

## $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$ 辐射对不同紫薇品种种子萌发及幼苗生长的影响

郑绍宇<sup>1</sup>, 徐 梁<sup>2</sup>, 申 星<sup>1</sup>, 黄玉苗<sup>1</sup>, 顾翠花<sup>1</sup>

(1. 浙江农林大学 园林与建筑学院, 浙江 杭州 311300; 2. 浙江省林业科学研究院, 浙江 杭州 310023)

**摘要:** 为探讨不同辐射剂量对紫薇 *Lagerstroemia indica* 种子萌发及幼苗生长的影响, 探索不同剂量对 4 个紫薇品种幼苗萌发及生长的影响, 确定紫薇种子适宜的诱变剂量。以不同剂量  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  射线辐射处理 ‘堇薇’ *L. indica* ‘Jin Wei’, ‘嵊州红’ *L. indica* ‘ShengZhouHong’, ‘比利时’ *L. indica* ‘BiLiShi’, ‘红霞’ *L. indica* ‘HongXia’ 4 个紫薇品种。结果表明: 同一辐射剂量对 4 个紫薇品种种子发芽和生长的影响具有差异性; 随着辐射剂量的增加, 种子发芽率及生长呈先升后降的趋势, 除 ‘红霞’ 外, 其余 3 个紫薇品种异常发育幼苗比例随着辐射剂量的增加而上升。‘堇薇’ 的最佳辐射剂量为 150 Gy, ‘嵊州红’、‘比利时’、‘红霞’ 最佳辐射剂量为 200 Gy。本研究为紫薇辐射育种研究提供理论支持。

**关键词:** 2 辐射; 紫薇; 种子萌发率; 幼苗生长

**中图分类号:** S685.99; S723.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3776 (2018) 01-0077-05

## Effect of Irradiation of $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$ on Seed Germination and Seedling Growth of Four Cultivars of *Lagerstroemia indica*

(1. School of Landscape Architecture, Zhejiang A & F University, Hangzhou 311300, China; 2. Zhejiang Academy of Forestry, Hangzhou 310023, China)

**Abstract:** Seeds of *Lagerstroemia indica* ‘Jinwei’, *L. indica* ‘Shengzhouhong’, *L. indica* ‘Bilishi’ and *L. indica* ‘Hongxia’ were collected in September 2015, and irradiated in April 2016 with  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$ -ray at 0, 150, 200 and 250 Gy. Observations were made on seed germination and their growth of seedlings. The results indicated that seed germination rate and their seedling growth of treated cultivars had positive relation with  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  radiation dosage at first, but negative at last. Rate of seedling with abnormal growth increased with dosage of  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$ -ray except that of *L. indica* ‘Hongxia’. The experiment concluded that the best dosage of  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  ray for *L. indica* ‘Jinwei’ seeds was 150 Gy, 200 Gy for *L. indica* ‘Shengzhouhong’, *L. indica* ‘Bilishi’ and *L. indica* ‘Hongxia’.

**Key words:**  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$ ; *Lagerstroemia indica*; radiation; seedling growth

紫薇属 *Lagerstroemia* L. 为千屈菜科 Lythraceae 落叶或常绿的乔木或者灌木, 分布于亚洲东部、东南部和南部热带和亚热带地区、马来西亚、菲律宾以及澳大利亚等地。该属种类花大色艳, 具有较高的观赏价值, 在园林造景中应用广泛, 萌发性较强, 其中部分种类于石灰岩山区生长良好, 是用于石灰岩地区绿化的良好树种。国外利用中国紫薇属丰富的种质资源<sup>[1]</sup>, 在紫薇属育种方面获得良好的发展, 但紫薇种子播种发芽率较低, 成活率不高。辐射处理种子能有效提高种子变异频率, 从而影响种子的发芽率及幼苗成长。近年来, 通过辐射诱变育种改良植物性状, 已经成为植物育种的重要手段, 植物辐射育种在农作物生产、果树园艺作物上应用广泛<sup>[2-3]</sup>,  $\gamma$  射线辐射通过影响细胞或器官、生理、形态等方面从而影响植物生长发育<sup>[4]</sup>, 适宜剂量的  $\gamma$  射线辐

收稿日期: 2017-07-02 ; 修回日期: 2017-11-23

基金项目: 浙江省自然科学基金项目 (LY17C160003)

作者简介: 郑绍宇, 硕士在读, 从事园林植物遗传育种研究; Email: 15068710091@163.com。通信作者: 顾翠花, 副教授, 博士, 从事园林植物资源与遗传育种研究; Email: gu\_cuihua126.com。

照能诱发植物遗传性变异,从而达到选育新品种的目的<sup>[5-7]</sup>,近年在园林观赏植物中应用逐渐增多并取得一定进展,如君子兰 *Clivia miniata*<sup>[8]</sup>, 梔子 *Gardenia jasminoides*<sup>[9]</sup>等。不同剂量 <sup>60</sup>Co- $\gamma$  辐射处理五叶地锦 *Parthenocissus quinquefolia* 种子影响较为显著<sup>[10]</sup>。本研究以 4 个紫薇品种为材料,利用 <sup>60</sup>Co- $\gamma$  辐射紫薇种子,观察 <sup>60</sup>Co- $\gamma$  射线不同剂量对 4 个紫薇品种种子萌发及幼苗生长的影响,以期紫薇辐射诱变育种适宜剂量选择提供依据,对提高紫薇种子发芽率、培育观赏价值更高的新品种,丰富紫薇属植物种类提供理论基础<sup>[11]</sup>。

1 材料与方法

1.1 材料

2015 年 6 月,在浙江海宁森城实业有限公司苗木基地,30°30' N, 120°36' E,选取生长良好,长势一致,可正常开花结实的‘堇薇’ *L. indica*‘Jin Wei’, ‘嵊州红’ *L. indica*‘ShengZhouHong’, ‘比利时’ *L. indica*‘BiLiShi’, ‘红霞’ *L. indica*‘HongXia’。为减小试验差异,每个品种选取一株挂牌,取种。标牌标注品种名称和挂牌日期。2015 年 9 月上旬,采集 4 个品种紫薇种子,经晾晒后置于纸质信封中阴干保存。

1.2 实验仪器方法

1.2.1 种子辐射 2016 年 4 月 5 日,从收集到的 4 个紫薇品种种子中选取饱满,无病虫害感染的种子送至浙江省农业科学院核能所,分别利用 150, 200, 250 Gy 3 种剂量的 <sup>60</sup>Co- $\gamma$  射线对 4 个紫薇品种的种子进行辐射处理<sup>[4-7]</sup>,剂量率为 2 Gy·min<sup>-1</sup>,设置 3 个重复,以每个紫薇品种未经辐射处理的种子为对照,将辐射后的种子贮藏在 4℃冰箱中备用,辐射处理情况见表 1。

表 1 4 个紫薇品种种子辐射处理情况  
Table 1 Irradiation treatments on 4 cultivars of *L. indica*

品种名	辐射剂量/Gy	种子数量/粒	品种名	辐射剂量/Gy	种子数量/粒
‘堇薇’	0	300	‘比利时’	0	75
	150	300		150	75
	200	300		200	75
	250	300		250	75
‘嵊州红’	0	75	‘红霞’	0	75
	150	75		150	75
	200	75		200	75
	250	75		250	75

1.2.2 催芽 播种前 2 天(2016 年 4 月 8 日),对辐射种子及对照种子进行催芽。将 <sup>60</sup>Co- $\gamma$  辐射后的种子用单层吸水滤布包好浸泡于 50℃的水中 15 min 后取出,用纱布将种子多余水分吸除,将种子用次氯酸钠消毒 10 min,消毒后将处理好的种子放置于铺有滤纸的培养皿中,置于 37℃,光照 12 h 的培养箱中催芽,期间定时洒水保持种子和滤纸湿润,无多余水分溢出,催芽 48 h。

1.2.3 播种 2016 年 4 月 10 日,将处理后的辐射种子及对照种子分别均匀播到 42 cm×42 cm×5 cm 统一规格的穴盘中,每个品种重复 3 次,播种深度为 0.5~2.0 cm,基质为泥炭土:蛭石按 7:3 混合,播种完成后充分浇水,之后每天浇水 1 次。播种实验和后期观察在温室与实验室进行。

1.2.4 数据统计 统计种子发芽率和生长情况,以连续 3 d 每天的发芽率不超过供试种子总数的 1%为发芽结束时间<sup>[12]</sup>,在播种的穴盘中将已经发芽的幼苗取出样品,并用游标卡尺,测量根的长度和植株高度,重复 3 次取平均值,分别在播种第 30, 40, 50, 60 天统计种子发芽率及幼苗生长情况,胚根突破种皮有露白现象即为发芽,幼苗生长茎干出现分裂,植株畸形,叶片出现皱短、黄斑、发育不良等现象的视为异常发育幼苗。

种子萌发率计算公式如下:

萌发率 = (规定时间内种子发芽数/供试种子数) × 100%

并在播种 30 d 时统计各个品种中发育异常幼苗在幼苗总数中占的比例。计算公式如下:

异常发育幼苗比率 = (异常发育幼苗数/幼苗总数) × 100%

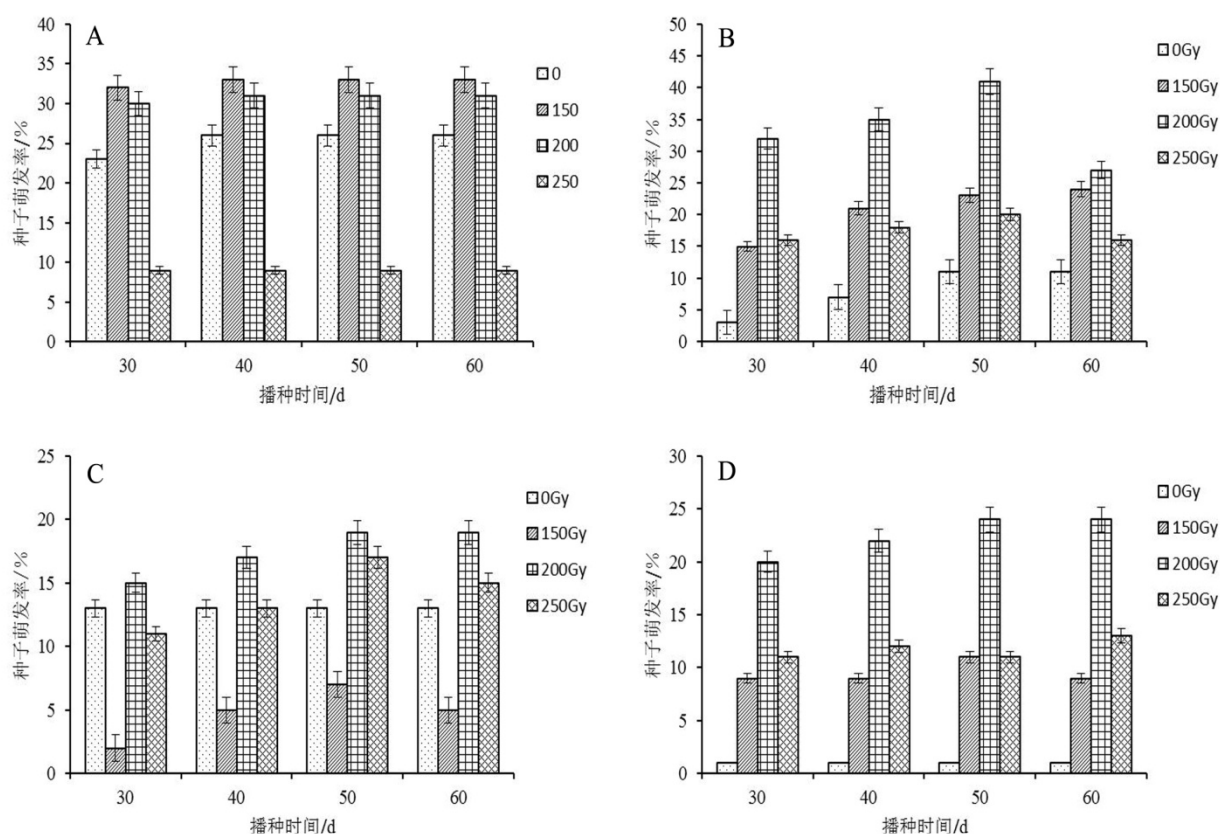
1.3 数据分析

采用 origin 7.5, SPSS 19.0, CS 6.0 等软件进行图表处理 and 数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 辐射处理对 4 个紫薇品种种子发芽率的影响

如图 1 所示, 4 个紫薇品种种子经辐射处理后, 发芽率受影响程度不同, 多数处理在播种后 1 个月左右完成发芽。4 个品种在辐射处理后种子萌发表现出较大差异, 辐射后种子的发芽率, 明显高于或低于同组未辐射种子。对照组中‘嵊州红’、‘红霞’的发芽率相较于辐射种子更低, ‘堇薇’对照组种子的发芽率高于其他 3 个品种对照组的发芽率。种子辐射剂量为 150~200 Gy 时‘嵊州红’、‘红霞’2 个品种种子发芽率随着辐射剂量的增加呈上升趋势, 在辐射剂量为 200 Gy 时, 种子发芽率达到最高, 辐射剂量为 200~250 Gy 时, 种子发芽率开始下降。辐射显著提升了‘堇薇’种子发芽率; 辐射剂量为 150 Gy 时, 发芽率最高, 之后随着辐射剂量的增加, 种子发芽率开始降低, 辐射剂量为 250 Gy 时, 种子发芽率降至最低, 降至 10% 以下。当辐射剂量为 150 Gy 时, ‘比利时’紫薇种子发芽率降至同组最低, 随着辐射剂量的增加, 种子发芽率上升, 辐射剂量为 200 Gy 时发芽率达到最高, 随后辐射剂量调整为 250 Gy 时, 种子发芽率开始下降。研究结果表明, 辐射不同程度的促进或抑制了 4 个紫薇品种的种子发芽率; ‘堇薇’、‘嵊州红’、‘红霞’、‘比利时’经过辐射后种子发芽率均呈现由低到高再降低的过程; 辐射对‘堇薇’种子发芽率的影响最大, ‘堇薇’种子最适宜的辐射剂量为 150 Gy。当辐射剂量为 200 Gy, 能有效提高‘嵊州红’、‘红霞’、‘比利时’3 个品种种子的发芽率。



A-‘堇薇’; B-‘嵊州红’; C-‘比利时’; D-‘红霞’。

图 1 不同辐射剂量对 4 个紫薇品种种子发芽率的影响

Figure 1 Effect of various irradiation dosage on seed germination rate

### 2.2 辐射对 4 个紫薇品种幼苗生长的影响

不同辐射剂量对 4 个紫薇品种种子生长影响差异明显, 在播种 60 d 后种子根长及株高情况见表 2。由表 2

可知,从4个紫薇品种对照组相比较来看,不同辐射剂量对4个紫薇品种种子幼苗生长影响差异不同;150 Gy剂量的辐射对‘堇薇’种子生长影响最为显著,相比较同组中对照,根长和株高生长明显,达到同组中最高。经过150 Gy剂量的辐射处理后促进了‘嵊州红’种子株高和根长的生长,分别增长了0.66 cm和0.05 cm。‘比利时’、‘红霞’、‘嵊州红’3个品种的种子发芽及生长与‘堇薇’相比较有明显差异;‘比利时’、‘红霞’、‘嵊州红’3个品种的种子经过200 Gy辐射剂量处理后,促进了种子发芽和生长,但在250 Gy剂量辐射后,4个紫薇品种种子发芽和生长都受到明显抑制,从结果来看,辐射不同程度的促进或抑制了4个紫薇品种种子的发芽和生长,‘堇薇’最适宜的辐射剂量为150 Gy,‘比利时’、‘红霞’、‘嵊州红’3个品种的最适宜剂量为150~200 Gy。

表2 不同辐射剂量对4个紫薇品种幼苗生长的影响  
Table 2 Effect of different irradiation doses on growth seedlings

品种名	辐射剂量/Gy	根长/cm	株高/cm	品种名	辐射剂量/Gy	根长/cm	株高/cm
‘堇薇’	0	3.06±0.32b	3.69±0.14a	‘比利时’	0	1.60±0.01b	2.26±0.12ab
	150	3.55±0.20a	3.91±0.08a		150	1.77±0.02b	1.90±0.15b
	200	3.43±0.23b	3.59±0.08a		200	3.18±0.28a	3.06±0.25a
	250	2.80±0.04b	2.42±0.12b		250	1.73±0.25b	2.68±0.44ab
‘嵊州红’	0	3.95±0.26c	5.00±0.33a	‘红霞’	0	1.05±0.16c	2.60±0.18c
	150	4.00±0.34b	5.66±0.44b		150	2.67±0.16b	3.31±0.24b
	200	4.90±0.03a	5.49±0.31a		200	3.50±0.17a	4.54±0.05a
	250	3.21±0.31a	3.59±0.23a		250	1.70±0.12c	2.32±0.10c

注:表中数据均为平均值±标准误;同列不同字母表示0.05水平差异显著。

2.3 辐射对紫薇幼苗异常发育的影响

经过<sup>60</sup>Co-γ的辐射处理,紫薇不同品种的出苗和成苗情况均受到不同程度的影响,在播种第60天成苗情况基本稳定时,各处理与对照的种子萌发、成苗情况、根长各项差异均达到了显著水平,随着辐射剂量的增大不同品种的根长和株高差异表现明显<sup>[15]</sup>,统计各个品种异常发育幼苗的比例情况(图2),4个紫薇品种幼苗成长过程中出现明显变化,表现为幼苗生长茎干出现分裂,植株畸形,叶片发黄,出现皱短,发育不良等现象。由图2可知,除‘红霞’外其余3个品种异常发育幼苗比例随着辐射剂量的增加而上升,辐射剂量为200 Gy时‘红霞’异常幼苗比例最高,其次是‘比利时’和‘嵊州红’,‘堇薇’最低,当辐射剂量为250 Gy时‘嵊州红’和‘堇薇’异常幼苗比例上升明显,而‘红霞’异常幼苗比例呈小幅下降,说明辐射对4个紫薇品种种子幼苗发育影响不同,辐射剂量为150 Gy时‘堇薇’表现最为敏感,异常发育幼苗比例最高,辐射剂量为200 Gy时‘红霞’异常发育幼苗比例最高,影响其幼苗生长发育,‘嵊州红’和‘堇薇’在辐射为200Gy时异常发育幼苗比例小于‘比利时’和‘红霞’,而当辐射剂量为200 Gy时异常发育幼苗比例明显上升,说明辐射剂量为200 Gy时对‘嵊州红’和‘堇薇’幼苗发育影响较大,当辐射剂量达到250 Gy时,除‘红霞’外,其余3个品种异常发育幼苗比例明显上升。

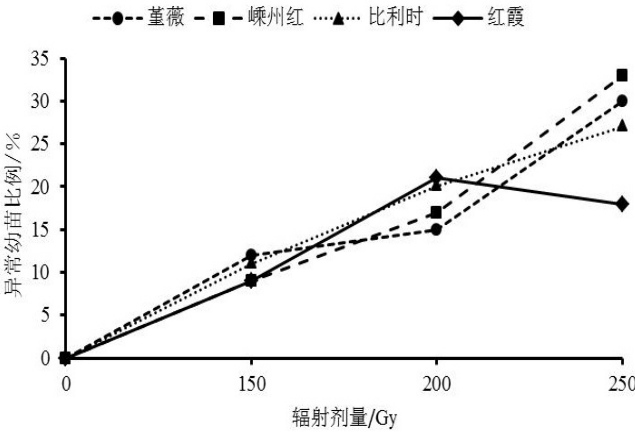


图2 发育异常幼苗所占比例  
Figure 2 Rate of seedling with abnormal growth

3 结论与讨论

辐射在植物育种中应用广泛,辐射处理可以有效提高变异,成为选育良种的重要手段,不同植物品种对辐射的敏感性不同,适宜的辐射剂量可以提高突变频率<sup>[13]</sup>,但辐射剂量过高会降低发芽率、增加畸形突变的概率。

本研究根据  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  辐射后种子发芽率计算紫薇品种的适宜辐射剂量, 不同紫薇品种间适宜的辐射剂量存在差异, ‘堇薇’ 的适宜辐射剂量为 150 ~ 200 Gy, ‘嵊州红’、‘比利时’ ‘红霞’ 3 个紫薇品种最适宜的辐射剂量为 200 Gy, 这与原蒙蒙<sup>[1]</sup>等的研究结果一致。同种植物不同品种间存在遗传性差异导致对辐射的敏感性不同, 耿兴敏<sup>[14]</sup>等对桂花的研究表明, 经辐射处理后桂花种子萌发状况存在明显的品种间差异, 随着辐射剂量的增加种子发芽率降低。本研究结果表明,  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  辐射处理提高了 4 个紫薇品种种子的发芽率。除 ‘堇薇’ 外, 其他 3 个品种的种子发芽率在辐射剂量为 200 Gy 时达到最高, 随后发芽率明显下降。本研究中低剂量的  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  辐射处理可以有效提高种子的发芽率和生长, 过高剂量的辐射处理可能破坏了种胚组织, 抑制了种子萌发的生理活动, 从而导致种子发芽率降低<sup>[15-17]</sup>, 不同剂量的辐照处理种子对不同紫薇品种影响不同, 随着辐射剂量的增加, 发育异常的幼苗比例明显增加, 且出现不同程度的黄斑, 叶片皱短, 茎干分裂等现象。本研究表明, 随着  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  辐射强度的增强, 辐射对幼苗的根长和株高呈先促进后抑制的趋势, 在 150 ~ 200 Gy 辐照范围内, 促进了紫薇品种幼苗的株高和根长的生长, 辐射剂量为 250 Gy 时, 幼苗生长明显受到抑制, 实验结果与张玉<sup>[18]</sup>, 王文恩<sup>[19]</sup>等一致, 本实验初步证实, 经过  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  射线辐射后不同程度的促进或抑制了紫薇品种种子的萌发和生长, 辐射处理下 4 个紫薇品种种子发芽和生长存在品种间差异。

#### 参考文献:

- [1] 原蒙蒙, 李妍, 王献.  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  辐射对紫薇种子生物学效应的影响[J]. 河南农业科学, 2015, 44 (1): 101-104.
- [2] 查钱慧, 金俊, 杨亚慧, 等.  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  辐射对 3 株南山茶种子发芽及幼苗生长的影响[J]. 河南农业科学, 2015, 44 (10): 61-64.
- [3] 李玉明, 杨世梅, 纪海波, 等.  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  辐射对西瓜种子萌发和幼苗生长的效应[J]. 西北农业学报, 2013, 22 (08): 115-120.
- [4] Kim J H, Chung B Y, Kim J S, *et al.* Photosynthesis and antioxidative capacity of red pepper (*Capsicum annuum* L.) plants[J]. J Plant Biol, 2005, 48 (1): 47-56.
- [5] 沈向, 毛志泉, 胡艳丽, 等. 桃花新品种‘紫奇’[J]. 园艺学报, 2007, 34 (5): 1336.
- [6] 王泽槐, 刘文清, 吕顺, 等. 香蕉新品种——‘华农中把’的选育[J]. 果树学报, 2012, 29 (4): 710-711.
- [7] 游建华, 李松, 何为中, 等.  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  辐射诱变育成甘蔗新品种桂糖 22 号[J]. 核农学报, 2006, 20 (2): 95-98.
- [8] 包建中, 李凤童, 刘春贵, 等. 大花君子兰新品种‘扬君 2 号’[J]. 园艺学报, 2014, 41 (8): 1753-1754.
- [9] 徐 宏, 胡小红, 陈军顺, 等. 辐射诱变选育栀子新品系[J]. 核农学报, 2010, 24 (5): 937-940.
- [10] 付彦荣, 韩益, 孙振元, 等.  $\text{Co-}^{60}\gamma$  辐射对五叶地锦种子发芽和 M1 性状的影响[J]. 中国农学通报, 2004, 20 (6): 73-76.
- [11] 肖鑫丽, 刘京宏, 尹德松, 等. 辐射在园艺植物诱变育种中的应用研究进展[J]. 贵州农业科学, 2015, 43 (1): 20-23.
- [12] 赵静, 王奎玲, 刘庆超, 等. 紫薇种子  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  辐射效应与半致死剂量的确定[J]. 中国农学通报, 2008, 24 (2): 463-465.
- [13] 齐孟文, 王化国. 我国花卉辐射育种的进展与剖析[J]. 核农学通报, 1997, 06 (1): 290.
- [14] 耿兴敏, 王良桂, 李娜, 等.  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  辐射对桂花种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 核农学通报, 2016, 30 (2): 0216-0223.
- [15] BORZOU EI A, KAFI M, KHAZAEI H, *et al.* Effects of gamma radiation on germination and physiological aspects of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings[J]. Pak J Bot, 2010, 42 (4): 2281-2290.
- [16] GAUL H. Present aspect of induced mutation in plant breeding[J]. Euphytica, 1958, (7): 275-278.
- [17] SATO M, MATSUI T. Differential radio sensitivity between seeds and seedlings of *Nicotiana debneyi* in respect of chlorogenic acid content[J]. Plant Sci, 1995, 109 (2): 139-144.
- [18] 张玉, 白史且, 李达旭, 等.  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  辐射对菊苣种子发芽及幼苗生理的影响[J]. 草地学报, 2013, 01 (21): 148-151.
- [19] 王文恩, 包满珠, 张俊卫.  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  射线对日本结缕草干种子的辐射效应研究[J]. 草业科学, 2009, 26 (05): 155-160