

网络出版时间:2016-06-08 16:21 DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2016.07.031
网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20160608.1621.062.html

甘蓝杂种一代小型品种组合的筛选

霍柳青,张恩慧,马 潇,贾旭昌,田枢宇

(西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 【目的】选育优质、抗病、商品性好、早熟的甘蓝杂种一代小型新品种,以丰富国内小型专用甘蓝品种市场。【方法】以胞质雄性不育系为母本、DH 系为父本培育甘蓝杂种一代新组合,在甘蓝苗期和结球中期调查植株抗病性,在叶球成熟后测量球叶帮叶比、叶球紧实度、中心柱长、球叶生食品质等优质性,在叶球收获时统计植株农艺性状、小区产量等,筛选符合育种目标的品种。【结果】通过组合筛选比较试验,获得 CMS85-124×DH10-249(CX06)和 CMS85-124×DH12-19(CX07)杂种一代组合,其综合农艺性状和经济性状优良,符合甘蓝小型品种育种目标。CX06 和 CX07 杂种一代组合叶球较小,单球质量分别为 0.56 和 0.55 kg,叶球呈圆球型,球叶帮叶比均小于 30%,紧实度均在 0.50 以上,中心柱小于叶球高的 1/2,生食品质脆嫩、较甜,高抗黑腐病和芜菁花叶病毒病(TuMV),产量分别为 50 175 和 49 500 kg/hm²,分别比对照秦甘 50 增产 6.7%和 5.3%。【结论】筛选的 CMS85-124×DH10-249 和 CMS85-124×DH12-19 2 个组合均为理想的甘蓝杂种一代小型品种,可进一步大面积生产示范。

【关键词】 甘蓝;雄性不育系;DH 系;小型品种

【中图分类号】 S635.1

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2016)07-0223-05

Screening of mini-sized F₁ hybrid combination of cabbage

HUO Liuqing, ZHANG Enhui, MA Xiao, JIA Xuchang, TIAN Shuyun

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

Abstract: 【Objective】 This paper cultivated new cabbage hybrids and made a comparative analysis to select good varieties and enrich the national market. 【Method】 Cytoplasmic male sterile line was used as female parents, DH line was used as male parents to investigate the disease resistance at seedling stage and middle of heading stage. Quality indexes such as petiole-leaf ratio, central axis, compactness, and raw-eaten quality at mature stage, and agronomic characters and plot yield at harvest were also analyzed. 【Result】 CMS85-124×DH10-249 and CMS85-124×DH12-19 cross combinations were obtained through the comparative analysis, and they both had good agronomic and economic characters. Their average head weights were 0.56 and 0.55 kg. They were both mini-sized and spheroidal and the central axis was less than half of the longitudinal diameter in both of them. The petiole-leaf ratio was less than 30% and the compactness was over 0.50. Their raw-eaten quality was crisp and sweet. They had many excellent characters such as resistant to TuMV and black rot. The average yields were 50 175 and 49 500 kg/hm², respectively, 6.7% and 5.3% higher than that of Qingan 50. 【Conclusion】 The two selected combinations CMS85-124×DH10-249 and CMS85-124×DH12-19 were desired varieties and they can be used for production demonstration in large scale.

【收稿日期】 2014-10-31

【基金项目】 国家科技支撑计划项目(2012BAD02B01);国家大宗蔬菜产业技术体系项目(CARS-25);西北农林科技大学大学生创新实验计划项目(2201310712022)

【作者简介】 霍柳青(1994—),女,山东济宁人,本科在读,主要从事甘蓝育种研究。E-mail:liuqingsugar@163.com

【通信作者】 张恩慧(1960—),男,陕西扶风人,教授,硕士生导师,主要从事甘蓝育种研究。E-mail:ganlan606@126.com

Key words: cabbage; cytoplasmic male sterile line; DH line; mini-sized variety

甘蓝是我国各地广泛种植的一种重要蔬菜作物种类,我国政府非常重视甘蓝新品种的选育研究,三十多年来一直被列为国家攻关研究课题。甘蓝资源丰富,类型多样,我国已选育出不同熟性配套、不同季节栽培的诸多品种,使其在蔬菜周年供应中占有重要地位。迄今为止,我国甘蓝新品种选育目标仍然是抗病、优质、丰产,但其内涵在不断完善和丰富^[1]。甘蓝叶球脆嫩、品质优良,主要用于鲜食和腌渍,富含营养物质并具有保健功能,深受消费者喜爱;目前我国甘蓝栽培面积已超过 93.6 万 hm^2 ,单种类面积已位于各类蔬菜面积前位^[2]。蔬菜是人类所需矿物质的主要来源,近年来随着人们生活水平的不断提高和对甘蓝食用品质的更高要求,市场对甘蓝新品种的需求已逐步从数量型向质量型转变,优质性和多茬栽培小型化品种已成为消费者的新需求。基于市场发展趋势,本试验依据甘蓝新品种的选育目标,对利用胞质雄性不育系为母本、DH 系为父本培育的甘蓝杂种一代新组合进行品种比较试验,旨在从中选育出优质、抗病、商品性好、早熟的甘蓝杂种一代小型新品种,以丰富国内小型专用甘蓝品种市场。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料由西北农林科技大学园艺学院甘蓝课题组提供,参试组合均为甘蓝杂种一代,其母本为胞质雄性不育系,即 CMS01-512、CMS18-213、CMS29-318 和 CMS85-124,保持系为经多年配合力测定的优良自交系;其父本为圆形、小叶球型甘蓝优良 DH 系,即 DH09-012、DH09-813、DH10-083、DH10-249 和 DH12-19;共计 7 个杂种一代组合,设国审早熟春甘蓝品种秦甘 50 为对照品种。

1.2 方法

1.2.1 亲本选择与杂交组合选配 依据甘蓝新品种育种目标和亲本系选配原则^[3-5],2012 年春以 9 个胞质雄性不育系(CMS 系)和 10 个 DH 系为亲本配制组合,在配合力研究的基础上^[5],初步筛选出配合力较高的 7 个组合。2012-11-20 田间继续选择入选的 7 个组合的亲本系种株,假植窖藏。2013-03-08 将窖藏的亲本种株移植至纱网棚,待栽培种株抽薹开花时,通过人工授粉配制杂种一代种子。2013-06-15 种子成熟收获。

1.2.2 杂种一代组合栽培 杂种一代组合比较试验在西北农林科技大学园艺学院试验农场进行,试验田土壤为砂质壤土,肥力中上等。供试的 7 个杂种一代组合和对照品种于 2013-12-20 在日光温室播种育苗,待长出 3 片真叶时,分苗 1 次;幼苗生长有 6 片真叶时(2014-03-10)露地定植,小区面积 13.3 m^2 ,3 次重复,随机排列;供试组合定植 90 000 株/ hm^2 ,对照品种定植 60 000 株/ hm^2 。

1.2.3 农艺性状和经济性状鉴定 杂种一代组合的抗病性、优质性均按照张恩慧等^[6-7]和方智远等^[8]的调查统计方法,在甘蓝苗期和结球中期调查植株感病情况;品质指标在叶球成熟后测量球叶帮叶比、叶球紧实度、中心柱长、球叶生食品质等;叶球收获时统计植株农艺性状、小区产量^[9]。各参试杂种一代组合每重复内随机选择 5 株测量其性状值。

1.3 数据统计分析

使用 DPS 9.50 数据处理系统进行数据统计分析,所得结果采用 LSD 检验对各处理进行多重比较^[10]。

2 结果与分析

2.1 甘蓝杂种一代组合的主要农艺性状

由表 1 可知,植株形态表现除对照品种秦甘 50 和 CX03 组合为半直立型外,其余参试组合均为直立型,直立型组合比半直立型组合适宜密植;CX01 组合植株高度为 28.6 cm,高于对照品种;CX03 和 CX04 组合莲座叶片数基本与对照品种相同,其余组合植株生长势均弱于对照品种;7 个参试组合和对照品种叶球形状均为圆球型或高圆球型,其球型指数值为 0.90~1.48,均符合市场需求和消费习惯。供试组合植株的植物学特征均达到了育种要求,植株开展度小,莲座叶黄绿或深绿色,叶球浅黄或黄绿色,相比较 CX05、CX06 和 CX07 组合更表现出小型化。

2.2 甘蓝杂种一代组合优质性的比较

由表 2 可知,采用甘蓝品种优质性鉴定方法^[11],即优质品种帮叶比 $\leq 30\%$ 、叶球紧实度 ≥ 0.50 、中心柱长 $\leq 1/2$ 球高的标准进行比较,7 个供试组合的帮叶比除了 CX01 组合外均小于 30%;叶球紧实度只有 CX04、CX06、CX07 组合大于或等于 0.50,其余组合的叶球紧实度介于 0.41~0.48;所有供试组合的中心柱长度与叶球纵径比均小于或等于

0.39;叶球生食品质的口感表现为质地脆嫩、风味微甜和较甜,与对照相比,等同于或优于对照的组合有 CX04、CX06 和 CX07。

表 1 甘蓝 7 个杂种一代组合的主要农艺性状表现

Table 1 Performance of main agronomic characters of seven hybridized combinations									
杂交组合 Cross combination	株高/cm Height of plant	开展度/cm Plant width	莲座叶 Rosette leaf		叶球 Leafy head				植株形态 Plant form
			叶片数 Number of leaves	叶色 Leaf color	横径/cm Transve- rse diameter	纵径/cm Longitud- inal diameter	球型指数 Index of leaf head	球叶色 Color of leaf head	
CMS01-512× DH09-012(CX01)	28.6	41.0	10.6	黄绿 Yellow green	11.4	16.9	1.48	浅黄 Light yellow	直立 Erect
CMS18-213× DH09-813(CX02)	24.7	34.9	10.4	深绿 Dark green	10.8	12.7	1.18	浅黄 Light yellow	直立 Erect
CMS29-318× DH10-083(CX03)	21.9	35.4	14.6	深绿 Dark green	10.4	14.4	1.38	浅黄 Light yellow	半直立 Semi-erect
CMS29-318× DH10-249(CX04)	20.2	33.3	14.4	深绿 Dark green	11.3	10.2	0.90	黄绿 Yellow green	直立 Erect
CMS29-318× DH12-19(CX05)	19.8	29.6	11.0	深绿 Dark green	11.4	12.9	1.13	浅黄 Light yellow	直立 Erect
CMS85-124× DH10-249(CX06)	19.0	27.9	13.4	深绿 Dark green	9.9	10.1	1.02	黄绿 Yellow green	直立 Erect
CMS85-124× DH12-19(CX07)	18.2	25.8	13.8	深绿 Dark green	10.2	11.7	1.15	浅黄 Yellow green	直立 Erect
秦甘 50(CK) Qingan 50	25.8	48.5	14.5	深绿 Dark green	14.3	15.1	1.06	黄白 Yellow white	半直立 Semi-erect

表 2 甘蓝 7 个杂种一代组合的优质性鉴定结果

杂交组合 Cross combination	帮叶比/% Petiole-leaf ratio	中心柱长/cm Central axis	中心柱长/ 叶球纵径 Central axis/ Longitudinal diameter	叶球紧实度/ (g·cm ⁻³) Compactness	叶球生食品质 Raw-eaten quality	
					质地 Texture	风味 Flavor
CX01	32.7	7.4	0.31	0.41	脆嫩 Crispness	淡 Light
CX02	27.0	6.3	0.35	0.44	脆嫩 Crispness	微甜 Tiny sweet
CX03	26.2	5.5	0.27	0.48	柔软 Tenderness	微甜 Tiny sweet
CX04	21.9	5.6	0.39	0.50	柔软 Tenderness	淡 Light
CX05	21.1	5.4	0.38	0.48	脆嫩 Crispness	较甜 Sweeter
CX06	21.9	5.6	0.39	0.53	脆嫩 Crispness	微甜 Tiny sweet
CX07	20.0	3.6	0.21	0.66	脆嫩 Crispness	较甜 Tiny sweet
秦甘 50(CK) Qingan 50	24.5	5.8	0.41	0.51	脆嫩 Crispness	微甜 Tiny sweet

2.3 甘蓝杂种一代组合抗病性的比较

利用甘蓝品种抗病性鉴定方法^[12]进行抗病鉴定,苗期供试组合和对照品种均未发生病害,结球中期仅有 CX01、CX02、CX04 和 CX03 组合感染黑腐病或芜菁花叶病毒病(表 3)。按照甘蓝抗病性鉴定分级标准^[1],供试各组合均达高抗或抗病级。由此得出,7 个供试组合均为优质抗病杂种一代甘蓝组合。

2.4 甘蓝杂种一代组合产量的比较

从表 4 可以看出,供试组合从定植到叶球成熟收获历时 49~51 d,均早于对照品种,属春甘蓝早熟

品种。单球质量为 0.47~0.66 kg,均小于对照品种,其中 CX04 组合单球最轻,CX01 组合单球最重;折合每 hm² 产量表现,供试 7 个组合均与对照品种存在显著性差异,CX01、CX03、CX05、CX06 和 CX07 5 个组合的产量超过对照品种,其中 CX01 组合产量最高,为 59 550 kg/hm²,比对照增产26.6%,CX03 组合产量相对最低,为 48 975 kg/hm²,比对照增产 4.2%。由此得出,供试组合除 CX02 和 CX04 外,其余组合均表现出显著的杂种优势,产量配合力高,丰产性好。

表 3 甘蓝 7 个杂种一代组合的抗病性鉴定结果

Table 3 Identification of disease resistance of seven hybridized combinations

杂交组合 Cross combination	黑腐病 Black rot			芜菁花叶病毒病 TuMV		
	发病率/% Disease percentage	病情指数 Disease index	抗病类型 Resistance disease type	发病率/% Disease percentage	病情指数 Disease index	抗病类型 Resistance disease type
CX01	3.3	0.74	HR	0	0	HR
CX02	6.6	2.22	R	0	0	HR
CX03	0	0	HR	3.3	0.37	HR
CX04	3.3	1.48	HR	3.3	1.11	HR
CX05	0	0	HR	0	0	HR
CX06	0	0	HR	0	0	HR
CX07	0	0	HR	0	0	HR
秦甘 50(CK) Qingan 50	0	0	HR	0	0	HR

注:HR. 高抗病($0\leqslant$ 病情指数 $\leqslant 2$);R. 抗病($2<$ 病情指数 $\leqslant 4$)。

Note:HR. High resistance disease($0\leqslant$ Disease index $\leqslant 2$);R. Resistance disease($2<$ Disease index $\leqslant 4$).

表 4 甘蓝 7 个杂种一代组合产量的比较

Table 4 Comparison of yields of seven hybridized combinations

杂交组合 Cross combination	栽培密度 (行距/cm×株距/cm) Planting density (row spacing× plant spacing)	小区产量/kg Plot yield	折合产量/ (kg·hm ⁻²) Conversion yield	单球质量/kg Single head weight	定植到收获时间/d Maturation period
CX01	0.34×0.33	79.4	59 550 aA	0.66	51
CX02	0.34×0.33	57.2	42 900 fF	0.48	50
CX03	0.34×0.33	65.3	48 975 dD	0.54	49
CX04	0.34×0.33	55.9	41 925 gG	0.47	50
CX05	0.34×0.33	75.2	56 400 bB	0.63	50
CX06	0.34×0.33	66.9	50 175 cC	0.56	50
CX07	0.34×0.33	66.0	49 500 dCD	0.55	50
秦甘 50(CK) Qingan 50	0.45×0.37	62.7	47 025 eE	0.78	52

注:同列数据后标不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平有显著差异,标不同大写字母表示在 $P<0.01$ 水平有显著差异。

Note:Different small letters indicate significant differences at $P<0.05$ level,different capital letters indicate significant differences at $P<0.01$ level.

3 结论与讨论

甘蓝为十字花科异花授粉蔬菜,杂种优势十分明显,为充分利用其杂种优势,主要育种途径有自交不亲和系制种法和雄性不育系制种法^[13]。自交不亲和系制种存在亲本需人工蕾期授粉繁殖、杂种生产成本低、杂交率很难达到 100%等诸多问题,现已被雄性不育系制种代替^[14]。本试验供试杂种一代组合均利用甘蓝胞质雄性不育系和甘蓝双单倍体植株系即 DH 系配制,这些组合的应用不仅能实现种子 100%杂交率,同时能在一定程度上提高杂种一代植株的整齐度。

甘蓝品种育种目标的单一性使其在生产应用中具有局限性。本试验比较甘蓝杂种一代组合的优质性、抗病性、丰产性和小型商品性,综合考虑品种的多目标性状表现后认为,CX06 和 CX07 杂种一代组

合符合甘蓝小型品种育种目标,其综合经济性状优良,叶球小型,单球质量分别为 0.56 和 0.55 kg,叶球圆球型,中心柱小于叶球高的 1/2,高抗黑腐病和芜菁花叶病毒病,产量分别为 50 175 和 49 500 kg/hm²,分别比对照秦甘 50 增产 6.7%和 5.3%;2 个组合均为理想品种,可进一步大面积生产示范。

甘蓝单位面积产量由植株结球率、单球质量和总株数等因子构成,其中甘蓝杂种一代的结球性受双亲遗传基因及其纯度和制种效果决定,单球质量受双亲配合力决定,单位面积总株数受植株开展度决定^[15]。本试验中供试组合的母本选用胞质雄性不育系,父本为基因型高度纯合的 DH 系,通过组合间的比较分析,入选的 CX06 和 CX07 组合目标性状优良,配合力高,植株开展度分别为 27.9 和 25.8 cm,植株株态为直立型。这 2 个组合虽然单叶球小型化,但可以通过高密度栽培达到丰产,因此这 2 个

组合再经试验后可进一步育成定型品种应用于生产。

〔参考文献〕

- [1] 方智远. 我国甘蓝产销变化与育种对策 [J]. 中国蔬菜, 2008(1): 1-2.
Fang Z Y. Cabbage producing and selling and breeding strategy in rape breeding of China [J]. China Vegetables, 2008(1): 1-2.
- [2] 王庆彪, 方智远, 杨丽梅, 等. 中国甘蓝育成品种系谱分析 [J]. 园艺学报, 2013, 40(5): 869-886.
Wang Q B, Fang Z Y, Yang L M, et al. Survey and pedigree analysis of cabbage varieties released in China [J]. Acta Horticulture Sinica, 2013, 40(5): 869-886.
- [3] 许忠民, 张恩慧, 程永安, 等. 抗病优质圆球型甘蓝新品种秦甘 55 选育与优质性鉴定 [J]. 西北农业学报, 2009, 18(4): 137-139.
Xu Z M, Zhang E H, Cheng Y A, et al. Breeding and good qualities identification of new cabbage variety Qingan 55 [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2009, 18(4): 137-139.
- [4] 方智远, 刘玉梅, 杨丽梅, 等. 雄性不育系配制的甘蓝新品种及其繁育技术 [J]. 长江蔬菜, 2007(11): 32-34.
Fang Z Y, Liu Y M, Yang L M, et al. Some new cabbage cultivars developed from the male sterile line and their breeding technology [J]. Journal of Changjiang Vegetables, 2007(11): 32-34.
- [5] 张恩慧, 梁超英, 许忠民. 2 个甘蓝亲本的筛选利用及其 F₁ 目标性状鉴定 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2009, 37(6): 105-110.
Zhang E H, Liang C Y, Xu Z M. Screening and utilization of two parents in cabbage and identification of hybrid F₁ target characters [J]. Journal of Northwest A&F University(Nat Sci Ed), 2009, 37(6): 105-110.
- [6] 张恩慧, 程永安, 许忠民, 等. 甘蓝 3 种病害抗源筛选及抗病品种选育研究 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2001, 29(6): 30-33.
Zhang E H, Cheng Y A, Xu Z M, et al. Screening of resistant sources to three diseases and studies on breeding resistant variety in the cabbage [J]. Journal of Northwest A&F University (Nat Sci Ed), 2001, 29(6): 30-33.
- [7] 张恩慧, 程永安, 许忠民, 等. 优质甘蓝三抗抗源 J8806 的选育及其利用 [J]. 安徽农业大学学报, 2005, 32(3): 377-380.
Zhang E H, Cheng Y A, Xu Z M, et al. Screening for J8806 resistant sources to three diseases and analysis of breeding effects [J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2005, 32(3): 377-380.
- [8] 方智远, 王晓佳. 甘蓝多抗性抗源材料的抗性表现及利用 [M]//李树德. 中国主要蔬菜抗病育种进展. 北京: 科学出版社, 1995: 617-619.
Fang Z Y, Wang X J. Performance and utilization of multiple disease resistant materials in the cabbage [M]//Li S D. Advances in the main vegetable crops breeding for diseases resistance in China. Beijing: Science Press, 1995: 617-619.
- [9] 任喜波, 高金远, 戴希尧, 等. 早熟甘蓝主要农艺性状的综合评价 [J]. 北方园艺, 2012(17): 44-46.
Ren X B, Gao J Y, Dai X Y, et al. Comprehensive evaluation of agronomic characters in early maturity cabbage [J]. Northern Horticulture, 2012(17): 44-46.
- [10] 刘琼琼, 贾志宽, 韩清芳. 不同多叶型苜蓿单株扦插后生物学性状的比较 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2006, 34(5): 39-44.
Liu Q Q, Jia Z K, Han Q F. Comparison of biological characteristics between different cutting multifoliate alfalfa individuals [J]. Journal of Northwest A&F University(Nat Sci Ed), 2006, 34(5): 39-44.
- [11] 许忠民, 张恩慧, 程永安, 等. 优质抗病甘蓝品种秦甘 78 的选育及优良特性分析 [J]. 西北农业学报, 2007, 16(2): 130-132.
Xu Z M, Zhang E H, Cheng Y A, et al. Breeding of new variety Qingan 78 and its good characteristic [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2007, 16(2): 130-132.
- [12] Dickson M D. Inheritance of resistance in cabbage seedlings to black rot [J]. Hortscience, 1987, 22(1): 108-109.
- [13] 丁建刚, 李成琼, 宋洪元, 等. 中国结球甘蓝雄性不育研究进展 [J]. 中国农学通报, 2003, 19(5): 154-155, 199.
Ding J G, Li C Q, Song H Y, et al. Studies on the male sterility in cabbage in China [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2003, 19(5): 154-155, 199.
- [14] 邵贵荣, 陈文辉, 方淑桂, 等. 甘蓝胞质雄性不育系的选育及其利用 [J]. 福建农业学报, 2012, 27(3): 257-260.
Shao G R, Chen W H, Fang S G, et al. Breeding and utilization of cabbage cytoplasmic male sterile lines [J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2012, 27(3): 257-260.
- [15] 马英夏, 张恩慧, 杨安平. 甘蓝杂种一代整齐度主要评判标准研究 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2012, 40(9): 155-160.
Ma Y X, Zhang E H, Yang A P. Study on main uniformity evaluation standard of F₁ hybrid of cabbage [J]. Journal of Northwest A&F University(Nat Sci Ed), 2012, 40(9): 155-160.