

# 不同辐射剂量对 2 种荷花种子 发芽和植株变异的影响

王华 徐榕\* 王彦杰 金奇江 徐迎春\*\*

(南京农业大学 园艺学院, 江苏 南京 210095)

**摘要:** 以微山湖红莲和黑龙江红莲 2 种不同生态型的野生荷花的种子为试验材料, 采用不同剂量的<sup>60</sup>Co- $\gamma$  射线辐射诱变处理, 考察辐射处理后荷花种子的发芽及植株生长变异情况, 以找到产生有益变异的适宜辐射剂量。结果表明: 辐射处理对 2 种荷花的种子发芽和成苗均存在抑制作用; 低剂量(20 Gy) 辐射处理对立叶数及株高生长存在一定的促进作用。当辐射剂量较高时(50、60 Gy), 荷叶的形状及颜色的变异率较大, 开花较迟, 但同时致死率也提高。微山湖红莲种子辐射诱变半致死剂量为 125 Gy, 黑龙江红莲种子的半致死剂量为 160 Gy。

**关键词:** 荷花; 种子; 辐射诱变; 发芽; 植株发育

中图分类号: S682.32 文献标志码: A 文章编号: 1001-8581(2018)06-0021-04

## Effects of Different Radiation Doses on Seed Germination and Plant Variant of Two Lotus Species

WANG Hua, XU Rong\*, WANG Yan-jie, JIN Qi-jiang, XU Ying-chun\*\*

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

**Abstract:** The seeds of different ecotypes of 2 wild lotus species “Weishanhu red lotus” and “Heilongjiang red lotus” were chosen as the experimental materials, they were radiated by different doses of cobalt 60 gamma-rays for mutagenesis, and the treated seed germination and plant growth variant of lotus were surveyed to find out the suitable radiation dose causing beneficial variants. The results showed that the radiation treatment had an inhibition to the seed germination and seedling rate of 2 lotus species. The low-dose (20 Gy) radiation treatment had a certain promoting effect on the leaf number and plant height of 2 lotus species. When the dose of radiation was relatively high (50, 60 Gy), the lotus leaf shape and color had higher variant rate, the date of flowering was delayed, and their mortality was increased. The median lethal dose of seed radiation for the mutagenesis of “Weishanhu red lotus” and “Heilongjiang red lotus” was 125 Gy and 160 Gy, respectively.

**Key words:** Lotus; Seed; Radiation breeding; Germination; Plant growth

荷花(*Nelumbo nucifera*) 属莲科莲属, 是我国十大名花之一, 具有极高的观赏价值, 栽培历史悠久, 品种资源丰富。近年来, 随着人民生活水平的提高, 人们对观赏荷花的关注热度不断提升, 荷花作为夏季开花植物在花卉产业中也越来越受到重视<sup>[1]</sup>。荷花群体性状的稳定是相对的, 自然界变异是绝对的。利用自然界中的优良变异, 虽然可以选育出许多优良品种, 但由于荷花自然变异频率不高, 很难满足人们对花色、花期、香味、株型、叶色、抗性等方面的要求<sup>[2]</sup>。因此, 必须广泛利用现代科学手段, 创造出更多、更新的变异类型, 扩大选种材料的来源, 以满足人们对荷花新品种的观赏需求<sup>[3]</sup>。

辐射育种是观赏植物常用的育种技术之一, 具有

突变率高的优点。目前在荷花上已有研究。陈秀兰等<sup>[4]</sup>采用杂交手段, 并利用<sup>60</sup>Co- $\gamma$  射线对观赏荷花种藕及莲子进行辐射诱变处理, 就观赏荷花当代和后代的性状变异进行了初步研究, 筛选出 4 个具有观赏价值的新材料。选育的 4 个优良株系, 经过 2 年的缸栽观测鉴定, 比较符合预期育种目标。

但多数报道所用的试验材料是杂交的荷花种子, 钱萍等<sup>[5]</sup>选用杭州荷花资源圃中的人工杂交和自然杂交的子代种子进行辐射处理, 以找到合适的辐射剂量范围, 并发现筛选变异株, 以鉴定其中是否出现新品种。而本研究以分属于不同生态型的野生荷花品种微山湖红莲(温带型)和黑龙江红莲(寒带型)为研究对象, 两者均为野生品种, 属大型藕莲, 花艳花繁;

收稿日期: 2018-01-02

基金项目: 江苏省农业科技自主创新基金[CX(16)1024]; 国家自然科学基金青年基金(31501795)。

作者简介: 王华(1994—), 男, 河南郑州人, 硕士研究生, 从事荷花育种, 观赏植物生理生态。\* 共同第一作者: 徐榕。\*\* 通讯作者: 徐迎春。

其种子形态狭长,发芽率高达 100%;具有遗传基因高度统一,生长比较规范、整齐;抗逆性强,易于管理等优点。本研究以不同剂量的<sup>60</sup>Co- $\gamma$ 射线辐射处理 2 种荷花的种子,通过综合分析种子的发芽及植株生长变异情况,以找到这 2 种荷花种子适宜的辐射剂量,并评估变异性状的价值,为后续进一步培育优异的荷花新品种奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

微山湖红莲和黑龙江红莲当年收获的种子分别购自山东微山县微山湖荷花基地和黑龙江虎林县荷花基地。

### 1.2 辐射处理

2014 年 10 月 16 日于江苏省农科院辐照中心进行<sup>60</sup>Co- $\gamma$ 射线辐射处理,设置辐射剂量分别为 20、30、40、50、60 Gy,辐射剂量率为 1 Gy/min。以未辐射处理的种子作为对照。每个处理组黑龙江红莲 30 粒种子,微山湖红莲 100 粒种子。

### 1.3 观测的内容和方法

2015 年 5 月 4 日对莲子进行破壳、浸种催芽。催芽 1 周后,统计种子的发芽数,计算发芽率、发芽势<sup>[6]</sup>,统计未发芽的种子数,计算致死率,再根据不同辐射剂量下的致死率计算半致死剂量。半致死剂量是植株存活率为 50% 时的辐射剂量,这个时候的诱变效果最佳。不同的辐射剂量为自变量( $X$ ),不同剂量下产生的死亡率为因变量( $Y$ ),利用软件得出直线回归方程,可以得出 2 个荷花品种的半致死剂量<sup>[7]</sup>。

发芽率(GR) / % = 第 7 天发芽种子数 / 供试验种子数  $\times$  100%

发芽势(GE) / % = 4 天内发芽种子数 / 供试验种子数  $\times$  100%

致死率(GD) / % = 7 天内未发芽种子数 / 供试验种子数  $\times$  100%

将出芽的幼苗定植于填充湖塘泥的直径 20 cm 的荷花缸中,每缸定植 2 株,定期除草、除虫。统计成活的植株数量,计算每组的成苗率。

自叶片长出开始,定期观察记录植株各器官性状的变异情况,包括叶片的形状、叶片的颜色、叶片的数量、立叶高度、开花的性状包括花色、花的直径、花枝的高度、瓣型情况(是否出现重瓣变异)等方面是否出现变异,并统计处理后植株的变异率。以上述性状之一出现异于对照的变异即视为发生了变异。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同剂量辐射处理对荷花种子发芽、成苗的影

### 响及辐射的半致死剂量

从表 1 可以看出,微山湖红莲种子的发芽受辐射处理影响不大,所有处理的发芽率均大于 90%,且辐射处理可促进种子的发芽,其中以辐射剂量为 20 Gy 时的发芽率最高。从发芽势来看,辐射处理促进微山湖红莲种子的发芽进度,其中 20 Gy 处理的发芽最快。但观察发现,种子虽然能发芽,但并不能全部正常出苗。与对照相比,辐射处理组微山湖红莲的出苗率均降低,且随辐射剂量的增加而下降,60 Gy 处理组的出苗率最低。说明微山湖红莲的出苗受辐射抑制,辐射伤害主要表现在莲子发芽到出苗期间,导致部分发芽的种子在生长过程中死亡。

表 1 不同辐射剂量对 2 个品种荷花种子的发芽率、成苗率的影响 %

剂量 / Gy	微山湖红莲			黑龙江红莲		
	发芽率	发芽势	出苗率	发芽率	发芽势	出苗率
0(CK)	90.91	76.00	95.00	100.00	76.67	100.00
20	96.00	96.00	93.75	93.33	90.00	96.42
30	92.00	80.00	91.30	96.67	93.33	96.55
40	93.00	78.00	89.24	100.00	76.67	93.33
50	91.82	92.00	91.09	93.33	86.67	80.77
60	94.00	85.00	58.51	96.67	90.00	82.75

辐射处理后黑龙江红莲种子的发芽率与对照相比稍有下降,但均大于 90%;其中 40 Gy 辐射处理组发芽率最高。出苗率随辐射剂量的增加而呈现下降趋势,但仍高于 80%,说明黑龙江红莲较微山湖红莲更加耐受辐射伤害。从发芽势可以看出,辐射剂量为 20 Gy 时对 2 个品种的荷花种子发芽均有一定的促进作用。在出芽率和成苗率 2 个方面,辐射对微山湖红莲的伤害大于黑龙江红莲。

通过表 2 和图 1 可以看出,种子的致死率和辐射剂量之间表现出极显著的正相关性,由图 1 的致死率和辐射剂量的回归方程计算得出:当致死率为 50% 时,微山湖红莲的半致死辐射剂量为 125 Gy,黑龙江红莲的半致死剂量为 160 Gy。

表 2 不同辐射剂量对 2 个品种荷花种子致死率的影响

剂量 / Gy	微山湖红莲		黑龙江红莲	
	致死率 / %	半致死剂量 / Gy	致死率 / %	半致死剂量 / Gy
0(CK)	9.09	125	0	160
20	6.25		3.57	
30	8.70		3.45	
40	10.76		6.67	
50	8.91		19.23	
60	41.49		17.25	

### 2.2 不同剂量辐射处理对荷花立叶数和株高的影响

辐射处理后 2 种荷花幼苗的新叶外观形态发生

变异,有的新叶呈现为棕红色,有的则产生黄白斑点或黄白条纹。随着新叶的生长,叶面上的黄白斑点或条纹逐渐消失,而棕红色叶面则变得焦枯直至死亡;且黑龙江红莲较微山湖红莲而言叶面焦枯现象更严重。微山湖红莲、黑龙江红莲种子播种第 25 天时新叶的变异情况见图 2。

经统计新叶外观形态的变异率发现(表 3),一定范围内辐射剂量越高,荷花幼苗新叶的变异率就越高,且黑龙江红莲新叶变异率远大于微山湖红莲。

微山湖红莲荷叶后长出的立叶长大之后,部分荷花叶边缘不规则(图 3-1);叶面出现黄绿色扇形带(图 3-2);部分荷叶性状产生变化,沿着叶面某一条

直径线上向内凹进少许,且叶面出现裂皮(图 3-3)。

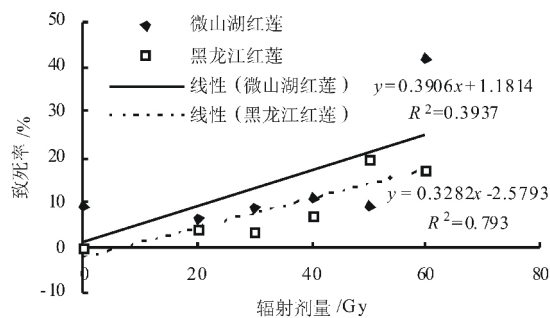
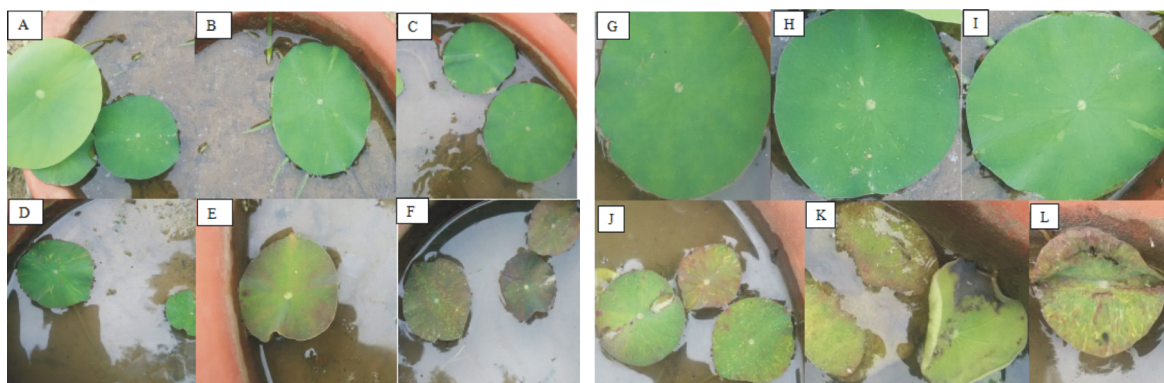


图 1 不同辐射剂量对 2 个品种荷花种子致死率的线性回归方程



A、B、C、D、E、F 的  $^{60}\text{Co}-\gamma$  辐射剂量分别为 0(CK)、20、30、40、50、60 Gy。

G、H、I、J、K、L 的  $^{60}\text{Co}-\gamma$  辐射剂量分别为 0(CK)、20、30、40、50、60 Gy。

图 2 微山湖红莲、黑龙江红莲种子播种第 25 天时新叶的变异情况

从表 4 可以看出,当辐射剂量为 0 和 20 Gy 时,微山湖红莲的立叶数较多,且辐射剂量为 20 Gy 时,立叶数最多;随着辐射剂量的增加,立叶数越来越少,最后接近于 8;辐射在微山湖红莲生长发育过程中仍然产生很大影响,在辐射剂量为 20 Gy 时,有轻微促进立叶的作用,随着剂量增强会产生抑制作用。

当辐射剂量为 0、20、30 Gy 时,黑龙江红莲的立叶数较多,且辐射剂量为 0 时,立叶数最多;随着辐射剂量的增加,立叶数开始减少;辐射在黑龙江红莲生

长发育过程中仍然产生很大影响。

表 3 辐射对 2 个荷花品种新叶变异的影响

剂量/Gy	变异率/%	
	微山湖红莲	黑龙江红莲
0(CK)	28	32
20	36	35
30	36	39
40	33	64
50	43	81
60	40	89

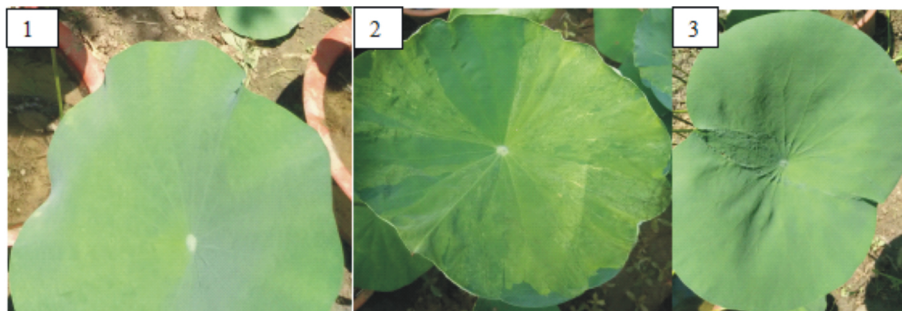


图 3 60 Gy 辐射剂量处理微山湖红莲播种 48 d 长成的荷叶变异情况

辐射在立叶数方面的影响,对黑龙江红莲的伤害

影响大于微山湖红莲。

由图 4 可知,微山湖红莲在 20、30 Gy 辐射剂量下的株高较高,分别为 38、45.25 cm,且在 20 Gy 时的株高最高。随着辐射剂量的增加,微山湖红莲的植株高度先上升,在 20 Gy 时达到最高,之后呈现下降趋势;较高剂量处理(50、60 Gy)的株高下降较明显,说明高剂量辐射会对株高生长产生一定的抑制作用。

黑龙江红莲在长出立叶之后,由于本次试验自然环境原因(光照强、试验期间温度骤降),在立叶之后大量死亡,故未获得株高的数据。

微山湖红莲开花情况如下:辐射剂量 20 Gy,最先开花 8 月 16 号出现 4 朵花苞,9 月 3 日还有 2 朵正在盛开;辐射剂量 30 Gy,较早开花 8 月 16 日出现 1 朵花苞,9 月 3 日还有 5 朵正在盛开;辐射剂量 60 Gy,较迟开花,9 月 3 日时出现 5 朵花苞(图 5)。其他辐射剂量开花时间 8 月 16 日~9 月 3 日之间。

表 4 辐射对微山湖红莲立叶数的影响

剂量/Gy	平均立叶数	
	微山湖红莲	黑龙江红莲
0(CK)	11.6	8.0
20	11.7	7.2
30	10.0	7.0
40	8.3	4.6
50	8.4	6.0
60	8.0	5.7

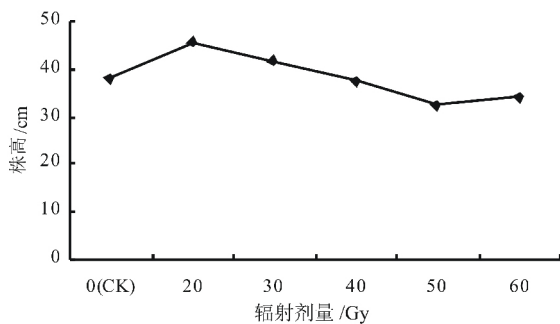


图 4 各辐射处理对微山湖红莲株高的影响



图 5 微山湖红莲 20 Gy 辐射剂量下的开花情况

通过试验发现,辐射剂量为 20 Gy 和 30 Gy 时,可以促进微山湖红莲提前开花,当辐射剂量较高(60

Gy)荷花开花时间会推迟。

黑龙江红莲在长出立叶之后,由于本次试验自然环境的原因(光照强、试验期间温度骤降),在立叶之后大量死亡,故未获得开花的数据。

### 3 讨论

辐射剂量影响荷花品种的出芽率和成苗率。在一定范围内,随着辐射剂量的增加,发芽率和出苗率都不断降低。结果表明:出苗率受辐射影响更加明显,说明辐射在荷花种子出苗期间造成的伤害更大,甚至导致部分发芽莲子在生长过程中死亡<sup>[8]</sup>。20 Gy 的辐射剂量处理可以促进微山湖红莲种子的发芽率和出苗率。

不同辐射剂量对当代荷花品种有很大影响。辐射极大地提高了荷叶的变异率,但辐射诱变也具有很大的随机性。当辐射剂量较高(50、60 Gy)时,易产生较大程度的变异,剂量越低产生变异程度越轻。同时通过与包建忠等<sup>[8]</sup>不同辐射剂量对观赏荷花种藕和种子的结果比较,发现辐射荷花的种子较辐射萌芽的种藕,变异率和变异程度更大。

本试验发现,辐射可以诱导观赏荷花莲子当代性状发生变异,但是变异性状的稳定性需要进行多代培育观察和分析,以确定其是否具有观赏价值,是否可以成为新品种。在第 2 年将会对叶片出现变异的植株,当年扩繁出的种藕进行重新种植,以继续考察其开花的情况及花的性状。

### 4 结论

不同辐射剂量<sup>60</sup>Co- $\gamma$ 射线对同种荷花种子辐射效应不同。相同辐射剂量<sup>60</sup>Co- $\gamma$ 射线对不同荷花品种的辐射效应不同。辐射处理明显抑制种子萌发。20 Gy 剂量辐射处理可提高植株立叶数和株高。辐射剂量高时,荷叶的变异率大,开花较迟。微山湖红莲种子辐射诱变半致死剂量为 125 Gy,黑龙江红莲种子的半致死剂量为 160 Gy。

### 参考文献:

- [1] 张玉环.荷花的花文化及园林应用[J].现代农业科技,2009(4):64-65.
- [2] 涂淑萍,傅波.荷花生物学特性及引种筛选研究[J].江西农业大学学报,1998,20(1):60-64.
- [3] 丁跃生.荷花育种之我见[J].园林,2009(6):28.
- [4] 陈秀兰,包建忠,刘春贵,等.观赏荷花辐射诱变育种初报[J].核农学报,2004,18(3):201-203.
- [5] 钱萍,孙德荣.辐射育种技术在荷花中的应用[J].花木盆景:花卉园艺,2000(7):8-9.

(下转第 30 页)

- 生菜品质的影响[J].西北植物学报,2010,30(5):968-973.
- [35] 葛体达,宋世威,姜武,等.不同甘氨酸浓度对无菌水培番茄幼苗生长和氮代谢的影响[J].生态学报,2009,29(5):1994-2002.
- [36] 王清,黄惠英,张金文,等.外源硅及脯氨酸对盐胁迫下马铃薯试管苗的影响[J].中国蔬菜,2005(9):16-18.
- [37] 刘书仁,郭世荣,孙锦,等.脯氨酸对高温胁迫下黄瓜幼苗活性氧代谢和渗透物质含量的影响[J].西北农业学报,2010,19(4):127-131.
- [38] 颜志明,孙锦,郭世荣.外源脯氨酸对盐胁迫下甜瓜幼苗生长、光合作用和光合荧光参数的影响[J].江苏农业学报,2013,29(5):1125-1130.
- [39] Vernooy C D, Lin W. Amino acid transport in protoplasts isolated from soybean leaves [J]. Plant Physiology, 1986, 81(1): 8-11.
- [40] 柳勇,何江华,杜应琼,等.施氮、钾和钼对菠菜不同生长阶段硝态氮积累影响研究初报[J].植物营养与肥料学报,2005,11(3):363-368.
- [41] 杨文杰,詹俊义,袁溢,等.氨基酸络合钼肥对大豆幼苗生长发育的影响[J].江苏农业科学,2015,42(12):98-101.
- [42] 许玉兰,刘庆城.用 $N^{15}$ 示踪方法研究氨基酸的肥效作用[J].氨基酸和生物资源,1998,20(2):20-23.
- [43] Weintraub M N, Schimel J P. The seasonal dynamics of amino acids and other nutrients in Alaskan Arctic tundra soils [J]. Biogeochemistry, 2005, 73(2): 359-380.
- [43] Dunn M R, Mikola J, Bol R, et al. Influence of microbial activity on plant microbial for organic and inorganic nitrogen [J]. Plant and Soil, 2006, 289(1/2): 321-334.
- [45] Owen A G, Jones D L. Competition for amino acids between wheat roots and rhizosphere microorganisms and the role of amino acids in plant N acquisition [J]. Soil Biology and Biochemistry, 2001, 33(4): 651-657.
- (责任编辑:曾小军)
- 
- (上接第24页)
- [6] 赵艳艳,胡晓辉,邹志荣,等.不同浓度5-氨基乙酰丙酸(ALA)浸种对NaCl胁迫下番茄种子发芽率及芽苗生长的影响[J].生态学报,2013,33(1):62-70.
- [7] 王小敏,吴文龙,张春红,等. $^{60}Co-\gamma$ 辐照对黑莓组培苗的诱变效应及半致死剂量[J].经济林研究,2011,29(3):35-39.
- [8] 包建忠,刘春贵,孙叶,等.观赏荷花杂交与辐射诱变研究[J].江苏农业科学,2007(6):145-147.
- [9] Bhat R, Karim A A. Effects of polydextrose supplementation on different faecal parameters in healthy volunteers [J]. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 2009, 60(4): 96-105.
- [10] Cabib E, Leloir L F. The biosynthesis of trehalose phosphate [J]. Journal of Biological Chemistry, 1958, 231(1): 259-275.
- (责任编辑:曾小军)