

## 百日草雄性不育杂交育种初探

李俊,王涛,张西西

(北京市园林科学研究所,北京 100102)

**摘要:**为了选育出矮型(株高20~40 cm)、大花(花径7~10 cm)、重瓣性佳、抗逆性强、生长健壮、整齐一致,尤其是适合北京园林景观应用的百日草F<sub>1</sub>代新品种,以收集到的 *Zinnia elegans* 种的资源为主要材料,开展百日草雄性不育系杂交育种工作。经过大田试验研究,结合北京夏季天气高温、高湿、连续降雨的特点,确定翌年大田百日草父本播种时间为5月中旬,母本播种时间为5月下旬;小植株地栽之前,增大田里基肥施用种类及力度,以使植株生长更加健壮,能有效提高植株本身对逆境的抵抗能力;获得一个有潜力的杂交组合,颜色遗传规律为红色雄性不育系母本与红色自交系父本杂交,得到红色杂交F<sub>1</sub>后代。通过将杂交F<sub>1</sub>后代与国内外其他F<sub>1</sub>代品种进行性状对比试验,发现其重瓣性好、颜色鲜艳、不褪色、生长健壮且有较好的抗逆能力,但株型松散、株高偏高,需进一步改良亲本,加大其纯化力度,尤其需进一步提高其抗逆性。另外,还需要对这对杂交组合连续多年进行杂交改良,确保其具有稳定的优良性状遗传能力。

**关键词:**百日草;雄性不育杂交育种;杂交组合;性状对比

中图分类号:S681.9

文献标志码:A

论文编号:2011-0334

### Short Communication about Male Sterile Hybridization Breeding in *Zinnia elegans*

Li Jun, Wang Tao, Zhang Xixi

(Beijing Institute of Landscape Architecture, Beijing 100102)

**Abstract:** For selecting new *Zinnia elegans* F<sub>1</sub> variety to prettify Beijing landscape, which has some characteristics, such as dwarf forms (height 20–40 cm), big flower (flower diameter 7–10 cm), good double petal, powerful stress resistance, robust development, uniformity and stability, the hybridization breeding research of *Zinnia* male sterile line was conducted by using the gathered source of *Z. elegans* species. After having done some field experiments, the factors of high temperature, high humidity and continuous rainfall in Beijing summer were also be considered, the sowing time of male parent and female parent was confirmed separately at the midmonth and latten-day of May in the second year, and before seedlings were planted for seedlings growing more robust, the base fertilizer kind and concentration need to be increased to resist adverse environment. Meanwhile, a potential cross combination was obtained, which had a red filial generation F<sub>1</sub> deriving from the cross of red male sterile line and red self-bred line. By means of character contrast test between a red filial generation F<sub>1</sub> and the other domestic and overseas F<sub>1</sub> varieties, it showed good double petal, bright flower color, no colour fading, developing healthy and strong, preferable resist-stress, on the other hand there were some weakness, such as loose plant type and higher stem length, so the parent need to be improved and purified, especially the increase of stress resistance. Moreover, the pair of cross combination would be optimization in order to insure the stable and fine heredity ability in later years.

**Key words:** *Zinnia elegans*; male sterile hybridization breeding; cross combination; character contrast

**基金项目:**北京市科技计划“搭建北京园林绿化植物优良品种创制平台”(Z09050601050901);北京市公园管理中心“新品种选育工程——三色堇、角堇、百日草、宿根鼠尾草选育研究”。

**第一作者简介:**李俊,女,1979年出生,山东莱芜人,工程师,博士研究生,主要从事花卉品种引进、栽培及育种研究。通信地址:100102北京市朝阳区花家地甲七号北京市园林科学研究所, Tel: 010-64738726, E-mail: lily.23@126.com。

**收稿日期:**2011-02-10, **修回日期:**2011-04-23。

## 0 引言

百日草为菊科百日草属一年生草本植物,是夏、秋两季花坛常用花卉,可用来布置花带、花境及花丛等园林景观,是城市美化绿化主栽品种之一,也是世界上广泛栽培的著名草花之一。

百日草早期的育种工作主要在欧洲进行,到了20世纪,美国的育种工作走在了世界前列<sup>[1]</sup>。此外,在印度和东部非洲的一些地方也进行了一些百日草的育种工作<sup>[2]</sup>。百日草为头状花序两性花,采用去雄杂交法制种,难度很大。1990年Cowen等<sup>[3]</sup>提出利用雄性不育的无舌状花百日草类型来识别杂种生产的不育株,通过雄性不育系(无花粉囊或无花粉粒)育种,是真正意义上的百日草杂种优势利用。百日草的雄性不育系没有花瓣,只有柱头和一些不能产生花粉的花丝<sup>[4]</sup>,这种特殊花器结构,十分利于开展大量的杂交授粉工作,有效促进了百日草育种、制种进程。中国百日草栽培始于20世纪20年代,主要从美国、日本引进;80年代后加大新品种引进力度;科学研究也多集中在引种和栽培技术方面,有性繁殖研究很少;对以种子为主要繁殖材料的植物,无疑增加了资金成本,而且缺乏品种的知识产权<sup>[5]</sup>,不利于中国百日草育种工作的开展。因此,积极开展百日草种质资源的收集工作,培育观赏性佳且具有自主知识产权的百日草新品种势在必行。

本研究在广泛收集百日草种质资源的基础之上,逐步开展百日草雄性不育系杂交育种工作。育种目标确定为选育矮型(株高20~40 cm)、大花(花径7~10 cm)、重瓣性佳、抗逆性强、生长健壮、整齐一致的百日草F<sub>1</sub>代新品种。初步选定8个材料作为亲本,从统计生长性状指标开始,逐步进行雄性不育系杂交试验,以确定可行性杂交组合,为日后逐步获得育种目标性状突出的百日草F<sub>1</sub>代新品种提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验时间、地点

研究田间试验于2009年在北京市园林科学研究所进行,室内试验在同上地点进行。

### 1.2 试验材料

选用符合育种目标性状的亲本进行杂交育种试验,其中雄性不育系红、黄2个品种,可作母本选育材料;常规自交系6个品种,分别为红色、黄色、玫红色、粉色、234.02混色、234.03鲜红色,可作父本选育材料。

选用6个国内外其他F<sub>1</sub>代百日草品种,即泛美公司的‘梦境’红色、‘热情’红色,龙洪公司的‘梦境’猩红色,国产‘追梦’猩红色、‘红旗’红色、‘红颜’红色,与本试验初选育出的杂交F<sub>1</sub>代进行生长性状对比试验。

## 1.3 试验方法

### 1.3.1 试验设计

(1)选育亲本。雄性不育系与自交系作为亲本选育材料,都要严格去杂去劣,可分3期进行,即苗期、定植期和花期。具备下列条件之一的即是杂株:①株型特殊,尤其是植株较高的;②花色、花型特殊;③叶色、叶型特殊。杂株需在开花授粉前除净。定植前,还需除掉雄性不育两用系中的可育株。为了及早定植,在未开花时,提早拔除可育株,依据花蕾外部形态特征识别不育株和可育株,不育株花蕾顶端尖,而可育株花蕾顶端平。另外,在栽培过程中,结合观测记录到的各生长、形态指标,选择适宜的亲本进行预杂交试验,以期获得最佳杂交组合。

(2)杂交试验。自交系(父本)在4月下旬播种,雄性不育系(母本)在5月上旬播种,选用200目穴盘,基质为草炭与蛭石(4:1)充分混匀。6月初将穴盘苗换至8 cm×8 cm塑料盆,基质为草炭与泥土等比例均匀混合。6月中旬地栽入大田,地栽之前施用磷酸二铵作基肥,开花前追施叶面复合肥一次。

杂交之前父母本均套袋,采用硫酸纸做隔离袋。父母本各定植一定数量,且父本至少是母本的2倍。花粉采集通常选择晴朗无风的天气,在9:00—14:00之间进行,此时花药容易开裂,是一天中小花集中散粉时期,为采集花粉的关键时期。花粉最好随采随用,可以使花粉保持足够的新鲜,提高授粉率。为了预防连续阴雨而无法采集到足够的花粉,可在冰箱中贮存一些花粉以备,但需要每天或者三五天之内更换成新粉。花粉采集用弹花方式,用培养皿盛接花粉,随采随授粉,或放置1~2 h再授粉。在光学显微镜下观察,百日草花粉呈球形,花粉较粘重,采后需稍微晾干,既利于授粉时花粉能够均匀散布在柱头上,又利于延长花粉的贮存寿命。授粉工具用自制小毛刷。

母本花外围开3~4轮,柱头成“γ”型时即可开始授粉。用毛刷粘取适量花粉,均匀涂抹在柱头上,隔日授粉,连续3~4次。授完粉立刻套隔离袋,挂标签,各杂交组合分别收种。授粉后,母本花下端开始膨大生长,柱头接受花粉后先端膨大;当柱头变褐色时退去隔离袋,以促进种子成熟;在花苞和柱头均变褐色时,可一起采收、晾干、收种。

(3)品种对比试验。以选育出的F<sub>1</sub>后代和国内外6个百日草F<sub>1</sub>代品种进行栽培对比试验。调查并统计发芽率、整齐度、株高、冠幅、花色、花茎、生育期等指标,以区分初步选育出的F<sub>1</sub>后代的性状特征与其他F<sub>1</sub>代品种的差异性,以作为评价杂交组合配合力高低的

标准。

1.3.2 统计分析 对原始数据进行标准化处理,利用SPSS软件对株高、冠幅、花茎各项指标进行方差分析,通过新复极差法进行差异的显著性测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 亲本选育结果

由表1得知,8份亲本材料的出芽率有很大差别,

其中以234.02、234.03为最低,均低于20%的数值,而红色雄性不育系和红色自交系分别达到66%和86%的最高值,其余均低于60%的发芽率。另外,所有穴盘苗的整齐度均不高,但红色雄性不育系、红色自交系、粉色自交系、玫红色自交系整齐度相对其余4份材料表现良好。整体来看,多数种子质量差,多年没有选育的连续种植,导致其品质下降、纯度降低。

表1 选育亲本生长性状调查表

品种	红色雄性不育系	黄色雄性不育系	红色自交系	粉色自交系	玫红色自交系	黄色自交系	234.02自交系	234.03自交系
出芽率/%	66	48	86	43	51	38	19	11
整齐度	++	+	++	++	++	+	+	+
抗病性	-	-	--	-	-	-	--	--
存活率/%	35	20	53	9	6	11	12	3
株型	松散	松散	紧凑	紧凑	紧凑	紧凑	紧凑	紧凑
株高/cm	95.3	91.0	28.7	25.0	18.0	21.5	22.2	24.0
冠幅/cm	72.0	79.0	32.0	30.0	25.0	16.2	24.8	27.0
茎基色	红	绿	红	红	红	绿	/	红
茎色	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿
花径/cm	/	/	9	7.6	8	7	6	5.7
花色	红	黄	红	粉	玫红	黄	混色	红
重瓣性	无瓣	无瓣	重瓣	重瓣	重瓣	重瓣	重瓣	重瓣
生育期/d	60~70	60~70	50~60	50~60	50~60	60~70	55~65	60~70

注:(1)+(整齐度低,20%),++(略微整齐,40%),+++ (基本整齐,60%),++++(整齐度高,80%),+++++(十分整齐,100%)。(2)-(抗病性极低,20%),--(抗病性差,40%),---(基本抗病,60%),----(抗病性良好,80%),----- (抗病性极高,100%)。下同。

在百日草亲本材料定植之前,发现雄性不育系的穴盘苗变异株数明显多于自交系,主要表现在子叶及第1、2对真叶出现缺痕、开裂等现象,甚至长出3或4片子叶及真叶,且整体长势差,子叶变黄速度快,甚至出现叶缘斑点及叶片枯死现象,说明雄性不育系抗逆性比自交系低、变异频率高。

栽培过程中,观察统计到雄性不育系植株较高、生长松散,平均高度高于90 cm,需要一定绑缚;而自交系植株低矮、紧凑,平均高度低于30 cm,进一步说明低矮的自交系保证了杂交后代植株的矮生性。6份材料中,以红色自交系花径最大,达到9 cm,其余自交系花径数值处于5~8 cm,选用大花自交系作亲本利于获得大花杂交后代。另外,花色与植株茎基部颜色有相关性,红色系列花的茎基部也多为红色,利于未开花时提前判断花色。

由表1得知,除红色自交系、234.02、234.03之外,其余5份材料的抗病性表现都很差。最终存活率也以红色自交系为最高,达到53%,其次为红色雄性不育系

(35%);其余材料都不高于20%。由于存活植株太少,只能用来进行自交授粉,以保存种质资源,不能用来作为杂交试验的材料。百日草极易得病,缘于材料本身的抗逆性差,再加上北京夏季高温、高湿、连续多雨的天气特点,不利于大田杂交育种工作开展,且多数亲本没有存活下来,只有红色雄性不育系与红色自交系存活下少量植株,保证了雄性不育系杂交育种的继续进行。

从以上各生长指标综合筛选,可判断将红色雄性不育系作为母本、红色自交系作为父本,进行预杂交试验,有得到具有育种目标性状F<sub>1</sub>代新品种的可能性。

### 2.2 杂交试验

选育红色雄性不育系作母本、红色自交系作父本,进行杂交试验。两个亲本杂交后得到红色杂交F<sub>1</sub>后代。结籽率极低,极可能与天气因素有关,持续降雨导致不能给母本连续授粉,错过最佳授粉时期,严重影响了植株授粉受精的顺利进行,不能有效结籽,导致产量极低。另外,根据柱头发育特点,把握合理的授粉时

机,也是成功授粉受精的关键所在。所以,结合北京夏季高温、高湿、连续降雨的气候特点,亲本的播种期均延后15天左右,将盛花期、杂交授粉时间与雨期错开,有利于杂交授粉率的提高。百日草种子一般在授粉后1个月左右时间内成熟,成熟的标准为柱头和总苞都变褐色,种子应随熟随采,采后用剪刀剪掉多余的冠毛,只留下1 mm左右长度即可。在阴凉通风处阴干。

### 2.3 品种对比试验

将培育出的红色杂交 $F_1$ 后代与‘梦境’红、‘热情’红、‘梦境’猩红、‘追梦’猩红、‘红旗’红、‘红颜’红6个 $F_1$ 代品种进行性状对比试验。由表2得知,杂交 $F_1$ 后代与其他 $F_1$ 代品种相比,表现出一些相同的外部性状特征,如大花、重瓣性、花色与茎基色均为红色,说明花色跟茎基色有一定相关性,利于在未开花之前辨别花色。但出芽率、整齐度、抗病性、株高等指标,因品种不同而有差异。与其他品种相比,杂交 $F_1$ 后代与‘红旗’红、‘追梦’猩红的花比较大,花径接近8 cm及以上,属

于大花类型,但‘红旗’红植株高低不均、整齐度表现最差,且‘追梦’猩红和‘梦境’猩红的抗逆性同属于最差一类。试验中所比较各品种花色均为红色,颜色稍有偏差,但选育标准以颜色鲜艳、不褪色为佳,杂交 $F_1$ 后代花色纯正,后期也表现良好,而‘红颜’红褪色严重,后期会逐渐褪为橘黄色。另外,各品种花型均具有良好的重瓣性,但‘梦境’红、‘梦境’猩红瓣型稍显凌乱,‘红颜’红重瓣性不够高,而‘追梦’猩红、杂交 $F_1$ 后代、‘热情’红瓣型表现最佳。

为了验证通过分析表2中数据得出的结论,对7个不同 $F_1$ 代品种的株高、冠幅和花茎各项指标进行了方差分析。由表3得知,均达到显著性差异水平。进一步对株高的均值进行多重比较分析,结果表明(表4),在0.05水平上杂交 $F_1$ 后代与其余6个品种均表现显著差异,在0.01水平上,杂交 $F_1$ 后代与其余6个品种也表现差异极显著,且杂交 $F_1$ 后代株高均值为42.4 cm,比最矮品种‘热情’红株高均值高18.2 cm,进一步表明了

表2 不同 $F_1$ 代品种生长性状调查表

品种	杂交 $F_1$ 后代	‘梦境’红	‘热情’红	‘梦境’猩红	‘追梦’猩红	‘红旗’红	‘红颜’红
出芽率/%	81	91	76	83	79	75	82
整齐度	++	+++	+++	++	++	+	++++
抗逆性	---	---	---	-	-	--	----
株型	松散	不紧凑	紧凑	不紧凑	不紧凑	不紧凑	紧凑
株高/cm	42.4	30.1	24.2	29.7	29.1	36.8	25.3
冠幅/cm	30.1	24.7	20.2	30.5	27.3	28.0	26.7
茎基色	红	红	红	红	红	红	红
茎色	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿
花径/cm	7.9	7.3	6.2	7.6	7.9	8.8	6.9
花色	红	猩红	深红	猩红	猩红	红	红
重瓣性	重瓣	重瓣	重瓣	重瓣	重瓣	重瓣	半重瓣
生育期/d	55~65	50~60	50~60	50~60	50~60	55~65	55~65

表3 不同 $F_1$ 代品种株高、冠幅、花茎的方差分析表

变异来源	自由度 $df$	平方和 $SS$	方差 $MS$	$F_A$
品种间(株高)	6	5256.193	876.032	36.177**
品种间(冠幅)	6	1192.203	198.701	11.048*
品种间(花茎)	6	80.487	13.415	10.024**
品种内(株高)	108	2615.229	24.215	
品种内(冠幅)	107	1924.413	17.985	
品种内(花茎)	170	227.507	1.338	
总变异(株高)	114	7871.422		
总变异(冠幅)	113	3116.616		
总变异(花茎)	170	307.994		

表4 不同F<sub>1</sub>代品种株高差异显著性比较表

品种	平均数/cm	显著性差异(0.05)	显著性差异(0.01)
‘热情’红	24.2	a	A
‘红颜’红	25.3	a	AB
‘追梦’猩红	29.1	b	B
‘梦境’猩红	29.7	b	B
‘梦境’红	30.1	b	B
‘红旗’红	36.8	c	C
杂交F <sub>1</sub> 后代	42.4	d	D

杂交F<sub>1</sub>后代属于一个偏高品种。

对冠幅的均值通过新复极差法进行差异的显著性测定。结果表明(表5),杂交F<sub>1</sub>后代与‘追梦’猩红、‘红旗’红、‘梦境’猩红在0.05水平上无显著差异,但与其他3个品种表现出差异显著性。而在0.01水平上,进一步显示出与‘红颜’红无显著差异,而与‘热情’红、‘梦境’红表现出差异极显著。尽管与‘热情’红、‘梦境’红之外的4个品种差异不显著,但杂交F<sub>1</sub>后代和‘梦境’猩红的冠幅均值都大于30 cm,比其他3个品种表现了明显的覆盖地面优势,单位面积里可以种植更少的植株数,有效地降低了种植成本。

表5 不同F<sub>1</sub>代品种冠幅差异显著性比较表

品种	平均数/cm	显著性差异(0.05)	显著性差异(0.01)
‘热情’红	20.2	a	A
‘梦境’红	24.7	b	B
‘红颜’红	26.7	b	BC
‘追梦’猩红	27.3	b c	BC
‘红旗’红	28.0	b c	BC
杂交F <sub>1</sub> 后代	30.1	c	C
‘梦境’猩红	30.5	c	C

由表6可知,对花茎均值的多重比较分析的结果,杂交F<sub>1</sub>后代与‘热情’红、‘红颜’红、‘红旗’红在0.05水平上表现显著性差异,但与其他3个品种差异不显著。在0.01水平上,杂交F<sub>1</sub>后代与‘热情’红、‘红颜’红、‘红旗’红差异极显著,而与其他3个品种差异不显著,但杂交F<sub>1</sub>后代和‘追梦’猩红花茎均值相同,均为7.9 cm,是4个品种均值中最大值;且与花茎均值为8.8 cm的‘红颜’红差异不显著,说明这3个品种均属大花类型。

由以上统计结果分析表明,杂交F<sub>1</sub>后代与其他百日草F<sub>1</sub>代品种相比,表现出良好的出芽率、花色、花型、重瓣性及抗逆性等特点,也进一步证实了杂交组合具备培育优良新品种的潜力。

表6 不同F<sub>1</sub>代品种花茎差异显著性比较表

品种	平均数/cm	显著性差异(0.05)	显著性差异(0.01)
‘热情’红	6.2	a	A
‘红颜’红	6.9	b	AB
‘梦境’红	7.3	b c	BC
‘梦境’猩红	7.6	b c	BC
杂交F <sub>1</sub> 后代	7.9	c	CD
‘追梦’猩红	7.9	c	CD
‘红旗’红	8.8	d	D

## 2.4 红色杂交F<sub>1</sub>后代性状表现

杂交F<sub>1</sub>后代(图1)重瓣性好,颜色鲜艳,不褪色,花径8~10 cm,生育期55~65天,生长健壮,对病害、干旱等逆境抵抗能力比其亲本有所提高。但株高均值达到42.4 cm,已不属于矮型品种,且整齐度不佳、株型较松散,需要进一步提纯亲本,优化杂交组合。

图1 红色杂交F<sub>1</sub>后代

## 3 结论

(1)延后播种时间。在北京地区种植,调整父本播种时间为5月中旬,母本播种时间为5月下旬,将盛花期、杂交授粉时间与雨期错开,并在授粉时期加罩防雨薄膜,保证授粉工作进行顺利。

(2)加强亲本选育。增大播种数量,加强苗期、生长期亲本选育力度。剔除花型、花色、株高特异,尤其抗病力差的植株,为获得优良亲本奠定基础。

(3)实现预期育种目标。初步得到一个重瓣性佳、大花色艳、不褪色、生长健壮、抗逆性强的杂交F<sub>1</sub>后代;但株高偏高,属于中高型品种,且株型较松散,需要进一步提纯亲本,优化杂交组合。另外,还需要多次杂交试验,以确定其优良性状的遗传稳定性。

## 4 讨论

### 4.1 进一步提纯亲本

百日草品种间极易天然杂交,品种间要采取严格隔离措施,而且长时间不加选择的连续种植,导致品种退化,尤其自交系应加大选育力度,剔除花型、花色、株高特异的植株,选育花色、花型一致,株型紧凑、整齐度

好的群体保留亲本资源。徐海霞<sup>[5]</sup>从百日草常规品系自交后代中分离出了雄性不育系,进而也表明了自交系需要多代稳定选择才能纯化。另外,本试验中雄性不育系在苗期除了子叶、真叶变异频率比较高之外,可育株与不育株数量不符合 1:1 的比例,需要进一步提纯母本,加大雄性不育系中可育株的选择强度。同时,缩短亲本的生育期,利于培育出提早开花的杂交 F<sub>1</sub> 后代。

#### 4.2 增加亲本种质资源获得途径

百日草新品种的不断获得必须有丰富的亲本资源作基础,但目前亲本种质资源数量稀少,尤其作为母本的材料种类和数量更是稀缺。增加亲本种质资源的获得途径,是解决问题的关键所在。目前已有文献报道将鸡冠花<sup>[6]</sup>、矮斗菜<sup>[7]</sup>、马齿苋<sup>[8]</sup>、凤仙花<sup>[9]</sup>等通过离子注入干种子、辐射诱变等育种手段,获得了种子的萌发速率、发芽率、致死率等相关生物学效应的研究进展,并且部分材料经过处理突变出新品种,成果显著<sup>[10-13]</sup>。作为重要的靠种子繁殖的草本花卉,百日草种质资源的不断获得,将以前人研究基础为参考依据,通过离子注入、辐射育种、化学诱变、航天搭载等多种途径,处理亲本种子,提高突变机率,获得更多亲本资源,以改进其花色、花型、株高等生长性状,为培育更多百日草 F<sub>1</sub> 代新品种奠定良好基础。

#### 4.3 培育抗病性强新品种

百日草是一个不抗病的种,非常容易感染由交链孢属真菌和黄单孢杆菌引起的叶片坏死斑点病和白粉病,以及黑斑病、花叶病等病症<sup>[14]</sup>。在栽培过程中,通常坚持“预防为主,综合防治”的原则。播种前对种子进行杀菌处理、土壤消毒,生长期加大空气流通速度和进行土壤温湿度的调控等,以破坏发病条件、降低发病机率,但都不能从根本上解决问题。只有通过有效途径,改善并提高亲本的抗逆性,才有利于培育抗病性更强的新品种,从本质上改变不抗病的现状。

#### 4.4 扩大种质资源收集范围

百日草属植物起源于南北美洲大陆,有 17 个种,大多是 1 年生或多年生草本植物或低矮小灌木<sup>[1]</sup>。迄今为止,只有 2~3 个种得到了园艺化应用。今后对其他种的开发利用或者在已经得到应用的种中引入其他有应用价值的基因会极大的丰富百日草属植物的基因库,使园艺栽培用百日草品种呈现出更丰富的多样性。

#### 4.5 有机无机配合施肥

为了达到更好的观赏效果,通常百日草在种植过程中需要施入颗粒控释肥以增加营养成分改善苗期、

花期的生长状态,但施肥种类比较单一。有研究表明,在同等施肥情况下,有机肥不但在增加土壤有机营养,改善土壤有机质质量等方面具有极其显著的作用,而且随着年限的增长,在增加土壤速效养分方面,有机肥的效果也逐渐超过无机肥<sup>[15]</sup>。另外,傅锦涛<sup>[16]</sup>也有研究表明,有机无机配施不管在增产增收还是在改良土壤、培肥地力上均有明显优势。所以,为了能进一步提高植株抗性能力,地栽之前,除在大田中施用磷酸二铵作基肥外,配合控释肥,增加施用有机肥,以进一步增强植株长势,从而提高植株本身抵抗病害、干旱等逆境的能力,也提高结籽率。

#### 参考文献

- [1] 刘彤,徐海霞,蒋文伟,等.百日草的种质资源及育种简史[A].见:陈俊愉.中国花卉(1)首届中国花卉种苗(球)繁育推广研讨会论文集[C].北京:中国农业出版社,2000:29-35.
- [2] Metcalf H N, Sharma J N. Germplasm resources of the genus *Zinnia* L.[J]. *Economic Botany*,1971,25(2):169-181.
- [3] Cowen R K, Ewart L C. Inheritance of a male sterile apetalous inflorescence in *Zinnia elegans*[J].*Acta Horticulture*,1990(272):37-40.
- [4] 叶要妹,张俊卫,齐迎春,等.百日草柱头可授性和花粉生活力的研究[J].*中国农业科学*,2007,40(10):2376-2381.
- [5] 徐海霞,刘彤,刘霞.百日草雄性不育系的选育及研究[J].*安徽农学通报*,2007,13(9):51-52.
- [6] 王丹,任少雄,李卫锋,等.电子束和离子注入处理鸡冠花种子对植株生长发育的影响[J].*辐射研究与辐射工艺学报*,2006(3):364-367.
- [7] 朱蕊蕊,杨姗姗,王宇钢,等.H 离子注入矮斗菜干种子对萌发率的影响[J].*北方园艺*,2009(10):88-90.
- [8] 代西梅,黄群策,黄延伟.低能氮离子束注入马齿苋的生物学效应[J].*中国农学通报*,2005,21(1):29-31.
- [9] 孙永健,孙宁,张乃楠,等.低能离子注入凤仙花后 DNA 变异的 RAPD 分析[J].*天津农学院学报*,2009,16(1):21-24.
- [10] 高健,卢惠萍.花卉辐射诱变育种研究进展[J].*安徽农业大学学报*,2000,27(3):228-230.
- [11] 温贤芳,张龙,戴维序,等.天地结合开展我国空间诱变育种研究[J].*核农学报*,2004,18(4):241-246.
- [12] 杨再强,王立新,谢以萍.我国观赏植物辐射诱变育种研究进展[J].*现代园艺*,2006(1):9-11.
- [13] 马爽,李文建,周利斌.观赏植物诱变育种的研究现状和展望[J].*核农学报*,2007,21(4):378-382.
- [14] 龚衍熙,陈少萍.百日草花期控制与病虫害防治[J].*中国花卉园艺*,2008(6):22-24.
- [15] 唐继伟,林治安,许建新,等.有机肥与无机肥在提高土壤肥力中的作用[J].*中国土壤与肥料*,2006(3):44-47.
- [16] 傅锦涛.有机无机肥配施对空心菜产量及土壤肥力影响[J].*安徽农学通报*,2009,15(1):65-66.