

网络出版时间:2015-01-05 08:59

DOI:10.13207/j.cnki.jnwfufu.2015.02.013

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20150105.0859.013.html

整枝方式对甘蓝胞质雄性不育系原种繁殖的影响

范国红,张恩慧,王 鑫,许忠民,程永安

(西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 【目的】探究整枝方式对甘蓝胞质雄性不育性(CMS)植株结实性、种子形态特征、种子活力和种子产量等主要指标的影响,为甘蓝胞质雄性不育系原种繁殖时种子品质和数量的提高奠定基础。【方法】选用甘蓝胞质雄性不育系 Y03CMS-815638 为试材,待主花枝生长出 1 级分枝后设 4 种整枝处理,处理 1:选留 1 级分枝(D1);处理 2:选留主花序和 1 级分枝(D2);处理 3:选留 1 级分枝和 2 级分枝(D3);处理 4:不整枝,自然状态生长(CK)。种子成熟后比较不同整枝方式对甘蓝 Y03CMS-815638 植株结实习性、种子形态特征、种子活力和种子产量的影响。【结果】整枝处理后,单株有效结荚率和单株有效分枝率等结实习性指标,种子均匀度和饱满种子所占比例等种子形态特征,种子发芽势、发芽指数和活力指数等种子活力指标,单荚平均种粒数、千粒质量和平均单株产量等种子产量指标均表现为 $D2>D1>D3>CK$ 。经方差分析,处理 D1 和 D2 的单株有效结荚率、单株有效分枝率、种子均匀度、种子发芽率等指标均极显著高于 CK,处理 D1 和 D2 的种子发芽势、活力指数、单荚平均种粒数等指标均显著高于 CK。【结论】整枝处理使甘蓝单荚平均种粒数和种子均匀度提高 0.6~0.8 粒和 10.4%~16.4%。选留主花序和 1 级分枝是甘蓝胞质雄性不育系 Y03CMS-815638 原种繁殖的植株最佳整枝方式,其植株结实性最好,单株有效粒数高达 4 197 粒,种子色泽黑亮、饱满,发芽指数和活力指数分别为 48.8 和 137.17,千粒质量 3.6 g。

【关键词】 甘蓝;整枝;胞质雄性不育系;原种繁殖

【中图分类号】 S635.1

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2015)02-0113-07

Effects of pruning patterns on original seeds breeding of cabbage CMS

FAN Guo-hong, ZHANG En-hui, WANG Xin, XU Zhong-min, CHENG Yong-an

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

Abstract: 【Objective】 The experiment was conducted to explore the effects of pruning patterns on main indexes of cabbage CMS including fruiting habits of plant, morphological characteristics of seeds, growth potential of seeds and seed yield, which would lay a foundation for improving the quality and quantity of original seeds. 【Method】 Cabbage CMS “Y03CMS-815638” was selected as test material. Four pruning treatments were designed after the main squid had the 1st branch. Treatment 1: only the 1st branches were selected (D1), Treatment 2: the main inflorescence and the 1st branches were selected (D2), Treatment 3: the 1st and 2th branches were selected (D3), and Treatment 4: No prune under natural conditions (CK). The effects of different pruning patterns on fruiting habits of plant, morphological characteristics of seeds, growth potential of seeds and seed yield were compared after seeds matured. 【Result】 Fruiting indexes including effective rate of pod per plant and effective number of branches per plant, morphological indexes of seeds including degree of seeds evenness and percentage of plump seeds, growth potential indexes of

【收稿日期】 2013-10-25

【基金项目】 国家大宗蔬菜产业技术体系项目(CARS-25-G-47);国家科技支撑计划项目(2012BAD02B01);陕西省教育厅科学研究项目(自然科学专项)(11JK0642);陕西省科学技术研究发展计划项目(2012K01-09-2);西北农林科技大学农业科技推广基金项目(NYY2012-9)

【作者简介】 范国红(1988—),女,甘肃临夏人,硕士,主要从事甘蓝育种与生物技术研究。E-mail:543411260@qq.com

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

seeds including germination rate, germination potential and vigor index, and seed yield indexes including average number of seed per pod, thousands seed weight and seed yield per plant of different treatments were in the same decreasing order of $D2 > D1 > D3 > CK$. Effective rate of pod per plant, effective number of branches per plant, seeds evenness and germination rate of $D1$ and $D2$ were significantly higher than CK and percentage of plump seeds, germination potential of seeds, vigor index of seeds, average number of seed per pod and thousands seed weight of $D2$ were all higher than CK based on variance analysis. 【Conclusion】 Average number of seeds per pod and degree of seed evenness increased by 0.6—0.8 and 10.4%—16.4%, respectively under pruning treatments. The main inflorescence and 1st branches treatment ($D2$) was the best pruning pattern for original seeds breeding in cabbage CMS “Y03CMS-815638”. With the best pruning pattern, the fruiting habits were the best, the effective seeds per plant was as much as 4 197, seeds were brown, bright and plumpness, and germination index, vigor index, and thousands seed weight were 48.8, 137.17, and 3.6 g, respectively.

Key words: cabbage; pruning patterns; CMS; original seeds breeding

甘蓝为十字花科异花授粉作物,存在着明显的杂种优势,杂种诸多性状优于常规种,尤其在抗病性、优质性和丰产性方面表现突出。近年来,随着我国甘蓝种业的不断发展,甘蓝栽培品种中几乎全部选用杂交种,杂交种的推广应用促进了甘蓝产业结构的合理化发展,甘蓝在国内基本实现了鲜菜周年供应。甘蓝杂交种制种主要通过 2 条途径:利用自交不亲和系和利用雄性不育系^[1]。21 世纪初期,甘蓝雄性不育性的利用研究在国内取得了重大突破^[2],甘蓝细胞核显性雄性不育系和细胞质雄性不育系^[3]成功地应用于杂交种制种,使甘蓝新品种选配由雄性不育系的转育研究迅速代替了自交不亲和系的选育研究。农作物采用雄性不育系配制 F_1 代,具有杂交率高、亲本繁殖成本低等许多优点;对于细胞质雄性不育系而言又具有保持、转育简便等诸多有利因素。甘蓝胞质雄性不育系由萝卜质 Ogura 雄性不育源转育而来^[4],雄性不育性由质核基因互作决定,遗传稳定,性状表现为雌蕊正常而雄蕊退化,导致花粉失去正常功能,因而雄性不育系的种性保持必须依靠保持系。传统的雄性不育系繁殖采用不育系与保持系隔行种植,借助人工或昆虫传授花粉,雄性不育系花枝任其自然生长,导致所获种子品质差,籽粒秕小,用于杂交种制种易引起苗床出现大小苗、制种田植株生长不整齐、杂交种成熟度不一致、种粒均匀度差等问题。通过整枝提高农作物果实品质及产量在茄科类和瓜类中研究较多,但在十字花科作物中研究甚少,仅有韩世栋等^[5]和张光星等^[6]在萝卜上开展了整枝与种子产量关系的研究,在国内外尚未见甘蓝的相关研究报道。本研究基于以往繁殖甘蓝亲本原种存在的诸多品质问题,拟开

展甘蓝胞质雄性不育系(CMS)扩繁原种的整枝方式研究,旨在探讨种株整枝对原种品质和数量的影响,为甘蓝杂交种的生产提供高标准亲本种子奠定基础。

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育种室提供,分别为甘蓝胞质雄性不育系 Y03CMS-815638(简称 Y03CMS)和保持系 Y03-815638。Y03CMS 的雄性不育源 Ogura 由国外引入,与基因纯合、性状遗传稳定的父本系 Y03-815638 经 5 代回交后育成,父本系即成为保持系。Y03CMS 不育率和不度均达 100%且遗传稳定,植株营养生长和生殖生长正常,配合力高。

1.2 试验方法

1.2.1 种株抽薹培养 供试甘蓝胞质雄性不育系 Y03CMS 和保持系 Y03-815638,于 2012-07-02 播种育苗,08-05 定植田间,正常栽培管理,11-20 选择种株带根挖起假植窖藏越冬。2013-03-10 将种株由窖内取出移栽至纱网大棚,定植株距 35 cm,行距 70 cm,不育系与保持系定植比例为 2:1。种株定植后浇水稳苗,及时中耕,加强水肥管理,促进种株抽薹、开花、结实。

1.2.2 抽薹种株整枝 当 Y03CMS 抽薹植株生长出花枝后设 4 种整枝方式处理,当主花茎生长出全部 1 级分枝后,处理 1:打掉主花序和 2 级分枝仅留 1 级分枝($D1$);处理 2:打掉 2 级分枝保留主花序和 1 级分枝($D2$);处理 3:打掉主花序保留 1 级和 2 级分枝($D3$);处理 4:不整枝自然状态生长(CK)。试

验每处理共种植 90 株,每处理 3 次重复(即每个重复 30 株),随机调查 20 株,棚内采用蜜蜂授粉。

1.2.3 性状测定 (1)种皮色泽。当种子完全成熟后采收观察种皮颜色和亮度,种皮颜色由浅到深划分为黄色、褐色、黑色;亮度分为光滑、粗糙。

(2)种子均匀度。成熟种子自然晾干混合均匀后从中随机抽取 100 粒,利用电子游标卡尺分别测量种子直径,计算所测种子直径平均值 d ,按照 $D=d(1\pm 15\%)$ 直径范围,若该直径范围内种子占所测种子比例 $\geq 80\%$ 为均匀,比例 $\geq 60\%\sim <80\%$ 为较均匀;比例 $<60\%$ 为不均匀。

(3)种子活力。每个培养皿均匀摆放 100 粒种子,放入光照培养箱(恒温 24 ℃)中进行培养,并测定种子活力。

种子发芽率=(第 7 天发芽数/种子总数) $\times 100\%$;

种子发芽势=(第 3 天发芽数/种子总数) $\times 100\%$;

种子发芽指数(GI)= $\sum(G_i/D_i)$,其中 D_i 指发芽天数, G_i 是与 D_i 相对应的每天发芽种子数;

种子活力指数(V)= $S\times GI$,其中 S 为发芽第 7 天发芽种子胚根和胚轴总长度。

(4)千粒质量。种子自然晾干后,随机抽取 1 000 粒种子称质量。

(5)单株平均产量。种子成熟后,统计小区植株数并收获种子,自然干燥后测量小区种子总质量并

计算单株平均产量。

1.2.4 试验数据的统计分析 采用 Office 2007 软件中的 Excel 程序和 SPSS 17.0 数据处理系统进行试验数据的统计分析。

2 结果与分析

2.1 整枝方式对甘蓝 CMS 系植株结实习性的影响

由表 1 可知,随着甘蓝 Y03CMS 不同分枝数量的增加,其单株总结荚数也随之增加,仅有 1 级分枝的处理 D1 单株总结荚数最少,为 720 荚,自然生长的植株(CK)单株总结荚数最多,为 1 123 荚;单株有效结荚率则随着选留分枝数量的增加反而依次降低,其由高到低为 $D2>D1>D3>CK$, $D2$ 、 $D1$ 、 $D3$ 处理单株有效结荚率分别比 CK 高出 15.0%,12.7%和 4.4%,与 CK 间差异均达到极显著, $D2$ 最高为 65.3%。随着甘蓝 Y03CMS 不同级别分枝数量的增加,其单株分枝总数也随之增加,其顺序为 $CK>D3>D2>D1$;单株有效分枝数总体呈增加趋势,其顺序为 $CK>D2>D3>D1$;单株有效分枝率以 $D2$ 最高,为 96.2%,其与 $D3$ 和 CK 存在极显著差异。上述结果表明,甘蓝整枝对植株结实性具有显著影响,选留主花序和 1 级分枝($D2$)或选留 1 级分枝($D1$)的整枝方式均能提高甘蓝 Y03CMS 的单株结实性。

表 1 整枝方式对甘蓝 Y03CMS 植株结实习性的影响

Table 1 Effect of pruning patterns on fruiting habits of plant of cabbage Y03CMS

处理 Treatment	单株总结荚数 Total number of pods per plant	单株有效结荚率/% Effective rate of pod per plant	单株分枝总数 Branches per plant	单株有效分枝数 Effective number of branches per plant	单株有效分枝率/% Effective rate of branches per plant
D1	720 Cc	63.0 Ab	23.3 Bc	21.4 Bb	92.3 ABab
D2	751 Cc	65.3 Aa	28.3 ABb	27.2 Aa	96.2 Aa
D3	869 Ab	54.7 Bc	29.6 Aab	26.1 Aa	88.7 Bbc
CK	1 123 Aa	50.3 Cd	32.8 Aa	27.6 Aa	84.0 Cc

注:1)单株有效结荚率=单株结有籽粒的荚数/单株总结荚数 $\times 100\%$;单株有效分枝率=单株有效分枝数/单株总分枝数 $\times 100\%$ 。
2)同列数据后标不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$),标不同大写字母者表示差异极显著($P<0.01$)。下表同。
Note:1) Effective rate of pod per plant=Number of graining pods per plant/Total number of pods per plant $\times 100\%$. Effective rate of branches per plant=Effective number of branches per plant/Total number of branches per plant $\times 100\%$.
2) Different lowercase letters in each column indicate significant difference ($P<0.05$) and different uppercase letters indicate extremely significant difference($P<0.01$). The same below.

2.2 整枝方式对甘蓝 CMS 系种子形态特征的影响

由表 2 可知,经整枝处理后所收获的种子种皮颜色呈黑色或褐色,种子表面光滑,种子外观品质均优于对照(图 1)。整枝能够促进种子体积和形状的

一致性,整枝处理的种子均匀度 $D1$ 为 67.6%, $D2$ 为 71.3%、 $D3$ 为 65.3%,均高于对照,且与对照存在极显著差异,其中处理 $D2$ 收获的种子均匀度最高。处理 $D1$ 、 $D2$ 收获的种子表现饱满,其饱满种子所占比率分别为 86.6%和 92.0%;处理 $D3$ 、CK 收

获的种子表现较饱满,其饱满种子所占比率分别为 83.9%和 81.5%;处理 D2 种子饱满程度与 D3 和 CK 间均存在极显著差异,说明甘蓝 Y03CMS 采取保留主花序和 1 级分枝的 D2 处理所获种子饱满程

度高。由此得出,整枝有利于提高甘蓝种子的均匀度、饱满度和外观品质,使甘蓝 Y03CMS 原种呈现出较好的形态特征。

表 2 整枝方式对甘蓝 Y03CMS 种子形态特征的影响

Table 2 Effect of pruning patterns on morphological characteristics of seeds for cabbage Y03CMS

处理 Treatment	种皮色泽 Color and luster of seeds		种子均匀度 Degree of seeds evenness		种子饱满程度 Plumpness	
	颜色 Colors	亮度 Brightness	测定值/% Value	表现型 Phenotype	饱满种子所占比率/% Percentage of plump seeds	表现型 Phenotype
D1	褐色 Brown	光滑 Smooth	67.6 Aab	较均匀 Rather evenness	86.6 ABab	饱满 Plumpness
D2	黑色 Black	光滑 Smooth	71.3 Aa	较均匀 Rather evenness	92.0 Aa	饱满 Plumpness
D3	褐色 Brown	光滑 Smooth	65.3 Ab	较均匀 Rather evenness	83.9 Bb	较饱满 Rather plumpness
CK	黄色 Yellow	粗糙 Rough	54.9 Bc	不均匀 unevenness	81.5 Bb	较饱满 Rather plumpness

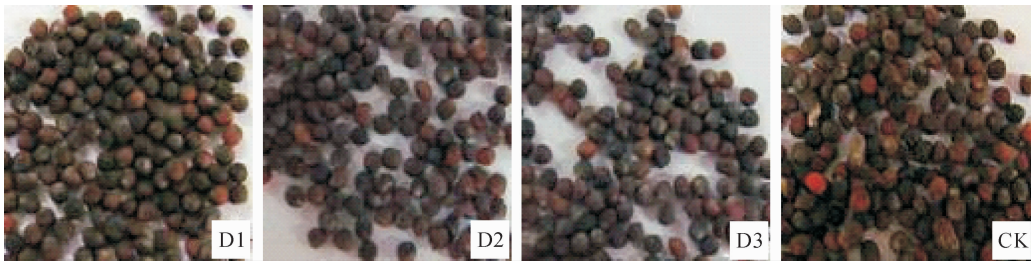


图 1 甘蓝 Y03CMS 整枝所繁种子的形态特征

Fig.1 Morphological characteristics of seeds of cabbage Y03CMS under different pruning patterns

2.3 整枝方式对甘蓝 CMS 系种子活力的影响

由表 3 可知,经整枝处理后收获的甘蓝种子表现出较强的生活力,整枝处理 D1、D2、D3 的发芽率分别比 CK 提高了 12.6%,10.6%和 6.6%,D1、D2、D3 与 CK 呈现显著或极显著差异。各整枝处理种子发芽势比 CK 显著提高,增加幅度为 6.6%~9.6%,其中处理 D2 的发芽势最高,为 92.3%,说明处理 D2 所获种子在发芽整齐度上具有明显优势。

不同整枝方式对种子发芽指数和种子活力指数的影响均表现为 D2>D1>D3>CK,处理 D2 的种子发芽指数和种子活力指数均最高,分别为 48.8 和 137.17;CK 最低,分别为 42.5 和 91.54。由此得出,甘蓝整枝能够促使种子活力提高,Y03CMS 植株采取保留主花序和 1 级分枝的 D2 处理所获种子具有较高的发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数。

表 3 整枝方式对甘蓝 Y03CMS 种子活力的影响

Table 3 Effect of pruning patterns on growth potential of seeds for cabbage Y03CMS

处理 Treatment	发芽率/% Germination rate	发芽势/% Germination potential	发芽指数 Germination index	胚轴长度/cm Hypocotyl length	胚根长度/cm Radicle length	活力指数 Vigor index
D1	95.3 Aa	92.0 a	47.7 Aa	0.55 a	2.18 a	132.92 a
D2	93.3 Aab	92.3 a	48.8 Aa	0.57 a	2.30 a	137.17 a
D3	89.3 ABb	89.3 a	46.1 ABa	0.48 a	1.93 a	111.83 ab
CK	82.7 Bc	82.7 b	42.5 Bb	0.43 b	1.72 b	91.54 b

2.4 整枝方式对甘蓝 CMS 系种子产量的影响

由表 4 可知,整枝处理能够增加种荚内的种子数量,使单荚所获种子粒数均高于对照。整枝处理中单荚最少种粒数和最多种粒数 D1、D2、D3 分别为 4.2 和 18.9 粒、5.4 和 20.2 粒、4.1 和 19.8 粒,其中 D2 显著高于 D1、D3 和 CK;各处理单荚平均种

粒数为 8.5~9.3 粒,3 个整枝处理均显著高于 CK。千粒质量由高到低依次为 D2>D1>D3>CK,前三者分别比对照增加 0.7,0.5 和 0.3 g。上述结果表明,整枝有利于提高甘蓝种子品质,整枝虽然导致单株总粒数和有效结荚数降低,而对单株种子增产影响不大,其中整枝方式 D2 能显著增加种子千粒质

量和单株有效粒数,从而能使所获得的种子品质得以改善和提高。

表 4 整枝方式对甘蓝 Y03CMS 种子产量的影响

Table 4 Effect of pruning patterns on seed yield of cabbage Y03CMS

处理 Treatment	单株有效 结荚数 No. of effective pod per plant	单荚最少 种粒数 Min No. of seeds per pod	单荚最多种粒数 Max No. of seeds per pod	单荚平均 种粒数 Average No. of seed per pod	千粒质量/g Thousands seed weight	单株平均 产量/g Seed yield per plant	单株总粒数 Total seeds per plant	单株有效粒数 Effective seeds per plant
D1	443 Cc	4.2 ABb	18.9 BCb	9.2 a	3.4 ab	14.11 a	4 119 Cc	3 925 Cc
D2	484 Bb	5.4 Aa	20.2 Aa	9.3 a	3.6 a	14.16 a	4 498 Bb	4 197 Aa
D3	469 Bb	4.1 ABb	19.8 Bb	9.1 a	3.2 ab	13.66 c	4 268 BCc	3 811 Dd
CK	565 Aa	3.5 Bc	17.2 Cc	8.5 b	2.9 b	13.92 b	4 801 Aa	3 970 BCb

注:单株有效粒数=单株总粒数×发芽率。
Note:Effective seeds per plant=Total seeds per plant×Germination rate.

3 讨 论

甘蓝由营养生长进入生殖生长后,植株花茎顶芽抽出主花序,花茎再生的分枝又分为 1、2 或 3 级分枝花序,其生长发育所需营养主要来源于茎生叶和根系。王玉江等^[7]在甘蓝上研究得出,甘蓝植株多为 2 级以上分枝,但并不是分枝越多,结籽量就越大,多数甘蓝品种的产籽量取决于主花序和 1 级分枝;宋红霞等^[8]通过对甘蓝雄性不育系结实性的研究得出,1 级分枝对种子产量贡献最大,其植株花蕾数与种子量不成正比,花蕾越多,种子量并不一定越高。本研究与前人结果基本一致,试验得出甘蓝 Y03CMS 通过整枝选留的主花序和 1 级分枝上花朵结实性最高,单株有效结荚率和有效分枝率分别高达 65.3%和 96.2%;所收获种子饱满、光亮,均匀度达 71.3%。其主要原因可能是通过整枝打掉 2 级分枝减少了甘蓝营养消耗,使主花序和 1 级分枝具有相对充足的营养供给,从而促进主花序和 1 级分枝上有限的花朵能够充分授粉结实。

种子活力是在种子发育过程中形成的,贮藏物质的积累是种子活力形成的基础。雌蕊受精后伴随着营养物质的供给和积累,促使种子逐渐成熟并具有种子活力,而种子活力的强弱主要取决于种子体内营养物质的积累量。前人在无芒雀麦^[9]、黄豆^[10]、板栗^[11]、苦瓜^[12]、茄子^[13]、番茄^[14]、厚皮甜瓜^[15]和油菜^[16]等作物上的研究认为,种子活力与其营养物质积累、成熟度等密切相关,营养物质越充足、成熟度越高,则种子活力越强。本试验通过整枝使甘蓝植株花期集中,整株种子成熟度一致,种荚内籽粒饱满,营养物质充足,使得 Y03CMS 原种种子表现出较高的生活力,此结果与在胡萝卜^[6]、无芒雀麦^[9]、黄豆^[10]、番茄^[14]上的研究结果一致。作物种子的形成分 2 个阶段:第 1 是由雌蕊柱头接受花粉

后花粉发芽至受精阶段,它决定着种子数量;第 2 是由受精合子发育至种子成熟阶段,它决定着种子品质。对于甘蓝雄性不育系原种的繁殖,只要提供充足的保持系花粉量,均能满足雌蕊授粉受精的需求,但植株有限的营养供给并不能满足每个受精合子发育成成熟种子的需求,因而整枝有利于提高作物种子的发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数。

甘蓝为总状花序异花授粉作物,自交亲和系转育的胞质雄性不育系原种繁殖采用隔离区内蜜蜂授粉或人工辅助授粉,是一种有效的留种方法。本研究采用纱网棚内隔行种植雄性不育系与其保持系,放置蜜蜂授粉扩繁雄性不育系原种,是一种行之有效的繁种方法,甘蓝 Y03CMS 植株无论整枝或自然生长,采用此方法均可获得 13.66 g 以上的单株原种产量。在十字花科作物中甘蓝花枝和花蕾数量相对较高,通过适当整枝能够克服花枝过于繁多而不能保证每朵花完全授粉和正常受精的缺陷,从而减少一定数量的植株花蕾数,使选留的花朵结实率和种子品质得到提高。韩世栋等^[5]在萝卜上的研究结果表明,种株主茎 20 cm 左右时摘心和末花期侧枝摘心,能够增加植株有效结荚数和千粒质量。对茄子^[13]和番茄^[14]的整枝研究得出,茄果类蔬菜侧枝发生能力较强,合理进行番茄和茄子整枝可以提高坐果率,增加单果质量和总产量。本研究认为,甘蓝选留主花序和 1 级分枝,能够促使 Y03CMS 植株的千粒质量、单株平均产量得到提高,使单株有效粒数得以增加,3 项指标值分别为 3.6 g、14.16 g 和 4 197 粒,其结果与前人对萝卜^[5]、茄子^[13]和番茄^[14]的整枝研究结果一致。其原因可能是甘蓝整枝除了对保留花枝的营养供应更加充足外,还与改善植株群体的透光性,促进了植株旺盛生长与花茎变粗等因素有关。

4 结 论

在甘蓝胞质雄性不育系原种繁殖过程中,花粉发育和受精合子的营养供给是种子发育成熟的一个重要环节,适当整枝在一定程度上影响着甘蓝植株花朵授粉受精的数量和质量,并决定着植株结实性、种子形态特征、种子活力和种子产量等繁殖原种的主要指标。本研究认为,选留主花序和 1 级分枝的整枝方式,对于 Y03CMS-815638 而言植株结实性最好,单株有效粒数达 4 197 粒,种子色泽黑亮,饱满种子占 92.0%,种子发芽指数和活力指数分别为 48.8 和 137.17,千粒质量 3.6 g。由此得出,选留主花序和 1 级分枝是甘蓝胞质雄性不育系 Y03CMS-815638 原种繁殖的植株最佳整枝方式。

[参考文献]

[1] 郝启样,张恩慧,李 立,等.早熟甘蓝秦甘 50 杂交一代种子生产技术规范 [J]. 陕西农业科学,2012,58(2):251-253.
Hao Q X,Zhang E H,Li L,et al. The production specification of seed production in precocious cabbage Qingan 50 hybrid generation [J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences,2012,58(2):251-253. (in Chinese)

[2] 方智远,刘玉梅,杨丽梅,等.甘蓝显性核基因雄性不育与胞质雄性不育系的选育及制种 [J]. 中国农业科学,2004,37(5):717-723.
Fang Z Y,Liu Y M,Yang L M,et al. Breeding and seed production technique of Dominant Genic Male Sterile (DGMS) Line and Cytoplasmic Male Sterile(CMS) Line in cabbage [J]. Scientia Agriculture Sintca,2004,37(5) 717-723. (in Chinese)

[3] 许忠民,张恩慧,程永安,等.甘蓝胞质雄性不育系 CMS158 小孢子发生的细胞学研究 [J]. 西北农业学报,2012,21(3):119-121.
Xu Z M,Zhang E H,Cheng Y A,et al. Cytological study on microspore genesis of CMS158 in cabbage [J]. Acta Agriculture Boreali-Occidentalis Sintca,2012,21(3):119-121. (in Chinese)

[4] 王小艳,张恩慧,许忠民,等.甘蓝 *Ogura* 胞质雄性不育基因的 RAPD 标记 [J]. 西北农业学报,2010,19(6):130-133.
Wang X Y,Zhang E H,Xu Z M,et al. Genomic DNA extraction and preliminary study on RAPD markers linked to *Ogura* cytoplasm male sterile gene in cabbage [J]. Acta Agriculture Boreali-Occidentalis Sintca,2010,19(6):130-133. (in Chinese)

[5] 韩世栋,周桂芳.整枝技术在潍县萝卜种子生产上的应用效果研究 [J]. 职大学报,2012(6):91-92.
Han S D,Zhou G F. Study on the pruning effect in Weixian-Turnip seed production [J]. Journal of the Staff and Worker's University,2012(6):91-92. (in Chinese)

[6] 张光星,孔令娟,姚东伟.定植时期、整枝方式和授粉间隔对胡萝卜种子产量质量的影响 [J]. 山西农业大学学报:自然科学版,2006,26(2):146-148.

Zhang G X,Kong L J,Yao D W. Effect of planting date,training type pollination interval on seeds yield and quality of carrots [J]. Journal of Shanxi Agriculture University:Nature Science Edition,2006,26(2):146-148. (in Chinese)

[7] 王玉江,田茂春,李 娜,等.甘蓝小株制种技术研究 [J]. 种子,2007,26(4):105-106.
Wang Y J,Tian M C,Li N,et al. Technique study on breeding seed of small plant cabbage [J]. Seed,2007,26(4):105-106. (in Chinese)

[8] 宋红霞,郝 晶,孙水生,等.甘蓝雄性不育系及保持系的开花结实特性研究 [J]. 湖北农业科学,2010,49(8):1893-1895.
Song H X,Hao J,Sun S S,et al. Study on flowering and fruiting characteristics in cabbage male sterile line and maintainer [J]. Hubei Agriculture Sciences,2010,49(8):1893-1895. (in Chinese)

[9] 毛培胜,韩建国,王 培,等.无芒雀麦种子发育过程中的生理生化变化 [J]. 中国草地,2001,23(1):26-31.
Mao P S,Han J G,Wang P,et al. Changes of physiology and biochemistry during seed development of smooth *Bromegrass* [J]. Grassland of China,2001,23(1):26-31. (in Chinese)

[10] Khan A Z,Khan H,Ghoneim A,et al. Seed quality and vigor of soybean as influenced byplantingdate,density and cultivar under temperate environment [J]. International Journal of Agricultural Research,2007,2(4):368-376.

[11] 陈在新,潘 娟,江道菊.不同成熟期板栗品种(系)种子发育期主要营养物质与内源激素含量的动态变化 [J]. 林业科学,2011,47(1):73-78.
Chen Z X,Pan J,Jiang D J. Dynamic changes of main nutrients and endogenous hormones in seed of different mature period Chinese chestnuts during their seed development [J]. Scientia Silvea Sintcae,2011,47(1):73-78. (in Chinese)

[12] 张 曼,黄如葵,孙德利,等.苦瓜果实发育过程中的主要营养成分变化及种子生活力演进 [J]. 广西植物,2009,29(2):250-253.
Zhang M,Huang R K,Sun D L,et al. Changes in content of nutritional components and vigor of seed during fruit development of bitter gourd [J]. Guihaia,2009,29(2):250-253. (in Chinese)

[13] 吴 慧,杨 帆,闫立勇,等.不同整枝方式对新疆春露地茄子产量的影响 [J]. 长江蔬菜,2013(4):40-43.
Wu H,Yang F,Yan L Y,et al. Effects of different pruning methods on yield of eggplant in spring open field [J]. Journal of Changjiang Vegetables,2013(4):40-43. (in Chinese)

[14] 武春成,曹 霞,毛秀杰,等.不同整枝方式对塑料大棚春茬番茄生长发育的影响 [J]. 安徽农业科学,2012,40(17):9239-9240.
Wu C C,Cao X,Mao X J,et al. Effect of different pruning patterns on the growth of spring tomato in plastic greenhouse [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences,2012,40(17):9239-9240. (in Chinese)

[15] 苗立祥,陆鸿英,张豫超.不同整枝方式对秋季厚皮甜瓜品质、产量和延缓植株早衰的影响 [J]. 北方园艺,2011(5):9-11.

Miao L X,Lu H Y,Zhang Y C. Effects of different pruning type on muskmelon fruit quality,yield and retardation of early-senescence cultivated in autumn [J]. Northren Horticulture,2011(5):9-11. (in Chinese)

[16] 赵 勤,曾德志,郭世星,等. 甘蓝型油菜几个种子物理性状与含油率的相关、回归和通径分析 [J]. 种子,2012,31(3):77-81.

Zhao Q,Zeng D Z,Guo S X,et al. Correlation, regression and path analysis on several main physical characters relate with seed oil content in *Brassica napus* L. [J]. Seed,2012,31(3):77-81. (in Chinese)

(上接第 112 页)

[19] 邓伦秀,武曙红. 贵州引种的桉树木纤维特性及化学成分初报 [J]. 贵州林业科技,1997,25(2):48-51.

Deng L X,Wu S H. Preliminary study on fiber characteristics and chemical composition of *Eucalyptus* trees in Guizhou early introduction [J]. Guizhou Forestry Sicence and Technology,1997,25(2):48-51. (in Chinese)

[20] 姜笑梅,叶克林,吕建雄,等. 中国桉树和相思人工林木材性质与加工利用 [M]. 北京:科学出版社,2007.

Jiang X M,Ye K L,Lü J X,et al. Wood properties and processing of *Eucalyptus* and *Acacia* plantation in China [M]. Beijing:Sicence Press,2007. (in Chinese)

[21] 李淡清,刘金凤,张必福,等. 蓝桉、直干桉木材纤维长度在株内的变异 [J]. 云南林业科技,2000(2):8-12.

Li D Q,Liu J F,Zhang B F,et al. Variation of wood fiber length within trees of *Eucalyptus globulus* and *E. maidenii* [J]. Journal of Yunnan Forestry Science and Technology,2000(2):8-12. (in Chinese)

[22] 徐有明. 油松管胞形态特征的变异 [J]. 林业科学,1990,26(4):337-343.

Xu Y M. Variations in tracheid formal features of *Pinus tabulaeformis* CARR [J]. Scientia Silvae Sinicae,1990,26(4):337-343. (in Chinese)

[23] 郑 白,李琼初,黄锡泽. 桉树制浆造纸潜力及其材性变异分析 [J]. 广西林业科学,2002,31(4):181-185.

Zheng B,Li Q C,Huang X Z,et al. Analysis of *Eucalyptus* pulp potential and the variation of wood properties [J]. Guangxi Forestry Science,2002,31(4):181-185. (in Chinese)

[24] 陆钊华,徐建民,白嘉雨. 细叶桉和赤桉种源间材性变异研究 [J]. 林业科学研究,2000,13(4):370-376.

Lu Z H,Xu J M,Bai J Y. A study on wood property variation between *Eucalyptus tereticornis* and *E. camalduensis* [J]. Forest Research,2000,13(4):370-376. (in Chinese)