

^{60}Co - γ 射线辐射对花卉的影响研究

赵利坤¹, 强继业^{1*} (普洱学院, 云南普洱 665000)

摘要 阐述了国内外花卉核辐射诱变研究情况, 特别是 ^{60}Co - γ 射线辐射对几种特色花卉的影响, 针对目前核辐射诱变技术在花卉育种的应用情况, 提出未来的发展方向及建议, 为花卉的产业的发展提供理论依据。

关键词 ^{60}Co - γ 射线; 辐射; 影响; 花卉

中图分类号 S68 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)30-11950-02

Effects of Irradiation of ^{60}Co - γ ray on the Flowers

ZHAO Li-kun et al (Pu'er University, Pu'er, Yunnan 665000)

Abstract The researches about flowers nuclear radiation mutagenesis at home and abroad were elaborated, especially focusing on influences of ^{60}Co - γ ray to several specific flowers. Aiming at the current application situation of nuclear radiation mutagenesis technology, the development direction and suggestions were put forward, which will provide a theoretical basis for flower industry development.

Key words ^{60}Co - γ ray; Irradiation; Effect; Flowers

随着经济的持续增长和人民生活水平的不断提高, 花卉以其特有的装饰、美化功能, 正在成为国内外一个新的消费热点和新型产业。花卉业作为现代农业的重要组成部分, 在农业现代及农村经济发展中占有重要地位。我国有丰富的花卉种质资源和栽培历史悠久, 特别是云南省素有“花卉之乡”的美称。云南以其独特的地理环境优势, 成为我国花卉种苗培养及种植的重要省份, 云南花卉产业发展虽然只有 20 多年的时间, 但其发展速度及规模已经远超许多国内传统的花卉种植大省, 取得了令人瞩目的成绩。近几年云南花卉的发展进入了瓶颈期, 很多方面都面临着非常棘手的问题。如传统的育种方式已经满足不了产业发展的需求, 致使很多栽培品种需要从国外高价引进。开拓花卉育种新途径, 培育新的栽培品系, 是我国花卉育种工作面临的紧迫任务。核辐射诱变育种作为一种全新育种的方式, 在花卉育种中被广泛应用, 这种全新的育种方式将带来花卉产业发展的另一新时期^[1]。

1 花卉核辐射诱变育种研究进展

1.1 国外花卉核辐射诱变育种研究状况 虽然核辐射诱变育种的研究起步较晚, 但其以特有的优势迅速发展壮大。究其研究源头, 核辐射诱变育种研究最早开始于 20 世纪 20 年代初。1927 年美国昆虫学家 Muller 用 X 射线辐照果蝇, 结果果蝇产生了变异, 这是核辐射第 1 次应用于昆虫诱变上^[1]。1928 年 Stdaler 首次将核辐射技术应用于植物育种上, Stdaler 发现经 X 射线辐照过的玉米和大麦都产生了不同程度的变异^[2]。1936 年, 荷兰学者 Demol 最先用 X 射线辐照育成了郁金香的突变品种“法腊迪”(Faraday)^[3]。20 世纪 60 年代初, 德国植物学家 Fresjeben and Lein 利用核辐射诱变在植物上获得大量有益突变体。20 世纪 60 年代以前虽然有一些关于核辐射诱变育种的研究报道, 但这一时期的发

展速度并不快, 仍处在不断实践摸索中。直到 20 世纪 60 年代末《突变育种手册》一书的发表核辐射诱变育种研究才真正从基础探索性研究转向实际应用研究, 至此核辐射诱变育种技术研究逐渐被应用于社会生产实践中^[4]。随着遗传学和分子生物学研究的深入和发展, 核辐射诱变育种被广泛应用于农业生产中, 如粮食作物、水果、花卉的育种中。据现有报道, 至今全世界已经有 50 多个国家在 150 多种植物上应用了核诱变技术育种, 目前已成功育成了 1 737 个品种, 其中农作物所占比例最高, 达 74%, 大约 1 275 个品种^[5]。

1.2 我国花卉核辐射诱变育种研究状况 我国核辐射诱变育种工作起步较晚, 最早开始于 50 年代末。在随后近 20 年的时间内, 关于核辐射诱变育种研究的报道都比较少见, 整个这一时期的研究都几乎停留在基础理论的探索研究上。核辐射诱变育种工作在我国真正兴起于 20 世纪 80 年代初, 这一阶段是核辐射诱变育种研究的快速发展时期。截至 20 世纪 80 年代末, 我国已经成功在 22 种高等植物上育成 240 多种突变种, 这些植物大部分是农作物, 而核辐射诱变育成的园艺观赏性植物仅有 60 多个突变种^[6]。20 世纪 90 年代后辐射诱变机理研究进一步深入, 育成的品种数不断增多, 而辐射诱变育种技术在花卉上的应用也进一步扩大。虽然核辐射诱变育种研究在我国取得了一些可喜成绩, 但相对世界发达国家水平而言还显得相当落后, 这种落后尤其表现在园艺花卉的核辐射诱变研究上。而辐射诱变技术研究的落后不仅表现在基础理论研究上, 主要还表现在生产实践上。

20 世纪 90 年代初, 核辐射诱变育种才被应用在花卉品种改良上, 随后花卉辐射诱变育种得到迅速发展。从现有资料看, 我国已对 40 多种花卉进行核辐射育种改良, 且已成功获得 60 多个突变种, 这些用于辐射诱变研究的花卉大多是我国的一些名花, 如菊花、兰花、百合、月季、观赏性海棠、水仙和蝴蝶兰等^[7]。而从辐射源的选取看, 我国应用于花卉辐射诱变的辐射源主要是 ^{60}Co - γ 射线, Micke 对世界核辐射诱变的辐射源进行统计, 发现 γ 射线是核辐射诱变研究采用的主要辐射源, 其中有 56% 左右的新品种都是有 γ 射线辐照突变育成^[8]。

基金项目 云南省教育厅科学研究基金项目。

作者简介 赵利坤(1984-), 男, 云南曲靖人, 助教, 硕士, 从事环境土壤与应用生态研究。* 通讯作者, 教授, 博士, 从事核农学方面的研究。

收稿日期 2013-09-23

2 ⁶⁰Co- γ 射线辐射对我国一些名花的影响

2.1 ⁶⁰Co- γ 射线辐射对菊花诱变的影响 20 世纪 80 年代, 辐射诱变育种在花卉育种改良中得到广泛应用。联合国粮农组织和世纪原子能机构 (FAO/IAEA) 统计结果表明, 我国已成功育出 67 个花卉突变种, 在这些突变种中菊花所占比例最高, 达总数 31%, 约 20 多个种^[9]。Nagatomi 等用 γ 射线处理菊花切片研究表明, 不同器官的辐射诱变效果不一, 愈伤组织的有效辐射剂量为 8~16 Gy, 而植株、根芽枝条的有效辐射剂量仅为 2~3 Gy; 此外, 辐照方式不同引起材料损伤的程度不同, 如快照射比慢照射易引起材料的损伤^[10]。高年春等用 ⁶⁰Co- γ 辐射非洲菊组培苗, 结果发现, 经辐射处理后非洲菊的株高、生根率、黄化率、死亡率与辐射剂量呈负相关^[11]。其中, 低剂量辐射处理对生根苗根系的损伤较小, 随着辐射剂量的增加生根苗的死亡率有升高的趋势; 经辐射处理的无根组培苗叶片黄化现象严重, 而未经辐射处理的无根苗均能生根。Jerzy 等用相同剂量 (15 Gy) 的 X 射线和 γ 射线辐照 *Richmond* 的叶片外植体, 发现菊花 (*Richmond*) 发生了变异, 对变异体筛选培育后得到 12 个菊花突变种^[12]。王晶等研究 ⁶⁰Co- γ 射线对组培苗生长、增殖和生根影响以及对组培再生植株移栽后生长开花影响时得出, 适度剂量的 ⁶⁰Co- γ 辐照有利于菊花的突变, 特别是花色的突变^[13]。洪亚辉等研究发现, 不同剂量的 ⁶⁰Co- γ 辐射处理后, 菊花性状和染色体发生了明显变异^[14]; 此外, 组织培养结合辐射诱变进行的菊花育种, 不仅可以得到丰富的变异体, 还能提高菊花的变异频率, 从而减少育种周期和成本。宏彬等用不同剂量的 ⁶⁰Co- γ 辐射牡丹红菊花结果发现, 菊花幼苗的成活率与辐射剂量呈显著负相关关系, 即菊花幼苗的成活率随着辐射剂量的增大而降低, 而菊花的生长量则随着辐射剂量的增加而减少^[15]。郭安熙等在研究 ⁶⁰Co- γ 辐射对菊花花色影响时得出, 菊花的不同器官适宜的辐射剂量不同, 其中照愈伤组织的适宜剂量较低, 大约在 8~16 Gy; 而植株、枝条及芽的适宜辐射剂量大约都在 20~30 Gy^[16]。齐孟文等研究发现, 菊花的诱变率与花色存在着一定关系, 研究认为最易突变的菊花品种是粉红 (或粉紫) 色的, 复色品种次之, 而纯色 (如绿花、白花、黄花) 品种一般不易变异^[17]。

2.2 ⁶⁰Co- γ 射线辐射对兰花诱变的影响 花卉育种工作是兰花产业发展的基础, 而长期以来, 由于育种技术和方法的局限, 使得兰花人工培育得到的新品种非常有限, 已经无法满足市场需求。核辐射诱变育种具有有一次处理能产生较多的表型变异材料的特点, 不仅加大了兰花变异频率, 增加变异类型, 还能有效缩短育种年限, 因而在兰花育种中被广泛应用。云南农业大学花卉研究所的彭绿春、李枝林等采用 ⁶⁰Co- γ 辐射对 4 种兰花做辐照处理结果发现, 不同兰花半致死辐射剂量不同, 其中东风兰、竹叶兰、碧玉兰、西藏虎头兰组培苗的半致死剂量分别为 20.72、26.31、29.88 和 41.04 Gy^[18]。陈秀兰等用 ⁶⁰Co- γ 辐照 6 个品种君子兰的种子结果发现, 辐照能使君子兰的小苗产生变异, 而且随着辐照剂量的递增, 种子出苗率降低, 小苗的叶片数增加, 此外, 辐照还

会增加或抑制白化苗的出现^[19]。杨静坤等采用 ⁶⁰Co- γ 作为诱变剂对碧玉兰组培苗进行辐照诱变结果发现, 碧玉兰和碧玉兰组培苗的耐辐射程度存在差异, 碧玉兰组培苗的耐受程度更高, 大约为 28 Gy; 在 0~70 Gy 范围内, 碧玉兰组培苗的增殖率与变异率呈负相关关系^[20]。潘宏研究发现, 兰花辐射诱变的最佳剂量、半致死剂量为 10~20 Gy, 在 10~20 Gy 的辐射剂量下兰花具有较高的变异率^[21]; 此外还发现, 不同品种的兰花耐辐射能力具有差异, 如报岁兰的耐辐射能力明显大于四季兰和建兰; 同一品种同一植株间发育程度高的组织耐辐射能力大于发育程度低的组织。

2.3 ⁶⁰Co- γ 射线辐射对观赏海棠诱变的影响 观赏海棠作为一种极具观赏的植物被广泛应用在我国园林绿化中, 但在城市园林化的推动下自然选育和引进来的海棠品种已经不能满足城市绿化发展的需求。为此, 核辐射诱变育种作为一种高效的育种方法被大量应用在观赏海棠上, 从根本上解决了传统海棠育种工作的不足。强继业等研究 ⁶⁰Co- γ 辐射对球根海棠、蝴蝶兰生长及 SOD、CAT 2 种酶活性的影响时发现, 辐射剂量不同对花卉的生长及酶活性影响不同, 具体表现为, 低剂量辐射能刺激花卉生长, 而较高剂量的辐射对花卉生长影响不一, 辐射后花卉的 SOD、CAT 酶的活性都不一致, 这表明不同花卉品种之间或同一花卉不同部位的抗病抗衰老能力的差别^[22]。刘军丽等以观赏海棠品种绚丽 (*M. Radiant*) 和印第安魔力 (*M. Indian Magic*) 的一年生枝为试材进行研究发现, ⁶⁰Co- γ 射线辐射处理降低被辐射枝条嫁接成活率, 抑制其新梢和叶片的生长, 使叶面积降低, 厚度增加, 叶色加深, 新梢叶片蚜虫的感染率降低^[23]。刘丽强等在探讨 ⁶⁰Co- γ 辐射对观赏海棠组培苗的辐射诱变效应时发现, 生根和继代组培苗的生根率、平均根长、苗高、增殖等随着 ⁶⁰Co- γ 辐射剂量的增加而明显下降; 30 Gy 为观赏性海棠的适宜辐射剂量, 随着辐射剂量的增加组培苗的死亡率显著上升。此外还得出, 观赏性海棠的且半致死剂量为 45.5 Gy^[24]。

2.4 ⁶⁰Co- γ 射线辐射对其他花卉诱变的影响 ⁶⁰Co- γ 射线辐射诱变育种除了在菊花、兰花、观赏性海棠中应用外, 在月季、百合、水仙、杜鹃等花卉的育种中应用也十分广泛。张兴等对丰花月季进行了不同辐射剂量的处理后发现, 辐射剂量与月季死亡率之间呈极显著正相关, 此外变异株的性状变异主要表现在叶形和株形上^[25]。李惠芬等利用 ⁶⁰Co- γ 射线辐射月季萨曼沙, 月季产生了突变种, 用花色突变株经嫁接和组培繁殖选育从月季月季新品种霞晖。霞晖表现出颜色更鲜艳, 其中花瓣颜色变异最明显, 花瓣边缘呈深红色, 其余部分呈淡红色, 花瓣背面呈淡粉近白色^[26]。孙利娜利用 ⁶⁰Co- γ 辐照白狐狸、西伯利亚、索蚌 3 种百合鳞片后得出, 白狐狸、西伯利亚鳞片的半致死剂量相同, 均为 6 Gy, 而索蚌鳞片的半致死剂量较低, 为 4 Gy^[27]。此外, 3 种百合鳞片薄切片半致死剂量都不相同, 而且明显低于鳞片的半致死剂量。庄晓英等在研究了 ⁶⁰Co- γ 射线对中国水仙丛生芽分化以及小鳞茎生长影响时得出, 接种 7 天的外植体更适合作为水仙离体

(下转第 11993 页)

参考文献

- [1] 刘明池,陈殿奎. 氮肥用量与黄瓜产量和硝酸盐积累的关系[J]. 中国蔬菜,1996(3):26-28.
- [2] 黄绍文,金继运. 农田土壤养分平衡状况及其评价的试点研究[J]. 土壤肥料,2000(6):14-19.
- [3] 王恒,金圣爱,李俊良,等. 山东寿光日光温室番茄磷钾肥效研究[J]. 中国蔬菜,2009(8):48-53.
- [4] 邓孝祺. 莴苣测土配方施肥“3414”试验初报[J]. 农业科技通讯,2013

(8):106-109.

- [5] 杨培权,李惠珍,漆光成,等. 氮磷钾肥配施对水稻增产效果的研究[J]. 湖南农业科学,2013(13):38-39.
- [6] 张国印,茹淑华,孙世友,等. 长期施用氮磷钾肥对褐土土壤肥力及作物产量的影响[J]. 华北农学报,2013(3):217-221.
- [7] 范松,周琛. 巢湖市单季稻“3414”肥料效应研究[J]. 园艺与种苗,2012(5):1-3,17.

(上接第 11951 页)

诱变的材料,其不分化剂量为 50~60 Gy,半剂量为 15~20 Gy,适宜辐射诱变的剂量为 10~20 Gy,半致死剂量为 25 Gy^[28]。高健等研究发现,⁶⁰Co- γ 射线辐照中国漳州水仙鳞茎能引起水仙多方位的诱变。具体表现为,辐射能使水仙株型矮化、紧凑,不倒伏,叶色翠绿,花期延长,副冠金黄色加深,花大色艳,绿草和黄色副冠衬托白色花被片更显和协典雅,大大提高了观赏价值^[29]。强继业等用⁶⁰Co- γ 射线辐照处理天竺葵、观赏椒种子时发现,⁶⁰Co- γ 辐射能提高天竺葵的发芽率,但辐照后幼苗的生长明显受到抑制;⁶⁰Co- γ 辐射虽对观赏椒的发芽率不产生影响,但同样能抑制观赏椒幼苗的生长^[30]。刘彦中等用不同剂量⁶⁰Co- γ 射线辐射处理长寿花得出,50 Gy 的辐照剂量下叶片中可溶性糖含量最高,当辐照剂量大 90 Gy 时淀粉含量显著下降;30~50 Gy 的辐照剂量内,蛋白质含量随辐照剂量的加大而增加,50 Gy 时达最高点;不同辐照处理下光合色素含量也有变化^[31]。

3 结论与讨论

随着核辐射诱变育种技术的日趋成熟,核辐射诱变育种技术在花卉育种中被大量应用,但相比国外的一些发达国家,我国的核辐射诱变育种技术应用还相对落后。近几年虽然有一些关于花卉核辐射诱变育种的报道,但观其研究主要还是针对我国的几种著名花卉,如月季、牡丹、菊花、水仙、梅花、兰花等几种花卉,而针对其他观赏性植物诱变育种的鲜有报道。因此,今后辐射诱变育种技术不能仅限于几种特色花卉,要扩大辐射诱变育种的应用范围。此外,诱变辐射的辐照源不能及仅限于⁶⁰Co- γ ,应该尝试采用新的辐照源,如电子束、中子、紫外光和激光等。

参考文献

- [1] MULLER H J. X-ray induced mutation of *Drosophila virilis* [J]. Science, 1927,66:84-87.
- [2] 沈守江. 核辐射农业应用研究的进展与发展战略[J]. 浙江农业学报,1995(7):494-498.
- [3] 胡燕. 孔雀草自交系、雄性不育系的选育及杂交育种[D]. 武汉:华中农业大学,2010.
- [4] FAO/IAEA. Induced Mutation in Plant [M]. IAEA,1969.
- [5] MALUSZYNSKI M. Application of in vivo and in vitro mutation techniques for crop improvement[J]. Euphytica,1995,85:303-315.
- [6] 赵孔南,陈秋方. 植物辐射遗传育种研究进展[M]. 北京:原子能出版社,1990:3-4.
- [7] 金清波. 作物育种知识讲座[J]. 生物学通报,1996,31(1):28-31.
- [8] KARIHALOO J L. Variation in the karyotype of three cultivars of *Narcissus*

- tazetta* L [J]. Genetica,1987,73(3):217-221.
- [9] LIU L, VAN ZANTEN L, SHU Q Y, et al. Officially released mutant varieties in China[J]. Mutation Breeding Review,2004,14:1-62.
- [10] NAGATOMI S, MIYAHARA E, DEGI K, et al. Induction of flower mutation comparing with chronic and acute gamma irradiation using tissue culture techniques in *Chrysanthemum morifolium* Ramat [J]. Acta Horticulturae, 2000,508:69-73.
- [11] 高年春,将贤权,房伟民,等. ⁶⁰Co- γ 辐射对非洲菊组培苗苗期生长的影响[J]. 广东农业科学,2007(12):40-42.
- [12] JERZY M, ZALEWSKA M. Polish cultivars of *Dendranthema grandiflora* Tzvelev and *Gerbera jamesonii* Bolus bred in vitro by induced mutations [J]. Mutation Breeding Newsletter,1996,42:19.
- [13] 王晶,刘录祥,赵世荣,等. ⁶⁰Co- γ 射线对菊花组培苗的诱变效应[J]. 农业生物技术学报,2006,14(2):241-244.
- [14] 洪亚辉,朱兆海,黄磺,等. 菊花组织培养与辐射诱变的研究[J]. 河南农业大学学报:自然科学版,2003,29(6):457-461.
- [15] 李宏彬,黄建昌,廖海坤. 菊花辐射育种研究初报[J]. 广东园林,2002(1):35-37.
- [16] 郭安熙,范家霖,杨保安,等. 菊花花色辐射诱变研究[J]. 核农学报,1997,11(2):65-73.
- [17] 齐孟文,王化国. 我国花卉辐射育种的进展和剖析[J]. 核农学通报,1997,18(6):288-290.
- [18] 彭绿春,黄丽萍,余朝秀,等. 四种兰花辐射育种研究初报[J]. 云南农业大学学报,2007,22(3):332-336.
- [19] 陈秀兰,孙叶,包建忠,等. 君子兰辐射诱变育种研究初报[J]. 江苏农业科学,2006(6):226-228.
- [20] 杨静坤,黄丽萍,唐敏,等. 碧玉兰试管植株辐射诱变初探[J]. 现代园艺,2008(10):6-8.
- [21] 潘宏. 兰花辐射诱变与组织培养技术初步研究[D]. 福州:福建农林科技大学,2008.
- [22] 强继业,陈宗瑜,李佛琳,等. ⁶⁰Co- γ 射线辐照对球根海棠、蝴蝶兰生长及 SOD 和 CAT 活性影响[J]. 种子,2004,23(4):8-10.
- [23] 刘军丽,沈红香,高遐红,等. ⁶⁰Co- γ 辐射对苹果属观赏海棠诱变效应的研究初报[J]. 中国农学通报,2009,25(8):223-226.
- [24] 刘丽强,刘军丽,张杰,等. ⁶⁰Co- γ 辐射对观赏海棠组培苗的诱变效应[J]. 中国农业科学,2010,43(20):4255-4264.
- [25] 张兴,唐焕伟,车代第. 丰花月季⁶⁰Co- γ 辐射育种研究及后代变异的初步分析[J]. 国土与自然资源研究,2010(3):73-74.
- [26] 李惠芬,陈尚平,李倩中,等. 月季的辐射育种及其新品种霞晖[J]. 江苏农业科学,1997(3):50-51.
- [27] 孙利娜. ⁶⁰Co- γ 射线辐照百合诱变育种研究[D]. 南京:南京林业大学,2009.
- [28] 庄晓英,卢钢,汪志平,等. 中国水仙离体诱变研究[J]. 核农学报,2006,20(1):32-35.
- [29] 高健. ⁶⁰Co- γ 射线辐照中国水仙的诱变效应和机理研究[D]. 北京:北京林业科学研究院,2000.
- [30] 强继业,夏更寿,王海荣,等. ⁶⁰Co- γ 射线辐照处理对天竺葵、观赏椒种子发芽率及幼苗的影响[J]. 种子,2005,24(8):21-23.
- [31] 刘彦中,吴道慧,王忠跃,等. ⁶⁰Co- γ 射线辐射对长寿花某些生理指标的影响[J]. 安徽农业科学,2006,34(20):5205-5207.
- [32] 罗海燕,吕长平,李政泽,等. ⁶⁰Co- γ 辐射对非洲菊愈伤组织、茎尖和组培苗的辐射效应[J]. 湖南农业科学,2013(6):14-15.