及 2 份秋大白菜 01-703 和 04-622。表现为抗病的自交系有 86 个,占调查总数的 48.0%,包含 16 个春大白菜、22 个夏大白菜和 48 个秋大白菜;表现为中抗的自交系 70 份,占 39.1%;表现为感病和高感的自交系共 20 份,占 11.2%。鉴定结果表明抗病毒病自交系材料丰富,但高抗材料稀少。

对黑腐病抗病鉴定结果,198 个自交系获得有效数据。未发现高抗的自交系材料,有 23 个自交系表现抗病,占鉴定总数的 11.6%,包括夏大白菜 7 个,秋大白菜 16 个;秋大白菜 09-953 病情指数最小,为 14.5,其他自交系病情指数均在 20 以上;表现中抗的材料有 90 个,占 45.5%;表现感病和高感的自交系有 85 份,占 42.2%,其中 6 份高感自交系中,有 5 份是秋大白菜,1 份是春大白菜。综合表现,对黑腐病中抗类型丰富,缺乏高抗类型。

对黄萎病抗性鉴定结果,191 个自交系获得有效数据。表现为高抗的自交系有 28 个,占总数的

14.7%,包括春大白菜 2 个,夏大白菜 5 个,秋大白菜 19 个,其中 2 个秋大白菜自交系 12-948 和 12-1039 的病情指数最低,为 0。表现抗病的自交系 88 个,占总数的 46.1%,包括春大白菜 22 个,夏大白菜 18 个,秋大白菜 48 个;表现为中抗的自交系 60 个,占 31.4%;表现为感病和高感的自交系共有 15 个,仅占 7.8%。结果表明黄萎病抗源丰富,抗病材料较多。

对根肿病抗病鉴定结果,196 个自交系获得有效数据。表现为高抗根肿病的自交系有 12 个,占总数的 6.1%,包括春大白菜 4 个,秋大白菜 8 个。其中又以秋大白菜 97-321 和 12-716、春大白菜 13-116 和 13-108 指数最低,均为 0。表现抗病的自交系有 43 个,占总数的 21.9%,包含 6 个春大白菜、7 个夏大白菜和 30 个秋大白菜自交系;表现中抗的自交系 92 份,占 46.9%;表现感病的自交系有 49 个,占 25%;未发现高感类型。结果表明根肿病中抗材料最为丰富,抗病种质数量尚可。

2.2 兼抗多种病害的自交系筛选

在参与抗病鉴定的 203 个大白菜自交系(个别材料数据不全)中,仅抗 1 种病害的有 82 个,兼抗 2

种病害的有 61 个,兼抗 3 种病害的自交系有 28 个,兼抗 4 种病害的自交系有 4 个。其中兼抗 3 种以上且至少高抗 1 种病害的自交系,或高抗 2 种病害的自交系共计 15 个(表 1 中编号标注“*”)。其中,11-234、04-622 和 12-85 分别对 4 种病害表现抗病,特别是 12-85,对其中 2 种病害(霜霉病和根肿病)表现高抗;13-108 和 09-894 对黄萎病和根肿病都表现出高抗,但 13-108 对霜霉病和黑腐病的抗病性尚无结论,有待于补充鉴定。

2.3 不同类型自交系的抗病性比较

春、夏、秋 3 类大白菜抗病性材料占比也有一定

差距(图 2)。夏大白菜群体的霜霉病、病毒病和黑腐病抗病自交系占比要不同程度地高于春大白菜和秋大白菜,尤其是霜霉病高抗材料占比显著高于春、秋两类大白菜,而根肿病抗病自交系占比则正好相反;在对黄萎病抗性上也明显低于春大白菜,而与秋大白菜接近。春大白菜的霜霉病、病毒病和根肿病的抗病自交系占比与秋大白菜接近,但对黑腐病没有抗病材料,而对黄萎病抗病占比最高,对根肿病高抗材料占比要比秋大白菜高得多;秋大白菜群体对各病害抗病性表现均不甚突出,仅在根肿病和黑腐病抗性表现尚可。

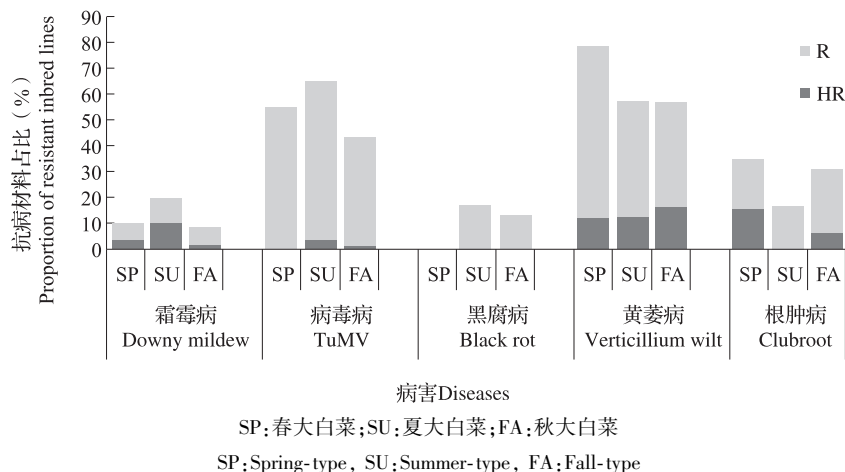


图 2 不同类别的大白菜群体对 5 种病害的抗病性差异

Fig. 2 Distribution patterns of disease resistance among different ecotypes of Chinese cabbages

2.4 不同叶球抱合类型间的抗病性比较

203 份大白菜自交系,其中有 197 份按照大白菜 DUS 测试标准^[22]可划归入 4 个类型,分别有:合抱型 76 份,叠抱型 82 份,拧抱型 21 份,舒心型 18 份,余 6 份叶球抱合方式不明(中间类型或表现不稳定)的,列入“其他”组。比较 5 个类型间对 5 种病害的抗性表现,对病毒病和黄萎病抗病(HR + R)材料占比都达到了较高水平,最高达到 74.0%,最低也有 36.9%;而对霜霉病、黑腐病和根肿病抗病占比较低,最低仅为 2.7%,且类型间分布也较不平衡。叠抱类型抗霜霉病占比较高,抗病毒病占比也有微弱优势;舒心类型对黑腐病和根肿病抗病占比最高,且有较大优势;合抱类型对黄萎病抗病占比最高,而对黑腐病抗病占比最低;拧抱类型总体对 4 种病害抗性表现为中下水平,然而其对黄萎病表现高抗(HR)的种质占比达 44.4%,远高于其他类型,但未发现抗病(R)水平的材料。

2.5 不同地理来源间的抗病性比较

将参试的 203 份自交系按地理来源分为 5 组,其中国内来源的自交系材料按地理来源划分为 2 个组,即中国北方组(1 份来自与黑龙江省紧邻的俄罗斯自交系材料划入本组)和南方组,国外有日本组、韩国组、东南亚组,另有一组包含了重组系和不明来源的自交系,命名为“未知”组。分析发现来源于这 6 组的自交系抗病性偏向有一定差别(图 4)。组间比较结果,中国南方组对霜霉病抗病材料比例和水平(高抗材料所占比例)最优,病毒病和黑腐病抗病材料比例也比另外 5 个组有一定优势;来自韩国的自交系的抗霜霉病和抗根肿病的水平要高于日本材料;本研究中来源于我国北方的材料数量较多(113 份,占全部材料 55.7%),在各个病害的抗病材料绝对数量上,均高于其他各组;东南亚组自交系对各病害抗性无突出表现;日本组仅在抗黄萎病自交系比例占微弱优势;“未知”组在高抗病毒病自交系类型的比例上明显占优,抗霜霉病自交系比例也占有一定优势。

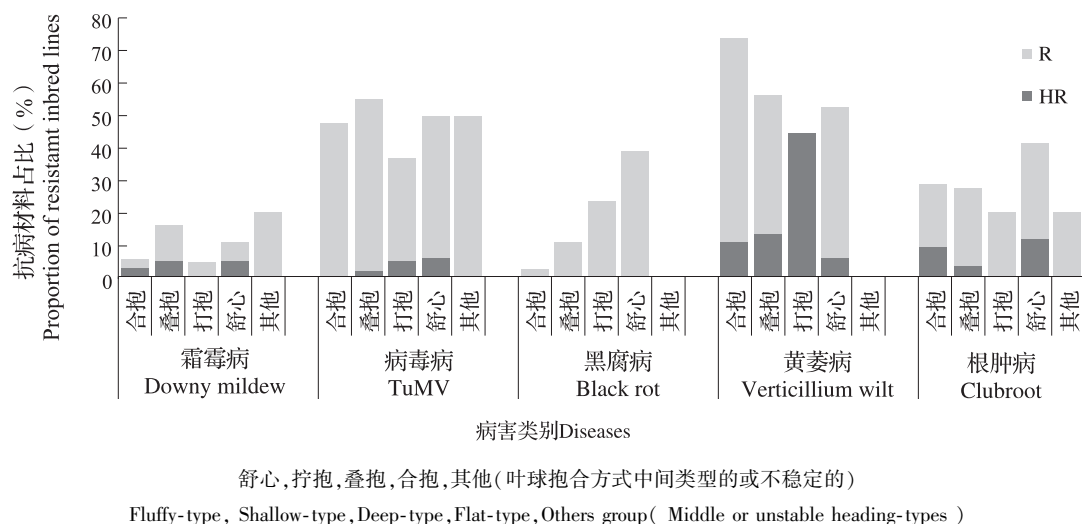
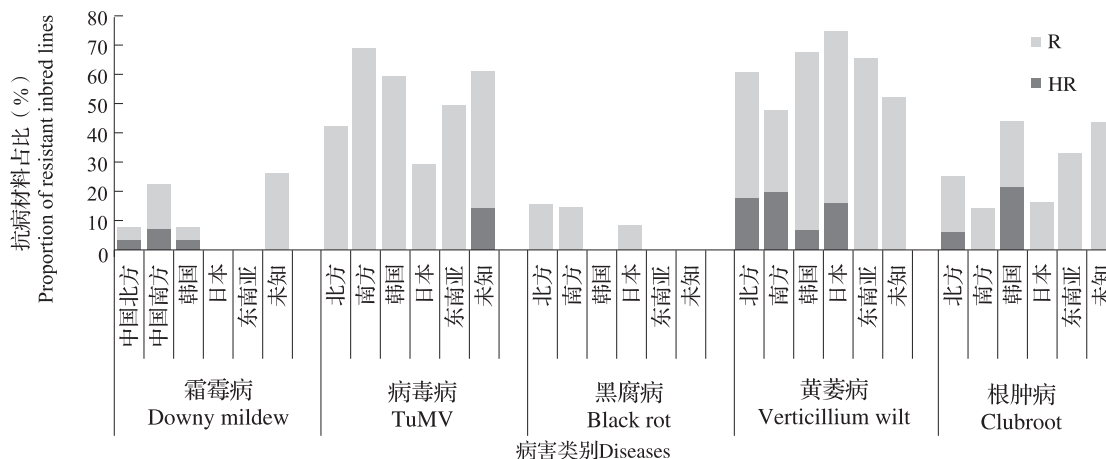


图3 不同的叶球抱合方式与大白菜抗病性

Fig. 3 Distribution patterns of disease resistance among different heading-types of Chinese cabbages



中国北方 North China, 中国南方 South China, 韩国 Korea, 日本 Japan, 东南亚 Southeast Asia, 未知 (来源) Uncertain (origins)

图4 不同来源的种质群抗病性差异

Fig. 4 Distribution patterns of disease resistance among Chinese cabbages from different regions

3 讨论

抗病种质资源的系统评价是抗病育种的基础,也是深入开展抗病机理和分子标记研究的基础。在人工控制环境下进行苗期抗病性鉴定,其优点在于温、光、水、湿、病、虫等环境条件容易控制,占用空间小,易于防止高危病害扩散,试验周期较短,因此得到育种工作者的普遍重视。本研究从 203 个大白菜骨干自交系中,鉴定出抗 1 种病害的自交系 82 个,兼抗 2 种病害的 61 个,兼抗 3 种病害的 28 个,兼抗 4 种病害的 4 个,从中筛选出了 15 个表现优良的多抗性或高抗性自交系,其中 13-108、09-894、11-234、04-622 和 12-85 抗病谱广或具有较高抗性水平,是大白菜抗病育种的优异材料。另外中抗类型自交系

一般呈现出水平抗性,多由微效多基因控制,也有不可忽视的利用价值,可采用聚合育种的方法,将有利基因聚合在少数材料中;而感病和高感类型在构建分离群体用于遗传研究和基因定位方面也是不可或缺的资源。

对大白菜自交系不同类型群体的抗病性进行比较,前人的研究中尚未见报道。由于对不同的温度和光照的耐受性范围和春化抽薹反应不同,在生产上形成了适合不同季节和地域生长的春大白菜、夏大白菜和秋大白菜三大类群。本研究中夏大白菜霜霉病和病毒病抗病材料占比高于春大白菜和秋大白菜,应该与其所处的高温高湿环境条件下的长年的自然选择或人工选择有关,因为夏季菜田湿度大易诱发霜霉病,而高温下蚜虫为害增强加重病毒病传

播,所以要求夏大白菜对霜霉病和病毒病抗性要高;另一方面,由于夏季土温较春秋季节要高,根肿病菌的致病力和病害的流行受到一定程度的抑制^[24],因而夏大白菜抗根肿病的要求也就不十分苛刻。

大白菜育种材料的抗病性不是一成不变的,原本抗病的材料,经过多代的繁殖选择有可能造成某些抗病基因的丢失,从而导致抗病力降低,由抗病转为感病;同时病原菌生理小种又在不断变异,导致原来致病力弱的病原小种突变成强致病力小种。这一方面突显了种质资源长期保存的重要性,另一方面也要求育种工作者不断改良种质,引进新的抗病基因,抵抗不断变异的病原。

目前,大白菜黄萎病的发展蔓延在国内尚未引起足够的重视。本研究在课题组进行了病原鉴定的基础上,首次对大白菜骨干自交系进行了抗黄萎病鉴定,获得了一批抗病自交系,为黄萎病抗病育种提供了依据。另外,在本研究中未发现高抗黑腐病的自交系,高抗自交系的匮乏无疑会影响到黑腐病抗病育种,不能不说是一种缺憾。要解决这个问题,不仅需要继续引进、筛选抗病材料,还要通过远缘杂交或基因工程的手段,引入抗病基因,以丰富大白菜抗病育种材料。

参考文献

- [1] 中华人民共和国农业部. 中国农业统计资料[M]. 北京:中国农业出版社,2006:61
- [2] 李树德. 中国主要蔬菜抗病育种进展[M]. 北京:科学出版社,1995:3
- [3] 王丽霞,杜公福,范晓溪,等. 大白菜霜霉病的发生规律和防治技术[J]. 中国蔬菜,2012(1):26-28
- [4] 马成云,马淑梅,张学哲. 白菜三大主要病害发生危害及防治对策[J]. 北方园艺,2003(4):64-65
- [5] 张凤兰. 白菜对黑腐病抗性的室内鉴定方法及抗源筛选[J]. 北京农业科学,1994,12(4):28-29
- [6] Watanabe T, Ozawa M, Sakai R. A new disease of Chinese cabbage caused by *Vectisium albostrum* and some factors related to the incidence of the disease[J]. Ann Phytopath Soc Japan, 1973, 39:344-350
- [7] 韩瑞娟,耿丽华,汪维红,等. 北京地区大白菜黄萎病的病原鉴定[J]. 园艺学报,2012,39(3):477-484
- [8] 杨永林. 十字花科蔬菜根肿病抑菌型土壤初探[J]. 植物保护学报,1990,17(2):127-131
- [9] Dixon G R. The occurrence and economic impact of *Plasmodiophora brassicae* and clubroot disease[J]. J Plant Growth Regul, 2009, 28:194-202
- [10] 程洁,李成琼,司军,等. 十字花科植物根肿病研究进展[C]//中国园艺学会十字花科分会第十届学术研讨会论文集. 天津:中国园艺学会十字花科分会,2012:60-69
- [11] 刘霞,王洪久,张世德,等. 山东大白菜自交系资源对病毒病霜霉病的抗性鉴定[J]. 山东农业科学,1991(3):38-40
- [12] 刘克钧,朱月林,侯喜林,等. 不结球白菜抗病育种的研究 IV 不结球白菜抗芜菁花叶病、霜霉病及黑斑病的多抗性鉴定及筛选[J]. 南京农业大学学报,1997,20(3):31-35
- [13] 徐立彬. 大白菜对芜菁花叶病毒(TUMV)抗病性鉴定[J]. 北方园艺,1996(6):21-23
- [14] 王述彬,袁希汉,苏小俊,等. 中国不结球白菜自交系资源对芜菁花叶病毒的抗病性鉴定[J]. 中国蔬菜,2002(1):11-13
- [15] 芦燕,张鲁刚. 陕西省大白菜黑腐病苗期人工接种抗性鉴定方法研究[J]. 西北农业学报,2008(4):219-222
- [16] 解永梅,张薇,赵永强,等. 山东省白菜黑腐病苗期抗病性鉴定方法[J]. 植物保护学报,2007(6):661-662
- [17] 陈群航,黄建都,陈仁,等. 大白菜品种对根肿病抗性鉴定研究[J]. 现代农业科技,2011(13):116-120
- [18] 黄小莉. 十字花科作物品种抗根肿病鉴定、抗性生化指标及化防药剂筛选[D]. 长沙:湖南农业大学,2014
- [19] 汪维红,余阳俊,丁云花,等. 湖北省长阳县十字花科蔬菜根肿病菌生理小种鉴定及抗源筛选[J]. 中国蔬菜,2013(12):55-60
- [20] 肖蕴华,林柏青. 茄子自交系资源黄萎病抗性鉴定[J]. 中国蔬菜,1995(1):32-33
- [21] 方中达. 植病研究方法[M], 3版. 北京:中国农业出版社,1998:64,125,137
- [22] 李红双,李锡香,沈镒,等. 萝卜优异种质对芜菁花叶病毒抗性的遗传分析[J]. 植物遗传资源学报,2010,11(2):152-156
- [23] 柯桂兰. 中国大白菜育种学[M]. 北京:中国农业出版社,2010:437-438
- [24] Kageyama K, Asano T. Life cycle of *Plasmodiophora brassicae* [J]. Plant Growth Regul, 2009, 28:203-211

欢迎订阅 2016 年《分子植物育种》

《分子植物育种》是由国家科技部批准,国家新闻出版署核准的刊物,由海南省科学技术协会主管,海南省生物工程协会主办,公开发行的单月刊科学期刊。本刊为中国科技核心期刊、全国中文核心期刊、中国科学引文数据库(CSCD)核心库入选期刊。

本刊主要刊登分子遗传育种理论、分子育种方法、分子育种研究动态以及优良种质培育等方面的科学论文报道。

月刊,国内每期定价 40 元,全年 480 元;国际每期定价 40 美元,全年 480 美元。国内统一刊号:CN46-1068/S,国际标准刊号:ISSN1672-416X,邮发代号:84-23。订户可到当地邮局订阅,或直接汇款至编辑部,免收邮费。

地址:海南省海口市海秀大道 128 号双岛公寓 13B 室

邮编:570206

电话:(0898)68966415

传真:(0898)68958180

E-mail:mpb@hibio.org;mpb@sophiapublisher.com;molplantbreed@126.com

网址:http://www.molplantbreed.org