河南农业科学,2020,49(1):118-122
Journal of Henan Agricultural Sciences
doi:10.15933/j.cnki.1004-3268.2020.01.016

^{60}Co-γ射线对茉莉花插穗的辐照效应研究

李春牛,李先民,黄展文,卢家仕,卜朝阳
(广西农业科学院 花卉研究所,广西 南宁 530007)

摘要:以3个茉莉花品种插穗为材料,分别进行5个剂量的^{60}Co-γ射线辐照处理,分析辐照剂量对插穗成活率、生根数量、最长根长及萌芽率的影响,通过辐照剂量与插穗相对成活率拟合回归直线,确定半致死剂量。结果表明,不同品种茉莉花对^{60}Co-γ射线辐照敏感性不同,5号茉莉花(多瓣茉莉)的半致死剂量为64.18 Gy,8号茉莉花(多瓣茉莉)为42.61 Gy,23号(双瓣茉莉)为39.57 Gy。与对照(0 Gy)相比,^{60}Co-γ射线辐照显著降低插穗生根数量;30~60 Gy剂量的^{60}Co-γ射线辐照显著抑制插穗萌芽率;40~60 Gy剂量辐照显著降低插穗的成活率、最长根长。

关键词:茉莉花;插穗;^{60}Co-γ射线;半致死剂量
中图分类号:S685.16　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1004-3268(2020)01-0118-05

Effects of ^{60}Co-γ Irradiation on Cuttings of *Jasminum sambac*

LI Chunniu, LI Xianmin, HUANG Zhanwen, LU Jiashi, BU Zhaoyang
(Flower Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China)

Abstract: In order to investigate the effect of ^{60}Co-γ irradiation on the survival rate, rooting number, longest root length and germination rate of *Jasminum sambac* cuttings, the cuttings from three cultivars of *Jasminum sambac* were respectively irradiated by five different irradiation doses. By fitting regression line between irradiation dose and relative survival rate of cuttings, we calculated the half lethal dose (LD_{50}) of *Jasminum sambac*. The results showed that the survival rate varied significantly with different cultivars. The LD_{50} values of ^{60}Co-γ irradiation for cuttings of No. 5 (double flowers), No. 8 (double flowers) and No. 23 (semi-double flowers) were respectively 64.18, 42.61, 39.57 Gy. The rooting number of cuttings decreased significantly with the increase of irradiation dose (from 0 Gy to 60 Gy). The germination rate of cuttings decreased significantly with the increase of irradiation dose (from 30 Gy to 60 Gy). The survival rate and longest root length of cuttings decreased significantly with the increase of irradiation dose (from 40 Gy to 60 Gy).

Key words: *Jasminum sambac*; Cuttings; ^{60}Co-γ irradiation; Half lethal dose

茉莉花[*Jasminum sambac*(L.)Ait]为木犀科素馨属常绿直立或攀援状灌木。茉莉花早在汉代就已从亚洲西南部传入我国,现在我国广西、四川、福建、云南等地广泛种植。因其花多期长、香气清香而持久、浓郁而不浊,被世人誉为"天下第一香"[1],是著名的花茶原料及重要的香精原料[2]。茉莉花栽培品种单一,长期无性繁殖造成品种种性退化,产量及品质不断下滑,茉莉花品种更新迫在眉睫。目前,茉莉花新品种选育工作进展缓慢。茉莉花极少结实[3-5],很难通过有性杂交的方法培育新品种,开展茉莉花诱变育种具有重要意义。

辐照诱变育种是培育无性繁殖作物新品种的重要手段之一[6]。植物对辐照的敏感性常以半致死剂量和临界剂量来表示,最适辐照剂量通常是诱导

收稿日期:2019-08-19
基金项目:广西科技基地和人才专项(桂科 AD17195065);广西重点研发计划项目(桂科 AB18221064);广西农业科学院基本科研业务专项(2015YT91,2017YZ05);南宁市技术创新引导专项(20182093)
作者简介:李春牛(1983-),男,湖南邵阳人,副研究员,硕士,主要从事花卉栽培与育种研究。E-mail:lichunniu@126.com
通信作者:卜朝阳(1966-),女,广西钦州人,研究员,主要从事生物技术研究。E-mail:yangnv@126.com

材料死亡率为 50%的辐照剂量(LD_{50})。不同作物或同一作物的不同品种间甚至同一品种的不同器官对于辐照敏感性都存在着差异[7]。在花卉辐照诱变育种工作中,^{60}Co-γ 射线辐照是选育无性繁殖植物新品种应用最为广泛的诱变手段[8]。在菊花[9]、月季[10]、百合[11]、石斛[12]、杜鹃[13]、波士顿蕨[14]、板栗[15]、澳洲坚果[7,16]、木薯[17]等领域开展了大量辐照育种工作。目前,尚未见相关^{60}Co-γ 射线辐照茉莉花诱变育种的研究报道。鉴于此,研究不同品种茉莉花的半致死辐照剂量及辐照对其插穗生根及萌芽的影响,为开展茉莉花辐照诱变育种、获得新种质提供技术支持。

1　材料和方法

1.1　材料

供试材料为广西农业科学院花卉研究所收集的茉莉花种质资源,编号分别为 5 号(多瓣茉莉,引自泰国)、8 号(多瓣茉莉,引自缅甸)、23 号(双瓣茉莉,引自广西横县)。2014 年 4 月,种植在广西农业科学院里建科学研究基地(N23°14′—23°15′,E108°02′—108°03′)。该基地占地面积 108 hm^2,地处亚热带季风气候区,光能充足,气候温和,雨量充沛[18]。

1.2　方法

1.2.1　*试验设计*　2018 年 8 月,选取 2 年生健壮木质化枝条剪裁成长 10~12 cm 的插穗,50 根为 1 捆,进行 0(CK)、20、30、40、50、60 Gy 6 个剂量水平辐照,每个处理 100 根,重复 3 次。扦插基质为珍珠岩。2 个月后,统计成活率、生根数量、最长根长及萌芽率。每个处理调查 100 株插穗的成活情况,抽取 10 株插穗测量生根数量、最长根长,取平均值。成活率=成活插穗数/100×100%;相对成活率=成活率/对照成活率×100%[12];萌芽率=萌芽插穗数/成活插穗数×100%。以不同辐照剂量 x 为自变量,不同剂量下的相对死亡率 y 为因变量,利用直线回归方程 $y=a+bx$ 计算半致死剂量。

1.2.2　*辐照方法*　在广西南翔环保有限公司辐照中心进行^{60}Co-γ 射线辐照,剂量率为 2.5 Gy/min。

1.3　数据处理

应用 SPSS 11.0 软件对数据进行方差分析、线性回归分析。

2　结果与分析

2.1　辐照对茉莉花插穗扦插成活率的影响及半致死剂量的确定

3 个品种茉莉花插穗经不同剂量^{60}Co-γ 射线辐照处理后,插穗成活率见表 1。对不同剂量、品种对插穗成活率的影响进行交叉分组的两因素方差分析,不同辐照剂量的 $F=11.210$,$P=0.001<0.01$,差异极显著,CK 与 20~30 Gy 处理差异不显著,与 40~60 Gy 处理差异显著,即高剂量辐照(40~60 Gy)处理显著降低插穗成活率。不同品种的 $F=12.185$,$P=0.002<0.01$,差异极显著,8 号成活率显著低于 5 号、23 号。

表 1　不同剂量^{60}Co-γ 射线辐照处理茉莉花插穗的成活率及生根数量

Tab.1　The survival rate and rooting number of the cuttings of *Jasminum sambac* irradiated by diffrent ^{60}Co-γ irradiation doses

剂量/Gy Dose	成活率/% Survival rate				生根数量/条 Rooting number			
	5 号	8 号	23 号	均值 Average	5 号	8 号	23 号	均值 Average
0(CK)	78.79a	51.69b	79.72a	70.07±15.92a	21.9a	20.5a	12.1a	18.2±5.3a
20	63.39b	56.08a	60.71b	60.06±3.70ab	5.6b	13.1b	8.1b	8.9±3.8b
30	64.40b	48.32c	58.15c	56.96±8.11ab	5.8b	10.9bc	5.3c	7.3±3.1b
40	63.33b	24.17d	53.94d	47.15±20.44b	7.6b	9.2bcd	4.2cd	7.0±2.6b
50	58.00c	23.09d	36.16e	39.08±17.64bc	5.0b	7.1cd	3.3cd	5.1±1.9b
60	39.86d	17.79e	12.97f	23.54±14.34c	4.3b	4.9d	2.0d	3.7±1.5b
均值 Average	61.30±12.61A	36.86±16.94B	50.28±22.99A		8.4±6.7AB	11.0±5.5A	5.8±3.7B	

注:表中同列(行)数据后的不同小写(大写)字母表示差异显著($P<0.05$),下同。

Note: In the same column(row) values with different lowercase(capital) letters show significantly different at the 5% probability level. The same below.

将辐照剂量与 5 号品种的插穗相对成活率进行线性回归分析,回归系数 b=-1.224,截距 a=128.556,可得回归方程:$y=128.556-1.224x$,其中 y 为相对成活率,x 为辐照剂量。从直线回归方程中可以求得,当 $y=50$ 时(即死亡率为 50%),$x=64.18$,即 5 号半致死剂量 $LD_{50}=64.18$ Gy。回归系数 b 检验的统计量 t 值为-4.296,$P=0.013<0.05$,即辐照剂量与插穗成活率之间存在显著的线性关系。同样可以求得,8 号品种的回归方程为 $y=74.715-0.580x$,半致死剂量 $LD_{50}=42.61$ Gy,回归

系数 b 检验的统计量 t 值为 -3.717，P = 0.021 < 0.05，即辐照剂量与扦插成活率之间存在显著的线性关系。23 号品种的回归方程为 y = 78.093 - 0.710x，半致死剂量 LD_{50} = 39.57 Gy，回归系数 b 检验的统计量 t 值为 -5.922，P = 0.004 < 0.01，即辐照剂量与插穗成活率之间存在极显著的线性关系。

2.2 辐照对茉莉花插穗生根数量的影响

3 个品种茉莉花插穗经不同剂量 ^{60}Co-γ 射线辐照处理后，插穗生根数量见表 1。5 号品种 CK 的生根数量为 21.9 条，而经辐照处理后，插穗生根数量降低到 4.3~7.6 条，不同剂量处理之间差异不显著（P>0.05）。8 号品种 CK 的生根数量为 20.5 条，显著高于辐照处理（4.9~13.1 条）。23 号品种 CK 的生根数量为 12.1 条，显著高于辐照处理（2.0~8.1 条）。对不同剂量、品种对插穗生根数量的影响进行交叉分组的两因素方差分析，不同辐照剂量的 F = 15.498，P = 0.000 < 0.01，差异极显著，所有辐照处理的插穗生根数量均显著小于 CK。不同品种的 F = 7.713，P = 0.009 < 0.01，差异极显著，5 号与 8 号、23 号品种差异不显著，8 号与 23 号差异显著。

2.3 辐照对茉莉花插穗最长根长的影响

由表 2 可知，5 号品种 CK 的最长根长为 17.36 cm，与 60 Gy 处理（10.19 cm）差异显著，与 20~50 Gy 处理差异不显著。8 号品种 CK 的最长根长为 17.70 cm，与 60 Gy 处理（10.45 cm）差异显著，与 20~50 Gy 处理差异不显著。23 号品种各处理与 CK 差异不显著。对不同剂量、品种对插穗最长根长的影响进行交叉分组的两因素方差分析，不同辐照剂量的 F = 15.332，P = 0.000 < 0.01，差异极显著，CK 与 20、30 Gy 处理差异不显著，但显著高于 40、50、60 Gy 处理。不同品种的 F = 4.981，P = 0.032 < 0.05，差异显著，5 号、8 号品种的最长根长显著低于 23 号品种。

表 2 不同剂量 ^{60}Co-γ 射线辐照处理茉莉花插穗的最长根长及萌芽率

Tab. 2 The longest root length and germination rate of the cuttings of *Jasminum sambac* irradiated by diffrent ^{60}Co-γ irradiation doses

剂量/Gy Dose	最长根长/cm Longest root length				萌芽率/% Germination rate			
	5 号	8 号	23 号	均值 Average	5 号	8 号	23 号	均值 Average
0（CK）	17.36ab	17.70a	19.45a	18.17±1.12a	42.12a	58.81a	31.64a	44.19±13.70a
20	19.21a	16.45a	17.10a	17.59±1.44a	32.44b	43.30b	24.14b	33.29±9.61ab
30	15.58ab	16.00a	17.00a	16.19±0.73a	19.24c	27.71c	21.03c	22.66±4.46bc
40	13.05bc	14.40ab	16.90a	14.78±1.95b	12.05d	5.42d	15.75e	11.07±5.23c
50	14.15bc	12.00ab	15.85a	14.00±1.93b	3.68e	0.00e	13.16e	5.60±6.79c
60	10.19c	10.45b	12.65a	11.10±1.35c	5.27e	0.00e	4.76f	3.34±2.91c
均值 Average	14.92±3.20B	14.50±2.79B	16.49±2.22A		19.13±15.41A	22.54±24.8A	18.41±9.33A	

2.4 辐照对茉莉花插穗萌芽的影响

由表 2 可知，对不同剂量、品种对插穗萌芽率的影响进行交叉分组的两因素方差分析，不同辐照剂量的 F = 11.335，P = 0.001 < 0.01，差异极显著，CK 与 20 Gy 处理差异不显著，但显著高于其他处理，即 30~60 Gy ^{60}Co-γ 射线辐照显著抑制插穗萌芽。不同品种的 F = 0.413，P = 0.672 > 0.05，差异不显著。

3 结论与讨论

本试验中，对茉莉花插穗进行 ^{60}Co-γ 射线辐照诱变，辐照是影响插穗成活率主要因素。同时，插穗经过前期处理、辐照处理、扦插，整个过程耗时较长，也一定程度影响插穗成活率。如 8 号 CK 成活率仅为 51.69%，如直接采用插穗的成活率与辐照剂量拟合直线回归方程，回归系数 b = -1.123，截距 a = 74.722，可得回归方程：y = 74.722 - 1.123x，其中 y 为成活率，x 为辐照剂量。从直线回归方程中可以求得，当 y = 50 时（即死亡率为 50%），x = 22.01，即 8 号半致死剂量 LD_{50} = 22.01 Gy，而以相对成活率与辐照剂量拟合直线回归方程，计算半致死剂量为 42.61 Gy。两者相差较大，辐照半致死剂量计算以相对成活率更合理。

3 个供试品种的半致死剂量为 39.57~64.18 Gy，不同品种半致死剂量不同，与石斛[12]、杜鹃[13]、澳洲坚果[7]等辐照诱变研究结论一致。翟学军等[19-20]研究发现，棉花的辐照敏感性与棉花的熟期类型有关，早熟类棉花品种辐射敏感性最差，中熟类品种次之，晚熟类品种最强。茉莉花一般根据花冠层数，分为单瓣、双瓣、多瓣茉莉 3 种类型。3 个供试品种中，5 号和 8 号均为多瓣茉莉花，23 号为双瓣茉莉花，辐照半致死剂量依次为 64.18、42.61、39.57 Gy。5 号和 8 号均为多瓣茉莉花，但辐照半致死剂量差别大，说明同一瓣型不同品种的茉莉花辐照剂量不同。

不同品种对辐照的敏感性不同，辐照材料、辐照剂量、辐照时期及辐照条件也与辐照敏感性紧密相关[21]。本试验中，辐照的剂量率为 2.5 Gy/min，用其他剂量率辐照时，茉莉花半致死剂量是否发生变化，有待进一步研究。

综上，供试茉莉花品种插穗^{60}Co-γ 射线辐照半致死剂量为 39.57~64.18 Gy，不同茉莉花品种半致死剂量不同。与对照相比，^{60}Co-γ 射线辐照显著降低插穗生根数量；20 Gy ^{60}Co-γ 射线辐照对插穗萌芽率影响不显著，30~60 Gy ^{60}Co-γ 射线辐照显著抑制插穗萌芽率；20~30 Gy ^{60}Co-γ 射线辐照对插穗成活率、最长根长影响不显著，40~60 Gy ^{60}Co-γ 射线辐照显著降低插穗成活率、最长根长。

参考文献：

[1] 董利娟，张曙光. 茉莉花的生产现状与科研方向[J]. 茶叶通讯，2001(2)：11-13.
DONG L J, ZHANG S G. The production status and research direction of *Jasminum sambac*[J]. Journal of Tea Communication, 2001(2): 11-13.

[2] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志：第 61 卷[M]. 北京：科学出版社，1992：218.
Editorial Committee of Flora of China. Flora of China: Volume 61[M]. Beijing: Science Press, 1992: 218.

[3] 张泽岑. 茉莉花不实机理研究[J]. 西南农业大学学报，1993，15(6)：575-577.
ZHANG Z Q. The mechanism for the infertility of jasmine [J]. Journal of Southwest Agricultural University, 1993, 15(6): 575-577.

[4] 赖明志，连长伟，杨如兴. 茉莉育性的研究[J]. 福建农业大学学报，1996，25(4)：442-445.
LAI M Z, LIAN C W, YANG R X. Fertility of Arabian jasmine[J]. Journal of Fujian Agricultural University, 1996, 25(4): 442-445.

[5] 邓衍明，叶晓青，梁丽建，等. 茉莉花粉离体培养萌发及花粉管生长特性研究[J]. 华北农学报，2014，29(5)：107-113.
DENG Y M, YE X Q, LIANG L J, *et al*. Pollen germination in vitro and pollen tube growth of *Jasminum sambac* Aiton [J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2014, 29(5): 107-113.

[6] 赵孔南. 植物辐射遗传育种研究进展[M]. 北京：原子能出版社，1990：11-12.
ZHAO K N. Research progress in radiation genetics and breeding of plants[M]. Beijing: Atomic Energy Press, 1990: 11-12.

[7] 孔广红，柳觐，倪书邦，等. 澳洲坚果接穗^{60}Co-γ 射线辐射诱变育种适宜剂量的研究[J]. 西南农业学报，2016，29(1)：39-43.
KONG G H, LIU J, NI S B, *et al*. Research for proper dose of ^{60}Co-γ ray in *Macadamia* branches radiation breeding [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2016, 29(1): 39-43.

[8] 王欢欢. ^{60}Co-γ 射线对八宝景天的辐射效应及变异植株的分析[D]. 哈尔滨：东北农业大学，2010.
WANG H H. The effect of ^{60}Co-γ irradiation on *Sedum spectabile* Bareau and analysis of variant[D]. Harbin: Northeast Agricultual University, 2010.

[9] 郭安熙，杨保安，范家霖，等. 金光四射等六个菊花新品种的辐射选育[J]. 核农学通报，1991(2)：73-75.
GUO A X, YANG B A, FAN J L, *et al*. Six new varieties of *Dendranthema morifol*, such as Jinguang tetraray, were selected by radiation breeding [J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 1991(2): 73-75.

[10] 许肇梅，赵光，谷德祥，等. “彩叶明星”等月季新品种的辐射选育[J]. 核农学通报，1987(4)：9-10.
XU Z M, ZHAO G, GU D X, *et al*. Breeding new rose varieties such as "colorful leaf star" by radiation breeding[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 1987 (4): 9-10.

[11] 陆长旬，黄善武，梁励，等. 辐射亚洲百合鳞茎(M1)染色体畸变研究[J]. 核农学报，2002，16(3)：148-151.
LU C X, HUANG S W, LIANG L, *et al*. The chromosome aberration of the Asiatic lily (M1) after irradiation on bulbas[J]. Acta Agriculturae Nucleatae Sinica, 2002, 16 (3): 148-151.

[12] 任羽，张银东，徐世松，等. ^{60}Coγ 射线对石斛兰辐照效应的影响[J]. 热带作物学报，2013，34(9)：1672-1675.
REN Y, ZHANG Y D, XU S S, *et al*. Effect of ^{60}Co-γ irradiation in *Dendrobium* cultivar[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2013, 34(9): 1672-1675.

[13] 陈睿，鲜小林，万斌，等. ^{60}Co-γ 辐射对两个杜鹃品种主要性状的影响[J]. 北方园艺，2015(2)：46-50.
CHEN R, XIAN X L, WAN B, *et al*. Effect of ^{60}Co-γ ray on traits of two azalea varieties[J]. Northern Horticulture, 2015(2): 46-50.

[14] 余蓉培，王頔，李东，等. 波士顿蕨^{60}Co-γ 射线辐射育种研究[J]. 园艺学报，2018，45(5)：988-996.
YU R P, WANG D, LI D, *et al*. Radiation breeding of

boston fern via ^{60}Co-γ rays[J]. Acta Horticulturae Sinica,2018,45(5):988-996.

[15] 王静,郭素娟,徐丞.^{60}Co-γ 辐照燕山早丰接穗生物效应研究[J].核农学报,2018,32(4):625-632.
WANG J,GUO S J,XU C. Biological effects of ^{60}Co-γ irradiation on Yanshanzaofeng graft[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences,2018,32(4):625-632.

[16] 孔广红,倪书邦,贺熙勇,等.^{60}Co-γ 射线辐照澳洲坚果种子后的苗期辐射效应[J].核农学报,2018,32(3):417-423.
KONG G H,NI S B,HE X Y,*et al*. The radiation effects of ^{60}Co-γ rays irradiation on *Macadamia* seeds at seedings stage[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences,2018,32(3):417-423.

[17] 谢向誉,尚小红,周慧文,等.^{60}Co-γ 辐射对木薯生长的影响及其突变体的 SCoT 分析[J].热带作物学报,2018,39(3):513-519.
XIE X Y,SHANG X H,ZHOU H W,*et al*. Effects of cassava growth and SCoT analysis on mutant under ^{60}Co-γ irradiation[J]. Chinese Journal of Tropical Crops,2018,39(3):513-519.

[18] 陈桂芬,黄玉溢,熊柳梅,等.广西农业科学院里建科研基地土壤养分状况调查分析[J].南方农业学报,2012,43(2):196-199.
CHEN G F,HUANG Y Y,XIONG L M,*et al*. Soil nutritional status of Lijian Scientific Research Base of Guangxi Academy of Agricultural Sciences[J]. Journal of Southern Agriculture,2012,43(2):196-199.

[19] 翟学军,李俊兰,李之树.棉花辐射效应的研究Ⅰ.M1 主要农艺及经济性状的变异[J].核农学通报,1994,15(1):12-15.
ZHAI X J,LI J L,LI Z S. Studies on radiation effect for cotton Ⅰ. variation of main economic traits in M1 generation[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences,1994,15(1):12-15.

[20] 翟学军,王国印,李俊兰,等.棉花辐射效应研究Ⅱ.M2 主要经济性状的变异[J].棉花学报,1995,7(2):82-85.
ZHAI X J,WANG G Y,LI J L,*et al*. Studies on radiation effect for cotton Ⅱ. variation of main economic traits in M2 generation[J]. Acta Gossypii Sinica,1995,7(2):82-85.

[21] 董超,尹静,孔祥强.^{60}Co-γ 射线对不同陆地棉品种辐照效应和耐旱突变体筛选[J].核农学报,2018,32(9):1677-1683.
DONG C,YIN J,KONG X Q. Irradiation effects of ^{60}Co-γ rays on different cotton varieties and the screening of drought tolerant mutants[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences,2018,32(9):1677-1683.