

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

王丹¹ 任少雄¹ 李卫锋¹ 苏乾治² 苏军¹

¹ (西南科技大学生命科学与工程学院 绵阳 621002)

² (四川久远科技股份有限公司辐照中心 绵阳 621000)

摘要 利用电子束和氮离子、氢离子注入处理普通鸡冠花干种子, 试验结果表明, 两种诱变处理均能显著抑制鸡冠花植株的生长、发育, 并能有效地诱发花性状变异, 变异株率可达 0.5%—2%。电子束处理鸡冠花干种子的半致死剂量 (LD₅₀) 经测定为 1.2kGy 左右; 离子注入处理的半致死剂量随注入离子种类不同而不同, N⁺ 注入的半致死剂量 (LD₅₀) 为 1.6×10¹⁷/cm², H⁺ 注入的半致死剂量应低于 1.6×10¹⁶/cm²。鸡冠花干种子电子束处理的适宜剂量为 1.5kGy 左右, 离子注入处理的适宜方法是 N⁺ 1.6×10¹⁶/cm²。同时鸡冠花对高剂量辐照较不敏感, 是一种耐强辐照的资源。

关键词 鸡冠花, 电子束, 离子注入, 干种子, 生长发育

中图分类号 Q691.6, S63.01, S572.01, TN305.3

鸡冠花 (*Celosia cristata* L) 花期长, 花色鲜艳、丰富, 栽培容易, 是园林中常见的盆栽和花坛花卉, 同时也是食用、药用植物。但我国的栽培品种较为单调, 茎秆高, 花色暗淡, 花形杂, 退化严重。美国和日本培育新品种较多, 是主要鸡冠花种子出口国。我国对鸡冠花的育种研究主要以食用、药用鸡冠花品种选育为目标^[1-4], 尚未见专门以观赏性为主的鸡冠花新品种选育报道。电子束、离子注入为当前植物诱变育种的主要手段^[5,6]。本试验以普通鸡冠花为研究对象开展电子束和离子注入诱变处理, 以期对鸡冠花诱变育种奠定基础。

1 材料和方法

1.1 电子束处理

2003 年 2 月 28 日以 3MeV 高压倍加器对普通

矮生鸡冠花干种子进行辐照处理, 处理剂量为 1.5、1.75、2.0、2.25、2.5kGy, 不辐照为对照, 注量率为 8Gy/min, 每处理 1000 粒种子, 共处理种子 5000 粒。处理后种子同日播种于营养杯内, 每杯播种 10 粒。营养杯用土均由 3: 2: 1 比例的菜园土: 珍珠岩: 泥炭, 另加 1%过磷酸钙和 5%复合肥混合而成, 按常规进行栽培管理。

1.2 离子注入处理

2003 年 5 月 11 日进行普通鸡冠花种子离子注入处理, 所用仪器为脉冲式全元素 Titan 离子注入机, 注入方式为间断脉冲, 能量 30keV。处理种子数: 833 粒 (对照为 259 粒), 处理的离子种类为 N⁺ 和 H⁺, 处理方案见表 1。

Table 1 Treatment arrangement of Celosia seed ion implantation

Ions	N ⁺		H ⁺		The control
Ion implantation dose/cm ²	1.6×10 ¹⁶	1.6×10 ¹⁷	1.6×10 ¹⁶	1.6×10 ¹⁷	0
No. of seeds	168	227	256	176	259

中国工程物理研究院军民两用开发技术项目 (200305) 资助

第一作者: 王丹, 女, 1962 年 6 月出生, 1988 年毕业于西南农业大学, 果树学专业, 硕士, 教授, 研究方向为园艺植物遗传育种学

收稿日期: 初稿 2005-10-25, 修回 2006-01-05

处理后的种子与对照 2003 年 5 月 17 日播种, 播种于温室苗床内, 苗床用土与营养杯用土相同。全部试验在西南科技大学生命科学与工程学院农业设施实验室进行。

两次试验均对辐照后的鸡冠花当代植株发芽时间、株高、叶片数、发芽数、发芽率、开花株数、花序变异株数等指标进行了统计分析。

2 试验结果与分析

2.1 电子束处理试验结果

2.1.1 电子束辐照对鸡冠花当代植株生长发育的影响 对电子束辐照处理后鸡冠花植株的生长发育状况进行调查统计, 发芽率为 2003 年 3 月 14 日(播种后 2 周)测定结果, 成活率为 2003 年 4 月 21 日(盛花期)统计结果。各处理结果见表 2 和表 3。

Table 2 Growth and development of Celosia plants with 1000 seeds irradiated by electron beams*

Doses/kGy	Germinated	Germination rate/%	Survived	Survival rate/%	Flowered	Flowering rate/%	Plant height/cm	Leaves
CK	467	46.7a	413	41.3a	242	58.6a	4.98a	11.15a
1.50	179	17.9b	148	14.8b	74	50.0a	2.78b	6.63b
1.75	143	14.3b	118	11.8 b	41	34.7b	2.46b	5.52b
2.00	98	9.8c	67	6.7bc	18	26.9b	2.53b	4.98bc
2.25	97	9.7c	72	7.2bc	16	22.2b	2.36b	4.97bc
2.50	46	4.6c	33	3.3c	7	21.2b	1.81b	3.56c

*a, b and c are marked for difference significance level. It is not significant ($p>0.05$) for two treatments marked with the same letter, and the significance < 0.05 when two treatments are marked with different letters

Table 3 Percentage of different indices comparing with the control*

Doses/kGy	Germination	Survival	Flowering	Plant height	Leaves
CK	100a	100a	100a	100a	100a
1.50	38.33b	35.84b	85.3b	55.82b	59.46b
1.75	30.62c	28.57b	59.2c	49.40b	49.51c
2.00	20.99d	16.22c	45.9d	50.80b	44.56c
2.25	20.77d	17.43c	37.9e	47.39b	44.58c
2.50	9.85e	7.99d	36.2e	36.35c	31.93d

*a, b, c, d and e are marked for difference significance level. It is not significant ($p>0.05$) for two treatments marked with the same letter, and the significance < 0.05 when two treatments are marked with different letters

从表 2 和表 3 中可见, 不同剂量电子束辐照对鸡冠花种子发芽率和成活率的影响表现对照发芽率及成活率均显著高于各剂量处理, 而且表现随剂量的增加发芽率、成活率也随之下降, 下降趋势如图 1 所示。从图 1 可见, 成活率随剂量变化的趋势近似于直线, 对其进行直线回归分析得到其回归方程为:

$$Y = a + bx = 2565.5416 - 2617.4470x$$

式中, Y 为成活率, x 为电子束辐照剂量, 相关系数 $r = -0.9894^{**}$, 经显著性分析知其相关达到极显著水平。当成活率为 50% 时, 以该回归方程预测其半致

死剂量为 $Y = 1256.82$ 。由此推测鸡冠花电子束辐照的半致死剂量 (LD_{50}) 应为 1.2kGy 左右, 在进行进一步试验时的试验设计应以此为起点或更低。

同时从表 2 和图 1 也可见, 电子束辐照对鸡冠花植株开花株率的影响也表现随处理剂量的增加, 开花株率随之下降; 同时除 1.5kGy 处理的开花株率为对照的 85.3%, 且与对照差异不显著外, 其余各处理的开花株率均仅为对照的 30%—60%, 表现显著低于对照; 除 2.5kGy 处理外, 各处理间开花株率则表现差异不显著。

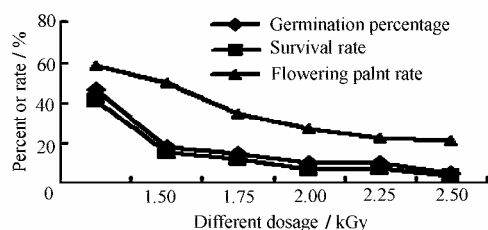


Fig.1 Rates of germination, survival and flowering by different treatments

从表 2 中还可可见, 各剂量电子束处理对鸡冠花植株生长有较明显的抑制作用, 表现各处理的株高和叶

片数均显著低于对照, 同时也表现随剂量的增加株高和叶片数均随之下降, 但株高表现各处理间差异不显著, 叶片数则表现除 2.5kGy 与 1.5kGy 和 1.75kGy 两处理差异显著外, 其余各处理间差异不显著。

2.1.2 电子束辐照鸡冠花当代植株开花性状变异 对各处理鸡冠花植株开花性状进行仔细观察, 发现若干株双花序变异, 即在原直的梳状花序上出现“V”字形, 其花序基部仍然连成一体, 但顶部花序分开。对其出现状况进行调查统计得表 4。

Table 4 Mutation rate of ‘V’ type flowering plant after electron radiation of celosia seeds

Treatment/kGy	CK	1.5	1.75	2.0	2.25	2.5
No. of flowering plant	242	74	41	18	16	7
No. of ‘V’ type flowering plant	0	4	2	1	2	1
Mutation rate, percentage of the same treatment/%	0a	5.4b	4.88b	5.56b	12.5c	14.29c
Mutation rate, percentage of total treatment /%	0	2.56	1.28	0.64	1.28	0.64

从表 4 中可见, ‘V’ 字形花变异株率均表现各处理显著高于对照, 且有随处理剂量的增加变异株率也随之增加的趋势, 但 1.5kGy、1.75kGy 和 2.0kGy 三处理间及 2.25kGy 和 2.5kGy 两处理间“V”字形花变异株率无显著差异, 而高剂量与较低剂量间的“V”字形花变异株率则差异显著。

2.2 离子注入处理鸡冠花种子试验结果

2.2.1 离子注入处理对植株生长发育的影响 对离子注入处理后的鸡冠花植株生长发育状况进行调查统计得表 5。其中发芽率为 2003 年 6 月 6 日 (即播种后约 18d) 统计结果, 成活率为 2003 年 7 月 17 日 (即盛花期) 统计结果。

Table 5 Growth and development of celosia plants after N^+ or H^+ ion implantation of the Celosia seeds*

Treatment	CK	N^+		H^+	
		$1.6 \times 10^{16} / \text{cm}^2$	$1.6 \times 10^{17} / \text{cm}^2$	$1.6 \times 10^{16} / \text{cm}^2$	$1.6 \times 10^{17} / \text{cm}^2$
No. of sowing seeds	259	168	227	256	176
No. of germination	189	60	67	90	49
Germination rate/%	72.97a	35.71b	29.52c	35.16b	27.84c
No. of survived plant	99	47	45	37	17
Survival rate/%	38.22a	27.98b	19.82c	14.45c	9.66d
Plant height /cm	19.91a	15.82b	14.6b	16.9b	14.62b
Range of plant height /cm	10-30.9	5-31.6	4.5-35.8	5-50.9	4 -22.4
No. of flowering plants	88	47	38	32	13
Flowering plant rate/%	88.89a	89.9a	84.4a	86.49a	76.49a

*a, b, c and d are marked for difference significance level. It is not significant ($p > 0.05$) for two treatments marked with the same letter, and the significance < 0.05 when two treatments are marked with different letters

从表5中可见, 4个离子注入处理的发芽率均显著低于对照, 其发芽率最高的处理 (N^+ $1.6 \times 10^{16}/\text{cm}^2$) 的发芽率也不到对照的50%。说明离子注入处理对鸡冠花种子发芽率有显著影响; 同时注入 N^+ 和注入 H^+ 表现一致, 均表现注入量高1个量级的发芽率显著低于低1个量级的处理。说明两种离子种类对鸡冠花发芽率的影响无显著差异, 但不同量级的注入量对鸡冠花种子发芽有显著影响。离子注入对鸡冠花植株成活率的影响与其对发芽率的影响有相似趋势, 也表现对照成活率显著高于各离子注入处理, 但 N^+ 注入处理的成活率显著高于 H^+ 注入处理的成活率, 同时不同注入量级的成活率也表现注入量级越高, 成活率越低。

不同注入量的离子注入处理对成活的鸡冠花植株开花无显著影响, 即开花株率与对照无显著差异,

同时各处理间也表现开花株率无显著差异。但不同种类、不同注入量的离子注入处理对鸡冠花植株高度的影响则有显著影响, 也表现各处理显著低于对照, 但不同处理间则无显著差异。同时经离子注入处理后各处理株高的下限均较对照低5cm左右, 也说明离子注入处理能降低鸡冠花植株的株高。

2.2.2 离子束注入鸡冠花处理植株开花性状变异
在本试验离子注入处理中发现2株花性状变异, 其变异最明显的特点为花序为顶生单花序, 且仍然为紫红色鸡冠状, 但顶部出现一条金色丝状, 光泽度极好, 有很强的观赏价值。同时二植株均表现较矮化 (株高14cm左右), 叶片宽大, 浅绿色, 皱褶, 茎绿白色, 似白化苗, 茎干弯曲, 不结种子。其出现的处理见表6。

Table 6 Variation rate of 'golden silk' type flowering plant after N^+ or H^+ ion implantation of the Celosia seeds

Treatment	CK	N^+		H^+	
		$1.6 \times 10^{16}/\text{cm}^2$	$1.6 \times 10^{17}/\text{cm}^2$	$1.6 \times 10^{16}/\text{cm}^2$	$1.6 \times 10^{17}/\text{cm}^2$
No. of flowering plants	88	47	38	32	13
No. of variated plant	0	1	1	0	0
Variation rate, percentage of the same treatment/%	0	2.13	2.63	0	0
Variation rate, percentage of total treatment/%	0	0.77	0.77	0	0

从表6中可见, 2株“金丝”花变异均出现在 N^+ 注入处理中, 但两个不同注量处理中各出现1株, 变异株率分别达到2.13%和2.63%。 H^+ 注入处理中未见“金丝”花变异。在2株变异单株中未能得到种子。

3 讨论

3.1 本试验首次以电子束和离子注入处理鸡冠花干种子, 试验结果表明, 电子束和离子注入辐照均会显著抑制鸡冠花植株的生长和发育, 致使种子发芽率和成活率降低, 植株变矮, 叶片数减少, 但其对成活植株的开花影响则表现不同剂量电子束处理对开花有抑制作用, 而离子注入处理则对开花影响不明显; 同时两种诱变源及适宜的处理剂量还能诱发植株花性状的变异, 突变率可达百分之几, 甚至百分之十几, 特别是离子注入处理中出现观赏价值极高的2株“金丝”花突变, 说明电子束和离子注入处理是鸡冠花诱变育种的适宜诱变源。

3.2 无论是电子束辐照还是离子注入处理鸡冠花干种子, 适宜的剂量是获得较高突变率和拓宽

突变谱的关键。本试验应用的两种诱变源及多数处理均获得花变异植株, 说明本试验所用各处理对以观赏性状选育为目标的鸡冠花诱变育种均有较高参考价值。同时电子束处理鸡冠花干种子的发芽率和成活率为对照一半时的剂量 (半致死剂量) 在本试验中未能反映出, 但经预测其应在1.2kGy左右, 但尚需进一步试验验证; 离子注入处理的半致死剂量随注入离子种类不同而不同。 N^+ 注入的半致死剂量可能为 $1.6 \times 10^{17}/\text{cm}^2$, 而 H^+ 注入的半致死剂量应低于 $1.6 \times 10^{16}/\text{cm}^2$ 。

变异率的高低是衡量诱变效果的重要因素之一, 但在计算变异率时通行的做法是以本处理中出现的变异植株数除以本处理植株总数^[7,8], 这种计算方法能反映各处理变异率的高低, 但一般诱变处理又是剂量越高成活率越低, 虽然有时有些处理变异率较高, 但出现变异的植株绝对数却低, 并不能完全反映处理的诱变效果。因此认为, 以每处理出现的变异植株数除以除对照以外的所有处理植株的总和, 即该处理变异植株数占全试验处理的植株总数的百分比更能反映处理的诱变效果, 可直接用此指

标作为衡量适宜处理的标准。因此从本试验出现优良变异的状况和变异率高低看,鸡冠花干种子电子束处理的适宜剂量为 1.5kGy 左右,离子注入处理的适宜方法是 $N^+1.6 \times 10^{16}/\text{cm}^2$ 。

3.3 本试验中电子束处理剂量高达 1.5kGy 以上,其发芽率和成活率虽然较低,但其成活植株的变异频率仍较高,其花变异株率仍然达 1%—2%;同时每处理电子束辐照剂量达 1.5—2.5kGy 仍然有一定的植株成活;由此可见鸡冠花对高剂量辐照较不敏感,是一种耐强辐照的资源,在核环境治理中有较高利用价值。

参考文献

- 1 翁德宝,汪海锋.热带作物学报,2001,22(3): 78-83
WENG Debao, WANG Haifeng. Chines J Tropical Crops, 2001, 22(3): 78-83
- 2 翁德宝,汪海锋,翁佳颖.西北植物学报,2002,22(5): 1158-116
WENG Debao, WANG Haifeng, WENG Jiaying. Acta Bot Boreal Occident Sin, 2002, 22(5): 1158-1164
- 3 翁德宝,汪海锋,翁佳颖.西北植物学报,2004,12(4): 341-344
WENG Debao, WANG Haifeng, WENG Jiaying. Acta Bot Boreal Occident Sin, 2004, 12(4): 341-344
- 4 Papenhagen A. Yield and flower (in china) quality of Celosia 'Togo'. (Abstract) Deutscher-Gartenbau. 1990, 44: 6, 348, 374
- 5 林祖军,孙纪霞,祚福惠,等.核农学报,2002,16(6): 351-354
LIN Zujun, SU Jixia, ZE Fuhui, et al. Acta Agri Nucl Sin, 2002, 16(6): 351-354
- 6 梁前进,胡玉连,张根发.生物物理学报,2002,18(2): 251-255
LIANG Qianjin, HU Yulian, ZHANG Genfa. Acta Biophys Sin, 2002, 18(2): 251-255
- 7 周立人,范军,陈备久.安徽农业大学学报,1998,25(4): 371-374
ZHOU Liren, FAN Jun, CHEN Beijiu. J Anhui Agric Univ, 1998, 25(4): 371-374
- 8 黄群策,代西梅.杂交水稻,2004,19(3): 57-61
HUANG Qunce, DAI Ximei. Hybrid Rice, 2004, 19(3): 57-61

Plant growth of E-beam irradiated or ion implanted seeds of ornamental Celosia

WANG Dan¹ REN Shaoxiong¹ LI Weifeng¹ SU Qianzhi² SU Jun¹

¹ (Life Science and Engineering College, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621002)

² (Irradiation Center, Jiuyuan Science and Technology Co., Ltd., Mianyang 621000)

ABSTRACT Celosia seeds were irradiated by 3MeV electron beams or implanted with 30keV N^+ or H^+ ions, The results showed that the two kinds of treatments could inhibit growth and development of the plants and induce variation of the flower. The variation rate was between 0.5%—2%. LD_{50} of the seeds irradiation by the E-beams was estimated at about 1.2kGy. LD_{50} of the seed ion implantation varied with the ion. LD_{50} of H^+ ion implantation was 1.6×10^{17} ions/ cm^2 , and LD_{50} of N^+ ion implantation was less than 1.6×10^{16} ions / cm^2 . Suitable treatments of the seeds were 1.5kGy E-beam irradiation, or implantation of $1.6 \times 10^{16} N^+ / \text{cm}^2$. The seeds were not sensitive to higher dose irradiation or ion implantation. And it seems that Celosia seeds have strong radiation resistance.

KEYWORDS Celosia, Electron beam, Ion implantation, Dry seeds, Growth and development

CLC Q691.6, S63.01, S572.01, TN305.3