

耐热抗根肿病萝卜胞质雄性不育多基因聚合 新品种 CHR18003 的选育

杨红丽^{1,2},徐学忠^{1,2},胡靖锋^{1,2},兰梅^{1,2},张丽琴^{1,2},和江明^{1,2*},宋爽³
(1. 云南省农业科学院园艺作物研究所,云南 昆明 650205;2. 国家蔬菜改良中心
云南分中心,云南 昆明 650205;3. 云南省农业科学院,云南 昆明 650205)

摘 要:新品种“CHR18003”是经过回交、杂交的方法育成的耐热抗根肿病萝卜胞质不育多基因聚合的 F1 代杂交组合。母本来源于萝卜胞质不育抗根肿病材料“CCR11239”与抗根肿病材料“CCR11240”经 6 代回交育成 BC₆ 代萝卜胞质不育抗根肿病“CCR17000”;母本不育性的保持系为抗根肿病材料“CCR11240”,经过 9 代自交获得自交系“CCR17001”;父本来源于耐热白菜品种“夏阳”与抗根肿病材料“CCR11240”杂交,经 6 代自交获得自交亲和系 CHR17002,经 CCR17000×CHR17002,获得新品种 CHR18003。该品种经品比试验、多点试验和生产示范,每 667 m² 平均产量 6 625.00 kg,比对照品种夏阳增产 10.70%,病情指数 3.52 比对照 45.62 降低 42.10,表现高抗(HR)。2019 年通过新品种登记。

关键词:耐热;根肿病,多基因聚合;CHR18003;选育

大白菜(*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*)是我国栽培面积最大的蔬菜作物,占全国蔬菜总播种面积的 15.00%左右。大白菜是城乡居民的“当家菜”,对保障全国蔬菜均衡供应、平抑菜价和农民增收作用突出^[1~2]。由于白菜性喜冷凉气候,在夏季种植大白菜,高温严重制约大白菜生产,产量出现大幅度减产^[3~9],大白菜在夏季高温正常生长发育并形成叶球是耐热大白菜品种的首要条件。夏季高温多湿气候是根肿病发生最有利条件,严重威胁大白菜产业的发展^[10~16]。因此,选育耐热、抗根肿病的夏季专用品种是目前白菜育种的主要目标。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

抗根肿病萝卜胞质不育系 CCR11239;抗根肿病材料 CCR11240;耐热白菜品种“夏阳”;隔代回交、自交、配组产生的材料:CCR12000、CCR12001、CHR12002、CCR12000 “1/1”、CCR12001“2/1”、CHR12002“1/3”、CCR13000、CCR13001、CHR13002、CCR13000 “1/1”、CCR13001“1/1”、CHR13002“2/1”、CCR14000、

CCR14001、CHR14002、CCR14000 “2/1”、CCR14001“2/2”、CHR14002“3/1”、CCR15000、CCR15001、CHR15002、CCR15000 “3/1”、CCR15001“3/3”、CHR15002“2/1”、CCR16000、CCR16001、CHR16002、CCR16000 “1/3”、CCR16001“3/1”、CHR16002“2/1”、CCR17000、CCR17001、CHR17002、CCR17000 “2/2”、CCR17001“1/3”、CHR17002“2/3”、CCR18000、CCR18001、CHR18002、CHR18003。

1.2 试验方法

1.2.1 选系、配组和定型 以“CCR11239”与“CCR11240”为母本,以“CCR11240”与耐热白菜品种“夏阳”通过杂交获得的 F1 代为父本。自 2011—2018 年,应用常规回交、杂交、自交等育种方法进行选系、配组和定型,选育过程见表 1。

1.2.2 品种比较试验 2018 年 6 月,在通海县秀山街道万家社区进行品种比较试验,前作甘蓝,根肿病严重。试验材料为参试品种为 CHR18010、CHR18015、CHR18018、CHR18003、夏阳(CK)。试验采用随机区组设计,小区面积:15.00 m²,小区随机排列,3 次重复,周围设 1 行保护行。株行距 40.00 cm×50.00 cm,每小区

收稿日期:2020-02-08 修回日期:2020-02-20
基金项目:国家大宗蔬菜产业技术体系(CARS-23-G37);云南省蔬菜现代农业产业技术体系(2017KJTX0011);大宗外销蔬菜专用新品种选育(20192G001)。
第一作者简介:杨红丽(1974—),女,汉族,云南宜良人,本科,副研究员,主要从事蔬菜育种研究。
通讯作者:和江明(1969—),男,研究员,理学学士,主要从事十字花科作物生物技术育种研究。

75 株。

1.2.3 多点试验 2018 年 7—9 月,在玉溪市通海县、昆明市嵩明县、文山州砚山县、昭通市昭阳区的根肿病发生地块进行 CHR18003 多点试验。参试品种: CHR18003、夏阳(CK),试验设计同 1.2.2。

1.2.4 生产示范 2018 年 9—11 月,以夏阳作为对照品种,在昆明市、昭通市、玉溪市、砚山县,曲靖市累计示范推广 1 hm²,其中根肿病区 0.33 hm²,非根肿病区种植密度 5 000 株·667m⁻²。以商品球作为经济产量,选取生长适中的 667 m²进行测产。

表 1 耐热抗根肿病萝卜胞质雄性不育新品种 CHR18003 的选育

年份	季节	选育过程
2011	秋	播种 CCR11239,编号:CCR12000;播种 CCR11240,编号:CCR12001;播种夏阳,编号:CHR12002
2012	春	CCR12000“1/1”×CCR12001“2/1”,BC1 代;CCR12001“2/1”○×,F4 代;CCR12001“2/1”×CHR12002“1/3”,F1 代
	秋	播种 CCR12000“1/1”×CCR12001“2/1”,编号:CCR13000,BC1 代;播种 CCR12001“2/1”○×,编号:CCR13001,F4 代;播种 CCR12001“2/1”×CHR12002“1/3”,编号:CHR13002,F1 代
2013	春	CCR13000“1/1”×CCR13001“1/1”,BC2 代;CCR13001“1/1”○×,F5 代;CHR13002“2/1”,F2 代
	秋	播种 CCR13000“1/1”×CCR13001“1/1”,编号:CCR14000,BC2 代;播种 CCR13001“1/1”○×,编号:CCR14001,F5 代;播种 CHR13002“2/1”,编号:CHR14002,F2 代
2014	春	CCR14000“2/1”×CCR14001“2/2”,BC3 代;CCR14001“2/2”○×,F6 代;CHR14002“3/1”,F3 代
	秋	播种 CCR14000“2/1”×CCR14001“2/2”,编号:CCR15000,BC3 代;播种 CCR14001“2/2”○×,编号:CCR15001,F6 代;播种 CHR14002“3/1”,编号:CHR15002,F3 代
2015	春	CCR15000“3/1”×CCR15001“3/3”,BC4 代;CCR15001“3/3”○×,F7 代;CHR15002“2/1”,F4 代
	秋	播种 CCR15000“3/1”×CCR15001“3/3”,编号:CCR16000,BC4 代;播种 CCR15001“3/3”○×,编号:CCR16001,F7 代;播种 CHR15002“2/1”,编号:CHR16002,F4 代
2016	春	CCR16000“1/3”×CCR16001“3/1”,BC5 代;CCR16001“3/1”○×,F8 代;CHR16002“2/1”,F5 代
	秋	播种 CCR16000“1/3”×CCR16001“3/1”,编号:CCR17000,BC5 代;播种 CCR16001“3/1”○×,编号:CCR17001,F8 代;播种 CHR16002“2/1”,编号:CHR17002,F5 代
2017	春	CCR17000“2/2”×CCR17001“1/3”,BC6 代;CCR17001“1/3”○×,F,9 代;CHR17002“2/3”,F6 代
	夏	用夏阳作对照,用菌土注射法进行抗病性鉴定。CCR17000“2/2”×CCR17001“1/3”,编号:CCR18000,病情指数 3.51;CCR17001“1/3”○×,编号:CCR18001,病情指数 5.21;CHR17002“2/3”,编号:CHR18002,病情指数 1.60;对照病情指数 53.11。
	秋	用 CCR18000 为母本,CHR18002 为父本,按父母本 1:2 的行比进行制种,编号 CHR18003

1.2.5 大白菜耐热性鉴定方法 试验材料于 2018 年 5 月 15 日在云南省农业科学院嵩明基地进行育苗,2018 年 6 月 10 日定植于大棚高温条件下观察结球始期、结球率、生长势(1~3 级分别为弱、中、强,取平均值)和死苗率等,从而鉴定出各品种的耐热性差异^[16],田间持续高温条件下的

结球性是鉴定大白菜耐热性的指标和标准。

1.2.6 抗病性鉴定 2017 年 6 月 14 日对 CHR18003、抗大 3 号、CC—708、夏阳、德高 117 进行根肿病抗性接种鉴定,将高温灭菌的腐殖土装好育苗盘置于 40.00 cm×80.00 cm 的搪瓷盘中,播种完成后在搪瓷盘中加水,苗盘自动吸水,

视土壤湿度,3~4 d 往搪瓷盘加一次水,每次浇水将 pH 值调节至 5.50~6.00。出苗 10~15 d,长出第二片真叶时,注射病菌孢子浓度约 1×10^8 个 $\cdot$ mL⁻¹ 的根肿菌液,40 d 左右将植株拔起,统计发病情况。

病情分级标准和抗性病情指数参照前人的方法^[17],0 级:根部无任何肿大症状;1 级:主根稍肿大,其直径小于 2 倍茎基部直径,或须根上有小肿瘤;肿大部分直径在 4.00 mm 以下;3 级:主根肿大,主侧根呈节结状或球状肿块;其直径为基部直径 2~3 倍,肿大部分直径在 4.00~6.00 mm;5 级:主根肿大,呈大的纺锤形瘤;其直径为基部直径 3~4 倍,肿大部分直径在 6.00~8.00 mm;7 级:主根肿大,大的瘤块一直延伸到下胚轴,其直径为茎基直径的 4 倍以上,肿大部分直径 8.00 mm 以上。调查结果按照下面公式计算发病率和病情指数。

发病率=(发病株数/总株数)×100%

病情指数= $\sum$ (各级发病株数×各病级代表数值)/调查总数×最高病级代表数值×100

品种抗性病情指数为:免疫(I)(病情指数=0);高抗(HR)(0<病情指数≤5);抗病(R)(5<病情指数≤15);中抗(MR)(15<病情指数≤30);感病(S)(30<病情指数≤50);高感(HS)(50<病情指数≤100)。

2 结果与分析

2.1 品种比较试验

品比试验结果表明,CHR18010、CHR18015、CHR18018 在单株重、单球重、净菜率等指标上明显低于 CHR18003,CHR18003 属于中熟类型,生长期 65~70 d,外叶绿,球叶浅绿,叶球内颜色浅黄,球顶部叠抱,球顶部圆形。整个生育期植株生长势强,结球紧实。在嵩明县夏季播种,株高 29.80 cm,开展度 58.90 cm,外叶数 15 片,球高 27.00 cm,球径 16.50 cm,球型指数 1.63,单株重 2.90 kg,单球重 1.50 kg,净菜率 52.00%。

CHR18003 小区净菜平均产量 102.00 kg,折合每 667 m² 净菜产量 6 540.00 kg,比对照夏阳净菜产量(5 860.00)增加了 11.60%; CHR18003 病情指数平均为 2.90 比对照夏阳病情指数 41.42 低 38.52。

2.2 多点试验

根据 4 个试验点的平均产量与抗病性试验数据统计,CHR18003,育苗移栽生长期 70 d,株高 33.30 cm,开展度 59.00 cm,外叶数 15 片,球高 27.80 cm,球径 16.70 cm,球型指数 1.66,单株重 2.82 kg,单球重 1.36 kg,净菜率 48%。CHR18003 平均每 667 m² 净菜产量为 6 625.00 kg,比对照(夏阳)5 985.00 kg 增加了 10.70%。病情指数 3.33,比对照病情指数 43.67 低 40.34。

2.3 生产示范

根据 5 个示范点的综合平均,每 667 m² 根肿病区 CHR18003 比夏阳平均增产 2 500.00 kg 以上,合计增产 25 000.00 kg。每 667 m² 非根肿病区 CHR18003 比夏阳增产 680.00 kg 以上,合计增产 3 400.00 kg。在昭通、文山、嵩明等根肿病重灾区均进行了小面积生产示范,CHR18003 表现出了极强的抗性和商品性,深受农户的欢迎。

2.4 耐热性的鉴定结果

由表 2 可知:一个优良的耐热大白菜材料应当具有在高温条件下能够正常结球,而且具有良好的抗病性,CHR18003 在高温条件下能够正常结球,结球率为 94.20%,死苗率为 3.10%;结球率比耐热品种夏阳高 2.20%,死苗率比耐热品种夏阳低 4.50%;结球率比不耐热品种 83-1 高 53.00%,死苗率比不耐热品种 83-1 低 19.03%。

2.5 抗性鉴定评价

鉴定结果见表 3,CHR18003 的病情指数为 3.81,对根肿病表现出高抗;夏阳(CK)的病情指数为 42.90,对根肿病表现出感病;抗病品种德高 117(CK)的病情指数为 1.50,对根肿病表现出高抗。

表 2 耐热性鉴定

品种	生育期/d	结球类型	结球始期 (月·日)	结球率/%	生长势	死苗率/%
CHR18003	65~70	叠抱	7·25	94.20	中	3.10
夏阳	60~65	叠抱	7·20	92.00	中	7.60
83-1	60	叠抱	7·15	41.20	强	22.13

表 3 抗根肿病鉴定结果

编号	0 级	1 级	3 级	5 级	7 级	发病率/%	病情指数/%	抗病级别
CHR18003	50	7	3	0	0	16.67	3.81	HR
抗大 3 号	52	9	1	0	0	16.13	2.80	HR
CC-708	0	15	17	15	5	100.00	48.40	S
夏阳(CK)	0	0	75	0	0	100.00	42.90	S
德高 117(CK)	59	7	0	0	0	11.86	1.50	HR

2.6 品种分析

经云南省农业科学院质量标准与检测技术研究所检测分析,该品种水分含量 93.80%,蛋白质含量 1.32%,可溶性糖 1.18%,粗纤维含量 5.23%,干物质含量 5.11%,Vc 含量 22.70 mg·100g⁻¹。经云南省农业科学院园艺作物研究所鉴定及评价,CHR11242 病情指数 3.52,比对照夏阳病情指数 45.62 低 42.10,表现高抗(HR)。

3 讨论

耐热抗根肿病萝卜胞质雄性不育多基因聚合新品种 CHR18003,经生产示范、大白菜耐热性鉴定、抗根肿病鉴定,夏季在非根肿区种植产量比对照品种夏阳增加,夏季在根肿区种植产量比对照品种夏阳明显增加,病情指数明显降低,对根肿病表现高抗(HR)。防治根肿病是当前十字花科蔬菜生产上迫切需要解决的问题,尽管有很多防治根肿病的方法,但应用起来均有其局限性。因此,培育耐热、抗病根肿病品种是夏季大白菜生产安全、经济、有效的途径。CHR18003 适合在夏季有根肿病发生地区种植,有望大面积推广应用。

参 考 文 献:

[1] 张凤兰,于拴仓,余阳俊,等.“十二五”我国大白菜遗传育种研究进展[J].中国蔬菜,2017(03):16-22.

[2] 杨雪梅,陈虎根,韩建军,等.白菜新组合耐热 1 号的选育及特征特性[J].江苏农业科学,2013,41(04):103-104.

[3] 邹明倩,汪承刚,朱世东,等.耐热抗病白菜新品种‘夏抗 608’[J].园艺学报,2014,41(09):1941-1942.

[4] Zhao Xiao-dong, Zhang Jing-yun, Fan Shu-ying, Miao Nan-sheng. 2013. Research progress of heat tolerance of Brassica campestris ssp. chinensis. Agricultural Science & Technology,14(02):248-253.

[5] 李世忠,张彩峰,陆奕,等.耐热青菜杂交新品种‘闽

青 101’的选育.上海农业学报,2013,29(01):98-100.

[6] Zhao Xiao-dong, Zhang Jing-yun, Fan Shu-ying, Miao Nan-sheng. 2013. Research progress of heat tolerance of Brassica campestris ssp. chinensis. Agricultural Science & Technology,14(02):248-253.

[7] 邹明倩,汪承刚,朱世东,等.耐热抗病白菜新品种‘夏抗 608’[J].园艺学报 2014,41(09):1 941-1 942.

[8] 陈以博,侯喜林,陈晓峰.不结球白菜幼苗耐热性机制初步研究[J].南京农业大学学报,2010,33(01):27-31.

[9] 宋波,胡俏强,徐海,等.普通白菜耐热性鉴定相关生理指标的研究[J].信阳农林学院学报,2017,12(04)95-98.102.

[10] 徐学忠,胡靖锋,杨红丽,等.抗根肿病大白菜新品种 CCR11242 的选育.山东农业科学 2015,47(05):19-22.

[11] 梁谊,张爱芳,王文相,等.十字花科蔬菜根肿病研究现状[J].安徽农业科学,2001(06):746-749.

[12] 和江明,胡靖锋,戴永娟,等.抗根肿病结球大白菜萝卜胞质雄性不育回交自交系和保持系的选育[J].湖南农业科学,2011(23):1-5.

[13] 胡靖锋,吴丽艳,林良斌,等.用菌土接种法鉴定云南省主要十字花科作物对根肿病的抗性[J].中国蔬菜,2010(14):71-74.

[14] 吴媛媛,李海涛,张子君,等.番茄抗病基因分子标记研究进展[J].贵州农业科学,2010,38(02):27-31.

[15] 赵卫星,常高正,徐小利,等.西瓜主要病害及抗病育种研究进展[J].江西农业学报,2010,22(07):75-78.

[16] 方淑桂,陈文辉,陈巧明,等.耐热大白菜留种和加代技术的研究[J].福建农业学报,1999,14(04):38-41.

[17] 李锡相,孙日飞,等.大白菜种质资源描述规范和数据标准[M].中国农业出版社,2016,44(05):193-195.