

# 离子注入诱变鸡冠花 M1 代形态变异的研究

何志美, 郭军战, 包振华, 胡丽娟, 吕婧娴

(西北农林科技大学 林学院 陕西 杨陵 712100)

**摘要:** 对经离子注入处理后的 3 个品种的变异鸡冠花 M1 代的生长发育和形态变异进行了研究。结果表明: JTM 变异的生长发育期比原品种有提早趋势, 花冠变紧凑, 株高、冠幅、叶形指数和分枝上也有显著变异; YH 变异的真叶初始期、出苗期略比原品种早, 而抽冠、初花和盛花比原品种晚, 花色由鲜红变为深红, 株高、冠幅、叶形指数、叶片数、分枝、主花穗长上也有显著变异; ZTH 变异的生长发育期与原品种相比略提早, 花型变为圆头状, 花色有变异为黄色的, 株高、分枝和主花穗长上有显著变异; 变异均结种子, 且有很高的观赏价值。

**关键词:** 鸡冠花; 离子注入; 形态变异

**中图分类号:** S 681.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)10-0155-04

鸡冠花(*Celosia cristata* L.)为苋科(Amaranthaceae)青箱属(*Celosia*)1 a 生草本花卉, 又名巴西茄、红鸡冠、鸡冠苋等。鸡冠花不仅有很高的观赏价值, 同时还具有重要药用价值, 是我国重要的花卉种类之一。但我国栽培品种较为单调, 茎秆高, 花色暗淡, 花形杂, 退化严重。育种方法主要是通过杂交进行新品种的选育, 育种研究主要以食用、药用鸡冠花品种选育为目标, 专门以观赏性为主的鸡冠花新品种选育的报道极少。离子注入为当前植物诱变育种的主要手段<sup>[12]</sup>。近些年来已经在生物品种改良的研究上取得了许多进展<sup>[38]</sup>。目前, 鸡冠花上已有电子束和离子注入处理鸡冠花种子对当代(M0)植株生长发育影响的初步研究<sup>[9]</sup>。但有关离子注入法对鸡冠花 M1 代的形态特征等性状的影响则未见报道。该研究通过采集变异鸡冠花的种子, 研究离子注入对鸡冠花 M1 代形态特征的影响, 以期为进一步的鸡冠花诱变育种提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

一组为中秆头状黄色鸡冠花(CK3)、巨型头状玫红色鸡冠花(CK1)、焰火头状红色鸡冠花(CK2)经离子注入处理后的干种子(离子注入处理由北京师范大学提供), 另一组为未经任何处理的 3 个品种的干种子。2008

年春天种植于西北农林科技大学实验苗圃内, 11 月采收种子, 从中秆头状黄色鸡冠花 M0 代中采集到 3 株花型变异明显的植株(ZTH-00、ZTH-13、ZTH-14); 巨型头状玫红色鸡冠花 M0 代中采集到 5 株花朵紧凑度变异明显的植株(JTM-01、JTM-02、JTM-05、JTM-06、JTM-07); 焰火头状红色鸡冠花 M0 代中采集到 7 株花色变异明显的植株(YH-03、YH-04、YH-08、YH-09、YH-10、YH-11、YH-12), 分别单株采收, 并晾干后储藏。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 种植方法** 试验于 2009 年 4 月 19 日在西北农林科技大学实验苗圃内进行, 将上年采集的变异鸡冠花的种子(共 15 种)与对照(共 3 种)分别设 3 个重复, 每重复 12 株, 按随机分布方式栽植大田内, 常规进行施肥、喷水和田间管理, 不摘心, 不抹芽。

**1.2.2 生育期的观测** 观察记录各变异与其对照 M1 代的生育进程: 种子开始“露白”为发芽期; 植株 50%出现第 1 片真叶时定为真叶初始期; 50%的幼苗长出 8 片真叶时为苗期; 50%的植株形成冠状花序为抽冠期; 25%的植株开花为始花期; 50%的植株开花为盛花期。

**1.2.3 性状观测** 在生长期基本稳定后, 目测鸡冠花 M1 代的花型、花色、花朵紧凑状况、叶色等性状指标; 运用游标卡尺实测鸡冠花 M1 代的株高、冠幅(全株最大展开处的直径)、主茎粗、叶形指数(叶长/叶宽)、叶片数、分枝数、主花穗长(花头横长)等 11 个性状指标, 调查数据采用 Microsoft Excel 和 SAS 软件统计分析各种变异 M1 代的变异情况。

## 2 结果与分析

### 2.1 鸡冠花 M1 代生育期的变异情况

在生长发育过程中, 对经离子注入处理的鸡冠花

第一作者简介: 何志美(1984), 女, 在读硕士, 研究方向为园林植物遗传育种及其应用。E-mail: hezhq85108@163.com.

通讯作者: 郭军战(1963), 男, 陕西渭南人, 副教授, 硕士生导师, 现主要从事林木遗传育种研究工作。E-mail: guojunzhan@163.com.

基金项目: 陕西省苗木繁育中心资助项目(14220304)。

收稿日期: 2010-01-29

M1 代的生育期进行了观测,从表 1 中可知,巨型头状玫红色鸡冠花中 JTM-02、JTM-07 比原品种真叶初始期提早 1 d;5 种变异的出苗期也提早 1 d;抽冠期最早的是 JTM-01,比原品种早 8 d,其次是 JTM-06,提早 5 d,而最晚的是 JTM-05,比原品种晚 1 d;初花期、盛花期最早的都是 JTM-01 比原品种早 7 d,JTM-06 的初花提早 6 d,盛花早 4 d,JTM-02、JTM-07 的初花提早 1 d,最晚的是 JTM-05,初花推后 1 d,盛花推后 2 d;说明巨型头状玫红色变异鸡冠花 M1 代的生长发育期比原品种大多有提前趋势,只有 JTM-05 略有推后。

表 1 鸡冠花 M1 代生育期的观测							月/日
品种	播种期	发芽期	真叶初 始期	出苗期	抽冠期	初花期	盛花期
CK1	04-19	04-21	04-29	05-28	06-22	07-05	07-08
JTM-01	04-19	04-21	04-29	05-27	06-14	06-28	07-01
JTM-02	04-19	04-21	04-28	05-27	06-21	07-04	07-08
JTM-05	04-19	04-21	04-29	05-27	06-23	07-06	07-10
JTM-06	04-19	04-21	04-29	05-27	06-17	06-29	07-04
JTM-07	04-19	04-21	04-28	05-27	06-21	07-04	07-08
CK2	04-19	04-21	04-30	05-29	06-16	06-30	07-05
YH-03	04-19	04-21	04-29	05-31	06-25	07-10	07-15
YH-04	04-19	04-21	04-28	05-28	06-16	06-29	07-04
YH-08	04-19	04-21	04-28	05-28	06-20	07-04	07-09
YH-09	04-19	04-21	04-29	05-29	06-22	07-07	07-12
YH-10	04-19	04-21	04-28	05-28	06-16	06-29	07-04
YH-11	04-19	04-21	04-29	05-29	06-22	07-07	07-12
YH-12	04-19	04-21	04-28	05-28	06-20	07-04	07-09
CK3	04-19	04-22	04-29	05-30	06-24	07-05	07-11
ZTH-00	04-19	04-21	04-28	05-28	06-20	07-02	07-07
ZTH-13	04-19	04-21	04-28	05-29	06-21	07-04	07-08
ZTH-14	04-19	04-21	04-28	05-29	06-21	07-04	07-09

注 JTM 代表巨型头状玫红色鸡冠花变异的一系列 YH 代表焰火头状红色鸡冠花的变异系列;ZTH 代表中秆头状黄色鸡冠花变异的一系列。

焰火头状红色鸡冠花中 YH-04、YH-08、YH-10、YH-12 真叶初始期为 4 月 28 日,比原品种早 2 d,YH-03、YH-09、YH-11 比原品种早 1 d;出苗期 YH-04、YH-08、YH-10、YH-12,比原品种早 1 d,YH-03 比原品种晚 2 d;抽冠期 YH-08、YH-12 比原品种晚 4 d,YH-09、YH-11 晚 6 d,YH-03 晚 9 d;始花期和盛花期最早的都是 YH-04、YH-10,比原品种早 1 d,YH-08、YH-12 比原品种晚 4 d,YH-09、YH-11 晚 7 d,最晚的是 YH-03,晚了 10 d;说明焰火头状红色变异鸡冠花 M1 代的生长发育期与原品种相比有变化,真叶初始期、出苗期略比原品种早,而抽冠、初花和盛花比原品种晚,差异明显。

中秆头状黄色鸡冠花中 3 种变异的发芽期和真叶初始期比原品种提早 1 d;ZTH-00 的出苗期比原品种早 2 d,ZTH-13、ZTH-14 提早 1 d;抽冠期最早的是 ZTH-00,比原品种早 4 d,其次是 ZTH-13、ZTH-14,提早 3 d;初花期 ZTH-00 比原品种早 3 d,ZTH-13、ZTH-14 早 1 d;盛花期最早的都是 ZTH-00,比原品种早 4 d,ZTH-

13 早 3 d,ZTH-14 的早 2 d。说明中秆头状黄色变异鸡冠花 M1 代的生长发育期与原品种相比略有提早趋势。

2.2 鸡冠花 M1 代主要性状的变异情况。

巨型头状玫红色鸡冠花原品种的叶片为紫红色,花序呈倒圆锥形、四环叠皱松散,冠色玫红色(图 1)。表 2 显示,5 种变异 M1 代的部分性状出现显著变异。其中,变异 M1 代的花型、花色无变化;花冠紧凑状况变为紧凑型(图 2);M1 代的平均叶片数、主茎粗和主花穗长与对照相比无显著差异,但变异的叶片数有增多的趋势;植株在株高、冠幅和分枝能力上均高于对照,如 JTM-01 和 JTM-05 比原品种分别增高了 133.55%、107.40%,且差异极显著,JTM-02 比原品种增高 52.06%,且差异显著,JTM-01、JTM-05 分别比原品种增宽 27.58%、44.82%,差异为显著和极显著;JTM-01 的分枝能力最强,比原品种增强 354.25%,差异极显著,这表明变异的 M1 代比原品种的生长势强,生长过程中所积累的营养成分也会比原品种增多;M1 代的叶形指数出现了明显的两端分化趋势,如 JTM-05 比对照的叶形指数增大 10.62%,差异显著,JTM-02 比对照的叶形指数减小 4.42%,差异不显著。试验结果说明巨型头状玫红色鸡冠花变异 M1 代在花冠紧凑状况、株高、冠幅、叶形指数和分枝数等形态性状上发生了变异。

焰火头状红色鸡冠花原品种的叶片为绿色,花序呈倒圆锥形、四环叠皱紧凑,冠色鲜红色(图 3)。7 种变异的 M1 代中部分性状出现显著变异。其中,花型、花冠紧凑状况无变化;花色变为深红色(图 4);植株的平均主茎粗与对照相比无显著差异,但有增粗的趋势。表明植株的生长势较强,植株健壮度高;M1 代在株高、冠幅、和主花穗长上有两端分化的趋势,如株高上 YH-03、YH-12 比原品种变矮 48.42%、29.57%,且差异为极显著和显著,YH-10 比原品种增高 26.35%,差异不显著,冠幅上 YH-08 比原品种增宽 28.86%,差异显著,YH-03 比原品种变窄 8.91%,差异不显著,主花穗长上 YH-04 比原品种增长 23.73%,差异极显著;M1 代在叶形指数、叶片数和分枝数上都有明显增长,如 YH-08、YH-10、YH-11 在叶形指数上分别比原品种高 21.69%、19.05%、12.70%,差异极显著,YH-12 比原品种高 11.11%,差异显著,YH-11、YH-12 比原品种的叶片数多 20.17%、16.11%,差异性为极显著和显著,特别是在分枝数上 YH-04、YH-08、YH-09、YH-10 和 YH-12 分别比原品种高 172.67%、239.33%、236.67%、350%、170.33%,差异极显著,YH-11 比原品种高 110.33%,差异显著。试验结果表明焰火头状红色鸡冠花变异的 M1 代花色、株高、冠幅、叶形指数、叶片数、分枝数、主花穗长等形态指标

上发生了明显变异。

中秆头状黄色鸡冠花原品种的叶片为绿色, 花序呈倒圆锥形、四环叠皱紧凑, 冠色黄绿色(见图 5)。3 种变异 M1 代中部分性状出现显著变异。其中, 花冠紧凑状况无变化; 花型变异为圆头状, 花色 1 种变异为黄色(见图 6); M1 代的平均冠幅、主茎粗、叶形指数和叶片数与对照相比无显著差异; 植株在株高和主花穗长上呈下降趋势, 有 ZTH-00、ZTH-13、ZTH-14 分别比原品种变矮 47.09%、51.38%、47.74%, 三者差异极显著; 主花穗长

ZTH-00、ZTH-13、ZTH-14 分别比原品种变小 44.45%、34.16%、29.22%, 三者差异极显著, 但原品种的花冠有开裂现象, 且严重(见图 7), 变异均无开裂现象; M1 代在分枝数上增多的趋势明显, ZTH-00 增多 755.64%, 且差异极显著。试验结果表明, 中秆头状黄色鸡冠花的变异 M1 代在花型、花色、株高、分枝数和主花穗等形态性状上发生了明显变异。

3 种鸡冠花变异 M1 代中有观赏价值高, 应用评价高, 群体较稳定的变异存在, 表现较高的选育潜力。

表 2 鸡冠花 M1 代形态性状的统计										
品种	花型	花色	花冠紧凑状况冠幅	株高/cm	冠幅/cm	主茎粗/cm	叶形指数	叶片数/个	分枝数/个	主花穗长/cm
CK1	头状	斑红色	松散	29.33	37.17	2.00	2.26	41.67	4.00	16.63
JTM-01	头状	斑红色	紧凑	68.50 **	47.42 *	1.92	2.41	43.84	18.17 **	15.45
JTM-02	头状	斑红色	紧凑	44.60 *	45.25	2.12	2.16	49.00	6.60	14.55
JTM-05	头状	斑红色	紧凑	60.83 **	53.83 **	1.99	2.5 *	46.17	5.67	15.13
JTM-06	头状	斑红色	紧凑	28.33	37.94	2.10	2.17	44.11	5.22	16.65
JTM-07	头状	斑红色	紧凑	40.73	43.77	1.87	2.35	41.36	5.60	16.48
CK2	头状	鲜红色	紧凑	47.17	41.17	1.76	1.89	49.67	1.25	13.95
YH-03	头状	深红色	紧凑	24.33 **	37.50	1.89	1.84	53.33	3.00	14.36
YH-04	头状	深红色	紧凑	40.45	41.09	1.70	1.97	57.00	8.18 **	17.26 **
YH-08	头状	深红色	紧凑	41.36	53.05 *	2.22	2.30 **	53.55	10.18 **	13.82
YH-09	头状	深红色	紧凑	40.70	41.70	2.11	1.97	55.70	10.1 **	13.78
YH-10	头状	深红色	紧凑	59.60	46.80	1.85	2.25 **	54.55	13.50 **	12.66
YH-11	头状	深红色	紧凑	50.85	45.38	2.23	2.13 **	59.69 **	6.31 *	15.94
YH-12	头状	深红色	紧凑	33.22 *	39.11	2.27	2.10 *	57.67 *	8.11 **	13.13
CK3	扁头状	黄绿色	紧凑	60.33	46.83	2.25	2.19	55.67	1.33	23.51
ZTH-00	扁头状	黄绿色	紧凑	31.92 **	38.00	1.66	2.36	55.00	11.38 **	13.06 **
ZTH-13	圆头状	黄色	紧凑	29.33 **	39.00	2.15	2.14	56.36	1.00	15.48 **
ZTH-14	圆头状	黄绿色	紧凑	31.53 **	41.17	2.31	2.11	56.55	1.18	16.64 **

注 “\*”表示差异显著, “\*\*”表示差异极显著。



图1 巨型头状玫红色鸡冠花



图2 JTM-06



图3 焰火头状红色鸡冠花



图4 YH-04



图5 中秆头状黄色鸡冠花



图6 ZTH-13



图7 中秆头状黄色鸡冠花(开裂)

3 结论与讨论

目前离子注入技术应用于水稻、小麦、玉米、棉花、蔬菜、瓜果等作物上已初见成效, 获得了常规辐照处理难以产生的罕见变异, 且其变异幅度大, 频率高, 良性变

异多, 后代稳定快<sup>[14 17]</sup>。花卉上也有报道, 花卉干种子经离子注入处理后, 植株后代会出现花色、抗逆性、性状、花期等变异<sup>[14]</sup>, 鸡冠花上有矮生鸡冠花干种子经处理后, 出现植株变矮, 叶片数减少等现象, 且出现观赏价

值极高的 2 株“金丝”花突变,但不结种子<sup>[9]</sup>;另外有张西西<sup>[15]</sup>报道的‘中山 1 号’鸡冠花经离子注入处理后花型由原来的头状转变为刷头状,反向变异。该试验结果表明,巨型头状玫红色鸡冠花的 M1 代 5 种变异在花冠紧凑状况、株高、冠幅、叶形指数和分枝数等性状上发生不同程度变异;焰火头状红色鸡冠花 M1 代的 7 种变异在花色、株高、冠幅、叶形指数、叶片数、分枝数、主花穗长等性状上发生不同程度变异;中秆头状黄色鸡冠花 M1 代的 3 种变异在花型、花色、株高、分枝数和主花穗等性状上发生不同程度变异,且变异系列为正向变异,结种子,均存在观赏价值较高的变异。但有关鸡冠花离子注入处理后生长发育特征的变异研究未见报道。试验结果表明,巨型头状玫红色变异鸡冠花 M1 代的生长发育期比原品种大多有提前趋势;焰火头状红色变异鸡冠花 M1 代的生长发育期与原品种相比,真叶初始期、出苗期略比原品种早,而抽冠、初花和盛花比原品种晚,差异明显;中秆头状黄色变异鸡冠花 M1 代的生长发育期与原品种相比略有提早趋势。这些变异的原因可能与鸡冠花品种间的抗逆性有关,在离子注入干种子后,各品种的种子对注入的离子有不同的接受能力;还有可能与品种内种子单粒的生长发育状况有关。

#### 参考文献

- [1] 林祖军,孙纪霞,祚福惠等.电子束在花卉诱变育种上的应用[J].核农学报 2002 16(6):351-354.
- [2] 梁前进,胡玉连,张根发.拟南芥氮、碳离子注入诱变效应分析[J].生

物物理学报 2002, 18(2):251-255.

- [3] 江泽慧,彭镇华.离子束应用于生物品种改良的研究进展[J].安徽农业大学学报,1994,21(3):295-298.
- [4] 王彩莲,慎枚,陈秋方等.氮离子注入对水稻诱变效应的初步研究[J].核农学报 1995 9(1):13-19.
- [5] 余增亮.离子注入与生命科学[J].生物物理学报 1997, 26(6):333.
- [6] 常凤启,刘选明,李银心等.低能 N<sup>+</sup> 辐照拟南芥诱导基因组 DNA 碱基变异分析[J].中国科学: C 辑 2003 33(2):117.
- [7] 肖尊安,武菊英,孙振元.低能碳离子注入野牛草种子的变异分析[J].北京师范大学学报(自然科学版),2004 40(4):518-523.
- [8] 石小明,李珂,聂艳丽等.低能 N<sup>+</sup> 注入与 γ 辐射拟南芥生物学效应的生化遗传分析[J].北京师范大学学报(自然科学版),2005, 41(2):185-189.
- [9] 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当代(M<sub>0</sub>)植株生长发育影响的初步研究[J].辐射研究与辐射工艺学报 2006, 24(3):188-192.
- [10] 王松丽,王红艳,黄群策.离子束生物技术在水稻遗传改良中的应用[J].中国农学通报,2004, 20(1):32-34.
- [11] 曾宪贤,王燕飞,张石峰等.离子注入甜菜种子生物效应[J].科学通报 1999 44(4):382-384.
- [12] 宣云,王会峰,黄群策等.离子束生物技术在小麦遗传改良中的应用[J].中国农学通报,2004, 20(1):32-34.
- [13] Yu Z L. Ion beam application in genetic modification[J]. IEEE Transaction on Plasma Science, 2000 28(1):128-132.
- [14] 苏颖.植物离子注入诱变育种技术[J].中国花卉园艺,2003, 4(1):25.
- [15] 张西西.离子束注入法在草花育种上的应用[Q//抓住 2008 年奥运会机遇进一步提升北京城市园林绿化水平论文集,2005.

## Morphological Variation in M1 *Celosia cristata* L Induced by Ion Implantation

HE Zhi-mei<sup>1</sup>, GUO Jun-zhan<sup>1</sup>, BAO Zhen-hua<sup>2</sup>, HU Li-juan<sup>2</sup>, LV Jing-xian<sup>2</sup>

(College of Forestry, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract:** This paper studied the growth and development and morphological variation of M1 population of *Celosia cristata* treated by ion implantation. The results showed that the stage of growth and development of variant JTM was earlier than control varieties and corolla became compact. It had significant variation in plant height, crown width, leaf index and branch number. The initial period of true leaf and emergence stage of variation YH was earlier than control varieties, but the squaring period, initial flowering stage, and full-bloom stage was later than control varieties. it's flower color changed into dark red. It had significant variation in plant height, crown width, leaf index, leaf number, branch number and the length of main flower cluster. The stage of growth and development of variant ZTH was slightly earlier than control varieties, its flower type became brachycephaly, and flower color was yellow, there was significant variation in plant height, branch number and the length of main flower cluster. All variation of three types *Celosia cristata* can set seed and had very high popularization value.

**Key words:** *Celosia cristata* L.; ion implantation; morphological variation