

# $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$ 辐射对切花菊试管苗的诱变效应

邢莉莉, 陈发棣\*, 陈素梅

(南京农业大学园艺学院, 南京 210095)

**摘要:**以‘神马’和‘长紫’两个切花菊品种的生根试管苗为试材,用 $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$ 射线进行辐射,设0(对照)、10、15和20 Gy等4个剂量处理,处理后以茎段和叶片为外植体进行离体培养,分析辐射对腋芽发生率、愈伤组织诱导率和分化率的影响,统计 $M_1$ 代田间主要性状及变异情况。结果表明: $\gamma$ 射线对试管苗茎段和叶片的愈伤组织诱导及分化有明显抑制作用,随着辐射剂量的增加抑制作用加强。不同品种、不同外植体对辐射的敏感程度都存在差异。茎段较叶片更适合做辐射后组培的外植体。‘长紫’ $M_1$ 代株高降低,花径减小;而‘神马’在株高和花径出现略微增加的趋势。茎段和叶片的再生植株田间主要性状的变异程度大于腋芽的再生植株。‘长紫’在花色和瓣形上的变异率高于‘神马’。

**关键词:**菊;切花菊; $\gamma$ 射线;诱变效应;性状变异

**中图分类号:** S 682.1<sup>+</sup>1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 0513-353X (2010) 07-1117-08

## Effects of $^{60}\text{Co}$ -gamma Rays Irradiation on *in Vitro* Cultured Cut Chrysanthemum and Variations of Main Morphological Characters in the $M_1$ Generation

XING Li-li, CHEN Fa-di\*, and CHEN Su-mei

(College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

**Abstract:** *In vitro* plantlets of two cut chrysanthemum cultivars were irradiated with 0, 10, 15 and 20 Gy of  $^{60}\text{Co}$ -gamma rays, respectively. The stems and leaves from irradiated plantlets were used as explants for further *in vitro* culture. The effects of radiation on the rate of produced axillary buds, induced callus and differentiated adventitious buds were analysed. Variations of the main morphological characters in  $M_1$  plants were documented. The results showed that  $^{60}\text{Co}$ -gamma rays dramatically inhibited the callus induction and differentiation from either leaves or stems explants, the inhibition effect increased with the increase in the dose of irradiation. The sensitivity to irradiation was upon to different cultivars and different types of explants. The irradiated stem was more suitable to be used as explants than the irradiated leaves. The plant height and flower diameter decreased in the  $M_1$  of ‘Changzi’ while increased slightly in  $M_1$  of ‘Jinba’. The variation rate of morphological characters in plants regenerated from stems and leaves was higher than that regenerated from axillary buds. Rates of variation of flower color and petal type in ‘Changzi’ were higher than that in ‘Jinba’.

**Key words:** *Chrysanthemum*  $\times$  *morifolium*; cut chrysanthemum; gamma ray; effects of irradiation; morphological characters variation

收稿日期: 2009-12-23; 修回日期: 2010-06-07

基金项目: 教育部新世纪优秀人才支持计划项目 (NCET-06-0489); 农业部‘948’滚动项目 (2008G3)

\* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: chenfd@njau.edu.cn)

切花菊(*Chrysanthemum × morifolium*)具有重要观赏和经济价值,但国内适合商品化生产的品种还很少,新品种选育显得尤为迫切。利用辐射诱变与组织培养结合,可以提高突变率,扩大变异谱(Khan et al., 2001; 刘进平和郑成木, 2002)。切花菊基因型高度杂合,容易导致遗传因子的复杂变化,可获得更多变异类型,为切花菊新品种选育提供更多的选择试材。

目前国内外对于辐射诱变与组织培养相结合在观赏植物育种上的研究已取得大量成果(傅玉兰和郑路, 1994; 牛传堂等, 1995; 郭安熙等, 1997; Mandal et al., 2000; Misra et al., 2003),但在切花菊育种上的应用还鲜见报道。

本试验中以切花菊为原始材料,先辐射处理其生根试管苗,然后将试管苗的茎段和叶片作为外植体进行组织培养,经过再生过程获得体细胞无性系变异(Somaclonal variation),丰富变异类型,为优良品种选育提供选择基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料及辐射处理

试验于 2006 年 9 月—2007 年 7 月进行。试材为两个切花菊品种‘神马’(*Chrysanthemum × morifolium* ‘Jinba’)和‘长紫’(*Chrysanthemum × morifolium* ‘Changzi’),由南京农业大学中国菊花种质资源保存中心提供。

分别取两品种约 4~5 cm 高的生根试管苗,在江苏省农业科学院原子能所进行  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  射线辐射处理,设 0(对照)、10、15 和 20 Gy 等 4 个剂量,剂量率为  $1 \text{ Gy} \cdot \text{min}^{-1}$ ,每处理 10 瓶,每瓶 4~5 株小苗。

### 1.2 组织培养

辐射后以组培苗带 1 芽的茎段和叶片两部分做外植体,分别各取 30 个外植体为一组重复,立即转接于愈伤组织诱导培养基上,3 次重复。

接种后每 7 d 观察统计 1 次茎段腋芽发生数,共观察 3 次。21 d 后将腋芽切下,在 MS 培养基上生根,同时统计茎段、叶片愈伤组织诱导率,并将愈伤组织转接于分化培养基,28 d 后统计分化率。

愈伤组织诱导率为形成愈伤组织数与接种外植体数的比值,愈伤组织分化率为已分化出苗的愈伤组织数与愈伤组织总数的比值。

茎段接种于愈伤组织诱导培养基  $\text{MS} + 1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{BA} + 0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA}$ ,叶片接种于  $\text{MS} + 0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{BA} + 0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA}$  培养基中;愈伤组织分化培养基均为  $\text{MS} + 2.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{BA} + 0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{NAA}$ 。上述培养基均添加  $30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  蔗糖,  $7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  琼脂, pH 调至 5.8。

培养室温度  $(25 \pm 2)$ , 光照强度  $2\,000 \sim 3\,000 \text{ lx}$ , 光照时间  $12 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 。

### 1.3 田间统计与数据分析

再生得到的组培苗于 4 月下旬定植于南京农业大学中国菊花种质资源保存中心,进行常规管理。盛花期每处理随机抽取 30 株统计株高(地上部到花序顶端)、花径(花序直径)、舌状花和管状花数;与对照进行比对,观察叶形、花色、花形方面的变异,以单株为单位计算变异率。性状登记参照李鸿渐(1993)的标准。

试验数据使用 Excel 和 SPSS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 辐射对茎段腋芽发生率的影响

随着辐射剂量加大，‘神马’和‘长紫’两品种腋芽发生数均明显降低（表 1），表明辐射对腋芽的正常生长有一定的抑制作用，且抑制作用随辐射剂量增加而增加。

培养 3 周后，各剂量下‘神马’腋芽发生数均多于‘长紫’（表 1），说明由于基因型的差异， $\gamma$  射线对‘长紫’的伤害程度大于‘神马’。从时间上来看，辐射伤害主要表现在处理后 14 d 内，尤其在 20 Gy 处理 7 d 后，两品种的腋芽发生率均低于对照的 50%，此时辐射伤害达到最大程度，14 d 后腋芽发生数基本不再变化。

表 1 辐射处理后不同时间内茎段的腋芽发生率  
Table 1 Rate of axillary buds generated at different time after irradiation

品种 Cultivar	辐射剂量/Gy Irradiation dose	处理后天数/d Days after irradiation		
		7	14	21
神马 Jinba	0	93	94	100
	10	90	92	98
	15	63	80	85
	20	45	60	65
长紫 Changzi	0	73	81	99
	10	60	68	68
	15	52	52	57
	20	31	40	46

2.2 辐射对茎段及叶片愈伤组织诱导及分化的影响

辐射剂量对愈伤组织诱导和分化有显著的影响，‘神马’经高剂量辐射处理叶片愈伤组织分化数减少，而‘长紫’经辐射处理后叶片形成的愈伤组织在 10 Gy 时就已受到明显抑制，20 Gy 时叶片严重失绿黄化，停止生长，不能形成愈伤组织。

相同辐射剂量处理后，‘神马’的愈伤组织诱导率和分化率优于‘长紫’（表 2），表明基因型对辐射效果有较大影响。

同一品种相同辐射剂量处理，除了‘神马’10 Gy 处理，茎段的愈伤组织诱导率、分化率都高于叶片（表 2）。‘神马’15 Gy 处理后茎段的愈伤诱导率为 100%，叶片为 85%；剂量为 20 Gy 时，茎段愈伤诱导率为 98%，仍接近对照水平，叶片则下降为 68%。分化能力差异亦明显，20 Gy 处理后‘神马’茎段愈伤组织分化率为 37%，而叶片分化率为 0。

表 2 辐射处理后愈伤组织诱导率及分化率  
Table 2 The rate of callus induction and differentiation after irradiation

品种 Cultivar	辐射剂量/Gy Irradiation dose	愈伤组织诱导率/% Callus induction rate		愈伤组织分化率/% Callus differentiation rate	
		茎段 Stem	叶片 Leaf	茎段 Stem	叶片 Leaf
神马 Jinba	0	100	100	68	49
	10	100	100	65	19
	15	100	85	58	7
	20	98	68	37	0
长紫 Changzi	0	100	100	65	21
	10	100	86	30	0
	15	98	66	23	0
	20	78	29	10	0

## 2.3 辐射对田间性状变异的影响

### 2.3.1 株高

两品种株高对辐射处理的响应存在差异,‘神马’ $M_1$ 代总体上随辐射剂量增加株高呈增高趋势,而‘长紫’ $M_1$ 代株高则随剂量增加而降低(表3)‘神马’由茎段和叶片得到的再生后代总体变异系数分别为10.7%和11.6%,均大于腋芽 $M_1$ -1的10.4%,表明辐射后腋芽引起的变异程度小于茎段和叶片。

表3 辐射处理对 $M_1$ 代株高的影响  
Table 3 Effects of irradiation on plant height in  $M_1$  progeny

品种 Cultivar	辐射剂量/ Gy Irradiation dose	腋芽再生苗 $M_1$ -1 Plants regenerated from axillary buds		茎段再生苗 $M_1$ -2 Plants regenerated from stems		叶片再生苗 $M_1$ -3 Plants regenerated from leaves	
		$\bar{x}/\text{cm}$	CV/%	$\bar{x}/\text{cm}$	CV/%	$\bar{x}/\text{cm}$	CV/%
神马	0	106.58±1.82aA	8.7±0.566aA	108.13±1.55aA	6.9±0.636aA	96.37±3.11aA	9.9±0.636aA
Jinba	10	105.23±2.45aA	7.4±0.283aA	110.93±1.22aA	7.0±1.202aA	97.63±1.84aA	12.7±0.849aA
	15	110.70±1.53aA	12.8±0.636aA	113.10±2.38aA	11.5±1.061aA	88.33±5.30aA	14.7±0.817aA
	20	114.77±2.07bB	9.9±0.566bB	88.93±2.31bB	14.2±1.485bB	—	—
	总计 Total	109.93	10.4	105.07	10.7	95.80	11.6
长紫	0	64.30±1.41aA	9.8±0.283aA	61.36±1.25aA	9.5±1.06aA	—	—
Changzi	10	60.55±1.96aA	14.5±1.06aA	60.40±1.28aA	11.6±0.923aA	—	—
	15	60.52±1.46aA	12.6±0.707aA	55.80±1.04b	10.2±0.707bB	—	—
	20	50.18±2.81bB	19.8±0.141bB	52.41±2.51bB	23.1±1.77bB	—	—
	总计 Total	59.33	14.2	57.87	13.8	—	—

注:‘—’辐射处理后未分化出苗。大小写字母分别表示经邓肯氏新复极差测验差异极显著( $P < 0.01$ )及差异显著( $P < 0.05$ )。下同。

Note: ‘—’ means no differentiation after irradiation. Capital and small letters indicate significant difference at 1% and 5% levels by Duncan's new multiple test respectively. The same below.

### 2.3.2 花径

辐射处理对两品种 $M_1$ 代花径的影响呈相反趋势。‘神马’花径随辐射剂量增加而增大,‘长紫’则与其呈负效应(表4)。两品种3个来源 $M_1$ 代的总体变异系数均以茎段再生苗最大,分别为13.7%和12.5%,说明由茎段诱导得到的后代花径发生的变异程度最大。

表4 辐射处理对 $M_1$ 代花径的影响  
Table 4 Effects of irradiation on flower diameter in  $M_1$  progeny

品种 Cultivar	辐射剂量/Gy Irradiation dose	腋芽再生苗 Plants regenerated from axillary buds		茎段再生苗 Plants regenerated from stems		叶片再生苗 Plants regenerated from leaves	
		$\bar{x}/\text{cm}$	CV/%	$\bar{x}/\text{cm}$	CV/%	$\bar{x}/\text{cm}$	CV/%
神马	0	9.39±0.26a	11.6±0.21a	9.53±0.22aA	16.3±0.21aA	9.56±0.23a	10.8±0.42a
Jinba	10	9.79±0.23ab	13.9±0.57ab	10.72±0.14bA	10.4±0.42bA	10.30±0.22b	10.6±0.42b
	15	9.95±0.17ab	11.8±0.14ab	10.32±0.20bA	14.9±0.28bA	10.23±0.24b	12.8±0.64b
	20	10.29±0.21b	13.6±0.42b	10.26±0.15bB	11.4±0.28bB	—	—
	总计 Total	9.95	12.7	10.24	13.7	10.08	11.9
长紫	0	6.94±0.24aA	8.5±0.19aA	6.20±0.24aA	12.1±0.21aA	—	—
Changzi	10	6.55±0.19abA	11.6±0.92abA	5.90±0.36abA	17.6±2.41abA	—	—
	15	6.60±0.31abA	14.8±0.28abAB	5.20±0.33bA	6.3±0.35bAB	—	—
	20	5.99±0.11bB	5.8±0.28bB	4.36±0.21cB	14.0±0.28cB	—	—
	总计 Total	6.52	11.7	5.42	12.5	—	—

### 2.3.3 瓣性

舌状花和管状花数总体上都随辐射剂量的增高而降低。各辐射剂量处理下两品种舌状花数差异显著,而管状花数大部分差异不显著,说明辐射对管状花数的改变影响不大。

### 2.3.4 叶形

‘神马’叶形变异率高于‘长紫’(表 5), 变异类型多样。低剂量 10 Gy 处理, 叶片变宽, 变大(图 1, B); 或变窄, 长宽比增大, 叶色变深(图 1, C); 高剂量处理下的叶片有增厚的趋势, 叶缘钝化, 叶裂不明显(图 1, D、E), 变异类型与辐射剂量间无相关性。



图 1 辐射对‘神马’ $M_1$ 代叶形的诱变效应

A. 对照; B. 10 Gy 处理下叶片变大, 长宽比下降; C. 15 Gy 处理下叶片变窄变长, 长宽比变大;  
D~E. 20 Gy 处理下叶片边缘钝化, 叶裂不明显。

Fig. 1 Effects of irradiation on leaves morphology in  $M_1$  generation of ‘Jinba’

A. Control; B. Larger leaf with decreased ratio of leaf length and width under 10 Gy irradiation; C. Narrower leaf with increased ratio of leaf length and width under 15 Gy irradiation; D–E. Obtuse leaf margin and lobated leaf under 20 Gy irradiation.

### 2.3.5 花色和花形

在花色方面, ‘长紫’较易产生变异, 最高达到 6.67%(表 5), 颜色由淡紫色变为深紫色(图 4, B); 白花品种‘神马’未见任何花色变异。花形方面, ‘长紫’ $M_1$ 代变异率随剂量增加而增加, 10 Gy 下花朵外轮平瓣有部分变成管瓣(图 2, D); 15 Gy 处理下出现舌状花由平瓣变翻卷的变异株(图 2, C)。



图 2 ‘长紫’辐射后  $M_1$  花朵变异类型

A. 对照; B. 20 Gy 处理下花色变深; C. 15 Gy 处理下花型改变; D. 10 Gy 处理下外轮部分平瓣变成管瓣(箭头所示)。

Fig. 2 Flower type mutation in  $M_1$  progeny of ‘Changzi’ after irradiation

A. Control; B. Darker flower color under 20 Gy irradiation; C. Flower form changed under 15 Gy irradiation;  
D. The type of outer petals turned from flat to tubular (pointed with arrows) under 10 Gy irradiation.

表 5  $M_1$  代性状的辐射效应  
Table 5 Effects of irradiation on the morphological characters in  $M_1$  progeny

品种 Cultivar	辐射剂量 /Gy Irradiation dose	再生苗 来源 Source of regenerated plant	总株数 Total number	叶形 Leaf type		花色 Flower color		花型 Flower type	
				变异数 Number of mutation	变异率/% Rate of variation	变异数 Number of mutation	变异率/% Rate of variation	变异数 Number of mutation	变异率/% Rate of variation
神马 Jinba	10	M <sub>1</sub> -1	85	5	5.88	—	—	2	2.35
		M <sub>1</sub> -2	267	5	1.87	—	—	4	1.50
		M <sub>1</sub> -3	48	6	12.50	—	—	2	4.17
	15	M <sub>1</sub> -1	127	4	3.15	—	—	2	1.57
		M <sub>1</sub> -2	312	15	4.81	—	—	7	2.24
	20	M <sub>1</sub> -1	107	7	6.54	—	—	—	—
M <sub>1</sub> -2		140	10	7.14	—	—	8	5.71	
长紫 Changzi	10	M <sub>1</sub> -1	40	2	5.00	1	2.50	—	—
		M <sub>1</sub> -2	107	—	—	2	1.87	4	3.74
	15	M <sub>1</sub> -1	60	2	3.33	2	3.33	3	5.00
		M <sub>1</sub> -2	65	1	1.54	2	3.08	5	7.69
	20	M <sub>1</sub> -1	21	—	—	1	4.76	2	9.52
		M <sub>1</sub> -2	15	1	6.66	1	6.67	2	13.33

注：‘—’表示没有变异情况发生。

Note：‘—’ represents absence in mutation.

### 3 讨论

$^{60}\text{Co}-\gamma$  射线辐射切花菊试管苗后结合组织培养处理，对离体培养过程和辐射后代的性状变异均产生了影响。离体培养过程中，外植体随着辐射剂量的增加，愈伤组织诱导率和分化率均呈下降趋势，这与  $\gamma$  射线对生物体的伤害随辐射剂量的加大而加深的原理相符，与前人的报道结论一致（陈发棣等，2003；王红等，2007a）。

本试验中不同外植体对  $\gamma$  射线的敏感程度存在差异，叶片愈伤组织诱导和分化均受到严重抑制，说明叶片对辐射的敏感度大于茎段，这可能是由于辐射过程中整株无菌苗暴露在  $\gamma$  射线下，叶片比较薄，组织较容易穿透，故伤害程度深，而茎段表层细胞受损后，内部细胞具一定修复能力，伤害性相对小。茎段更适合做辐射诱变处理后愈伤组织诱导分化的外植体。

辐射后代在株高、花径、叶形、花色和花型方面均发生变异。‘长紫’株高和花径较对照均有所减小，这与已报道的  $\gamma$  射线对菊花和作物的辐射效应一致（王红等，2007b；吴世长等，2007）。而‘神马’ $M_1$  代在株高上略有增高趋势，说明辐射对其生长起到一定促进作用，存在此差异可能是由于两品种不同基因型对辐射的敏感性及其响应不同，但这种效应能否稳定遗传尚不确定，需继续对其后代进行连续观察。郭安熙等（1997）发现，绿花、白花、黄花品种诱发花色变异的频率极低，粉紫色品种较易诱发花色变异，且变异谱宽。温平等（1992）也认为白色与黄色的花不易发生变异。而王彭伟等（1996）在进行单细胞突变育种研究中，观察到白色花、管瓣类等性状易发生变异，而采用黄色及平瓣类品种则相对较难。本试验辐射处理后，紫花的‘长紫’在花色上较易发生变异，而白色花的‘神马’则未出现明显的花色变异，结果与前者一致。

花色作为重要的观赏标准之一，本身遗传背景复杂，除了基因控制外，花色素、细胞液 pH 值、激素及外界条件都是影响其表现的因素（赵昶灵等，2005）。由于白色系花仅含有黄酮类化合物（白新祥，2007），其形成的分子机理主要是以抑制花青素合成相关的基因为主，且当上、中、下游基因被抑制时都会导致无法正常合成有色的花青素，从而使花色变白（韩科厅等，2008）。‘神马’经辐

射处理可能会导致花色基因发生突变，但可能由于不能同时激活多个被抑制的基因，所以较难改变花色。这些变异性状能否稳定遗传，还需连续多代进行观察比较。

对辐射诱变后代各田间性状观察统计发现，整体上茎段和叶片的再生植株发生变异的程度要大于来源于腋芽的植株。茎段和叶片辐射后经愈伤组织的诱导和再生过程，可能将辐射产生的变异通过茎段和叶片再生的方式，与组织培养过程产生的体细胞无性系变异相结合，使变异能充分表达。说明复合处理引入了组培周期再生阶段的体细胞无性系变异，提高了变异率，丰富了辐射后代的性状变异，为切花菊新品种的选育提供基础。

## References

- Bai Xin-xiang. 2007. Phenotype analysis of flower coloration of *Chrysanthemum*  $\times$  *morifolium* Ramat. [Ph. D. Dissertation]. Beijing : Beijing Forestry University. (in Chinese)
- 白新祥. 2007. 菊花花色形成的表型分析 [博士学位]. 北京 : 北京林业大学.
- Chen Fa-di , Teng Nian-jun , Fang Wei-min , Guan Zhi-yong. 2003. Effects of irradiation on the browning and differentiation of calli derived from the flower organs of three small-flowered *Dendranthema morifolium*. Journal of Central South Forestry University , 23 (5) : 49 – 52. (in Chinese)
- 陈发棣, 滕年军, 房伟民, 管志勇. 2003. 三个菊花品种花器官愈伤 9 组织辐射效应的研究. 中南林学院学报, 23 (5) : 49 – 52.
- Fu Yu-lan, Zheng Lu. 1994. Breeding of new winter varieties of chrysanthemum. Journal of Anhui Agricultural University , 21 (1) : 59 – 62. (in Chinese)
- 傅玉兰, 郑 路. 1994. 冬菊新品种选育. 安徽农业大学学报, 21 (1) : 59 – 62.
- Guo An-xi , Fan Jia-lin , Yang Bao-you , Wang Bo-nan , Zhang Jian-wei , Chen Shu-guo , Wang Shi-rong , Wang Ran. 1997. Study on the technique of inducing mutation breeding in chrysanthemum. Acta Agriculturae Nucleatae Sinica , 11 (2) : 65 – 73. (in Chinese)
- 郭安熙, 范家霖, 杨保友, 王柏楠, 张建伟, 陈树国, 王世荣, 王 然. 1997. 菊花花色辐射诱变研究. 核农学报, 11 (2) : 65 – 73.
- Han Ke-ting , Hu Ke , Dai Si-lan. 2008. Flower color breeding by molecular design in ornamentals. Molecular Plant Breeding , 6 (1) : 16 – 24. (in Chinese)
- 韩科厅, 胡 可, 戴思兰. 2008. 观赏植物花色的分子设计. 分子植物育种, 6 (1) : 16 – 24.
- Khan A J , Hassan S , Tariq M. 2001. Haploidy breeding and mutagenesis for drought tolerance in wheat. Euphytica , 120 : 409 – 414.
- Li Hong-jian. 1993. Chrysanthemums in China. Nanjing : Jiangsu Scientific and Technical Press. (in Chinese)
- 李鸿渐. 1993. 中国菊花. 南京 : 江苏科学技术出版社.
- Liu Jin-ping , Zheng Cheng-mu. 2002. Application of *in vitro* selection and somaclonal variation in improvement of disease resistance. Hereditas , 24 (5) : 617-630. (in Chinese)
- 刘进平, 郑成木. 2002. 体外选择与体细胞无性系变异在抗病育种中的应用. 遗传, 24 (5) : 617 – 630.
- Mandal A K A , Chakrabarty D , Datta S K. 2000. Application of *in vitro* techniques in mutation breeding of chrysanthemum. Plant Cell , Tissue and Organ Culture , 60 : 33 – 38.
- Misra P , Datta S K , Chakrabarty D. 2003. Mutation in flower colour and shape of *Chrysanthemum morifolium* induced by radiation. Biologia Plantarum , 47 (1) : 153 – 156.
- Niu Chuan-tang , He Dao , Li Ya-zhi. 1995. Studies on induces mutation in maitrees (*Prunus mume* sieb et. zucc) through irradiation. Acta Agriculturae Nucleatae Sinica , 9 (3) : 144 – 148. (in Chinese)
- 牛传堂, 何 道, 李雅志. 1995. 辐射诱发梅花 (*Prunus mume* Sieb et. Zucc) 突变体的研究. 核农学报, 9(3) : 144 – 148.
- Wang Hong , Chen Fa-di , Fang Wei-min , Zhao Hong-bo. 2007a. Effect of pingyangmycin on *Dendranthema*  $\times$  *grandiflorum* cultivars *in vitro* culture. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica , 27 (4) : 693 – 698. (in Chinese)
- 王 红, 陈发棣, 房伟民, 赵宏波. 2007a. 平阳霉素对小菊品种离体培养的影响. 西北植物学报, 27(4) : 693 – 698.
- Wang Hong , Chen Fa-di , Zhao Hong-bo , Fang Wei-min. 2007b. Mutagenic effect of pingyangmycin on *Dendranthema*  $\times$  *grandiflorum* 'Italy Red' with small inflorescence. Journal of Nanjing Agricultural University , 30 (1) , 39 – 43. (in Chinese)
- 王 红, 陈发棣, 赵宏波, 房伟民. 2007b. 平阳霉素对盆栽小菊意大利红的诱变效应. 南京农业大学学报, 30 (1) , 39 – 43.

- Wang Peng-wei, Li Hong-jian, Zhang Xiao-ping. 1996. Studies on breeding of single cell mutagenesis in cut-flower chrysanthemum. *Acta Horticulturae Sinica*, 23 (3): 285–288. (in Chinese)
- 王彭伟, 李鸿渐, 张效平. 1996. 切花菊单细胞突变育种研究. *园艺学报*, 23 (3): 285–288.
- Wen Ping, Zhao Zhi-zhi, Zhu Yong-liang, Zhang Jing, Li Yan-mei, Yi Lian-ai. 1992. Study on mutation breeding by electron beam in chrysanthemum. *Journal of Nuclear-Agriculture Sciences*, 13 (3): 113–115. (in Chinese)
- 温平, 赵资智, 朱永亮, 张竞, 李燕梅, 易莲爱. 1992. 菊花电子束辐射诱变育种的研究. *核农学通报*, 13 (3): 113–115.
- Wu Shi-chang, Dai Hong-yan, Hu Kai-lun, Cheng Fu-zhen. 2007. Research on the  $M_1$  character of different dosage  $^{60}\text{Co-}\gamma$  radiation treated black rice. *Journal of Xichang College: Natural Science Edition*, 21 (1): 13–17. (in Chinese)
- 吴世长, 戴红燕, 胡开伦, 成福真. 2007.  $^{60}\text{Co-}\gamma$  射线不同剂量辐射黑稻  $M_1$  代性状研究. *西昌学院学报: 自然科学版*, 21 (1): 13–17.
- Zhao Chang-ling, Guo Wei-ming, Chen Jun-yu. 2005. Formation and regulation of flower color in higher plants. *Chinese Bulletin of Botany*, 22 (1): 70–81. (in Chinese)
- 赵昶灵, 郭维明, 陈俊愉. 2005. 植物花色形成及其调控机理. *植物学通报*, 22 (1): 70–81.

## 征 订

# 《中国蔬菜栽培学》(第2版)

## 出版发行

《中国蔬菜栽培学》(第二版)于2009年10月由中国农业出版社出版发行。全书约250万字,分总论、各论、保护地蔬菜栽培、采后处理及贮藏保鲜共4篇。总论篇概要地论述了中国蔬菜栽培的历史、产业现状,中国蔬菜的起源、来源和种类,蔬菜作物生长发育和器官形成与产品质量的关系,蔬菜生产分区、栽培制度和技术原理,蔬菜栽培的生理生态基础以及环境污染与蔬菜的关系等;各论篇较详细地介绍了根菜类、薯芋类、葱蒜类、白菜类、芥菜类、甘蓝类、叶菜类、瓜类、茄果类、豆类、水生类、多年生类、芽苗菜以及食用菌类蔬菜的优良品种、栽培技术、病虫害综合防治、采收等方面的技术经验和研究成果;保护地蔬菜栽培篇论述了中国蔬菜保护地的类型、构造和应用,主要栽培设施的设计、施工,保护地环境及调节,保护地蔬菜栽培技术;采后处理及贮藏保鲜篇重点介绍了蔬菜采后处理技术及贮藏原理和方法等。与原著(1987年版)相比较,具有如下特点:

1. 重点增加了自20世纪80年代后期以来,中国在蔬菜栽培理论、无公害蔬菜栽培技术、推广应用的新品种、病虫害综合防治以及在蔬菜产品质量、产品采后处理及贮藏保鲜原理和技术等方面取得的新成果、新进展;概述了改革开放以来中国蔬菜产、销通过商品基地建设、流通体系建设等在解决蔬菜周年生产和供应方面所取得的成绩。
2. 对蔬菜栽培历史,蔬菜的起源、来源,分类,蔬菜学名,病虫害学名等进行了复核,校勘。
3. 尽可能地反映不同学术思想和观点;尽量反映不同生态区,包括台湾地区在内的栽培技术特点。
4. 删去了“蔬菜的加工”和“野生蔬菜”两章,以使本书的内容更加切题。另在附录中增加了“主要野生蔬菜简表”、“主要野生食用菌简表”和“主要香辛料蔬菜简表”3个附表。

本书由中国农业科学院蔬菜花卉研究所主编,组织全国有较高学术水平和实际工作经验的专家、学者和技术人员130余人分别撰写,反映了21世纪初中国蔬菜栽培科学研究和蔬菜生产技术的水平,内容较全面、系统,科学性、学术性强,亦有较强的实用性,并插有近500张彩图,可供相关科研人员、农业院校师生、专业技术人员或管理人员等参考。

定价330元(含邮费)。

购书者请通过邮局汇款至北京中关村南大街12号中国农科院蔬菜花卉所《园艺学报》编辑部,邮编100081。