

韩菊兰,叶昌华,卓明,等.⁶⁰Co 不同剂量辐射对黄秋葵种子萌发和植株主要农艺性状的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(21):137-139.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.21.037

⁶⁰Co 不同剂量辐射对黄秋葵种子萌发和植株主要农艺性状的影响

韩菊兰,叶昌华,卓明,王辉,许震寰,刘静,孙婷,尚迪

(四川省植物工程研究院,四川郫县 611730)

摘要:以适宜成都地区种植的优良品种 09-4 为材料,采用 50、100、150、200、250、300 Gy 等 6 个等级的⁶⁰Co 辐射剂量对黄秋葵种子进行辐射处理,研究⁶⁰Co 辐射对黄秋葵主要农艺性状的影响。结果表明,100、150 Gy 剂量辐射对种子出苗有促进作用,其出苗率极显著高于对照,但超过 250 Gy 都具有显著($P < 0.05$)的抑制作用。不同⁶⁰Co 剂量辐射处理对黄秋葵单果生长发育的影响存在一定差异。随着辐射剂量的增加,嫩果的果长、果径及单果质量都有明显提高,且均呈正相关,单株挂果数也有所增加。150 Gy 处理与对照相比,单果平均果长增加 0.48 cm,果径增加 0.38 cm,果质量增加 8.36 g,平均单株产量增加 85.58 g。且受⁶⁰Co 辐照影响,植株形态与嫩果形态发生多种变异。

关键词:⁶⁰Co;辐射;黄秋葵;种子萌发;农艺性状

中图分类号:S649.04 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)21-0137-03

黄秋葵(*Hibiscus esulentus* L.)别称秋葵、羊角豆等,为锦葵科秋葵属一年生草本植物,主要以嫩果供食用。自 20 世纪 80 年代以来,中国农业科学院蔬菜花卉研究所从国外引进黄秋葵种质 24 份^[1],国内科研单位及企业也积极开展了品种引进与选育工作,四川省植物工程研究院也从国外引进了 7 个优异新品种,作为名特优蔬菜种植^[2]。现在,这种新型蔬菜品种已经越来越多地进入我国市场。

育种方面,育种家主要对黄秋葵现有种质资源进行大量纯系选择、变种间或种间杂交等多种育种途径研究,先后选育了一批新品种^[3]。辐射育种也是选育新品种有效途径之一。辐射育种即人为地利用物理诱变因素——X 射线、 γ 射线、中子、激光、紫外线等,诱发植物遗传变异在短时间内获得有利用价值的突变体,根据育种目标的要求选育出新品种,直接利用于生产或作为亲本资源用于杂交育种^[4]。其中, γ 射线为能量高、穿透力强的电磁波,主要用于外照射,是目前辐射育种中最常用的射线之一。采用 γ 射线进行辐射诱变,较易产生早熟、矮秆、株型和育性等形状的突变体^[5]。

本研究用⁶⁰Co- γ 射线对黄秋葵种子进行照射,观察其发芽率、出苗率以及对黄秋葵主要农艺性状、产量性状变化,为进一步辐射育种提供参考数据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试黄秋葵品种为已筛选出适合成都地区种植的优良品

种 09-4。

1.2 方法

2015 年 5 月在郫县蔬菜花卉系大棚试验区进行,为单栋大棚,可搭遮阳网。

在播种前 1 个月进行辐照处理,辐射源为⁶⁰Co- γ 射线,辐射剂量率 5 Gy/min,在四川省农业科学院生物技术核技术研究所照射。剂量分别用 0(CK)、50、100、150、200、250、300 Gy,每剂量为 1 个处理,共 7 个处理,每个处理种子 500 g。

出苗率测定,每个处理设 3 个重复,每重复随机选择 100 粒种子播于温室苗盘内,正常管理,从种子开始发芽起,每天对不同照射剂量处理黄秋葵种子的出苗数进行统计,至仅有零星新苗出土时停止统计。待黄秋葵苗子叶完全展开后,随机抽取各组幼苗,对其生长点高度(地面到生长点间距离)进行测定,每处理抽样 50 株。

生长观察,出苗后将其移栽至大田,观察各处理生长状况,测量其株高、单果质量、挂果数量等产量指标;测定果长、果径、果型等形态指标等。

1.3 数据处理方法

利用 DPS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同辐射处理对黄秋葵出苗率的影响

播种后 5 d 黄秋葵种子开始破土出芽,直到 10 d 停止统计。由表 1 可知,对照与 50、200 Gy 出苗率差异不显著,与 100、150、250、300 Gy 剂量处理间差异极显著。100、150、250、300 Gy 剂量处理间差异极显著。试验表明,较低剂量的辐射处理并不影响黄秋葵种子的出苗率,100、150 Gy 剂量对黄秋葵出苗率有一定的刺激促进作用,其出苗率极显著高于对照,随着辐射剂量增加,出苗率整体呈下降趋势。6 种辐照处理剂量出苗率均高于 85%,说明黄秋葵辐射处理的致死剂量应高于 300 Gy。而各剂量出苗率间虽差异极显著但都较高,表

收稿日期:2016-06-14

基金项目:四川省省级公益性科研单位成果转化专项资金(编号:14010117);四川省省级公益性科研单位基本科研业务费专项资金(编号:2016CZYJBKY01)。

作者简介:韩菊兰(1983—),女,硕士,助理研究员,主要从事花卉育种与栽培研究。E-mail:61960723@qq.com。

通信作者:卓明。E-mail:531346556@qq.com。

表 1 不同辐射剂量下黄秋葵的出苗率

| 剂量 (Gy) | 不同处理时间出苗率(%) | | | | | | |
|------------|--------------|--------|----------|----------|---------|---------|---------|
| | 5 d | 6 d | 7 d | 8 d | 9 d | 10 d | 平均 |
| 0 | 4.6cdC | 73.0cC | 92.0abAB | 96.0bAB | 96.3cC | 96.3cC | 96.3cC |
| 50 | 4.3cdC | 90.0aA | 94.0aA | 95.6bB | 96.0cC | 96.0cC | 96.0cC |
| 100 | 19.6aA | 72.0cC | 90.0bcBC | 97.0abAB | 100.0aA | 100.0aA | 100.0aA |
| 150 | 19.6aA | 80.0bB | 86.0dD | 97.6aA | 98.0bB | 98.0bB | 98.0bB |
| 200 | 6.0cBC | 72.0cC | 88.0cdCD | 90.0cC | 96.0Cc | 96.0cC | 96.0cC |
| 250 | 4.0dC | 60.0dD | 82.0eE | 90.0cC | 90.0dD | 90.0dD | 90.0dD |
| 300 | 8.0bB | 60.0dD | 82.0eE | 86.0dD | 88.0eE | 88.0eE | 88.0eE |

注:同列数值后不同小写字母表示 0.05 水平上差异达显著水平,不同大写字母表示 0.01 水平上差异达显著水平。下同。

明辐射对种子的最终萌发影响很小,也有可能是辐射剂量低所导致。

2.2 不同辐射处理对黄秋葵幼苗生长情况的影响

对照与 50、100、150、200、250 Gy 处理间幼苗的生长点高度差异不显著,300 Gy 与 250 Gy 外的其他处理间均存在显著差异(表 2)。表明对黄秋葵种子进行 300 Gy 辐射剂量,幼苗生长受到抑制,而低于 300 Gy 剂量的处理对幼苗生长抑制作用不大。

表 2 不同辐射剂量下的幼苗平均生长点高度

| 处理剂量 (Gy) | 不同处理时间生长点高度(cm) | | | | | |
|--------------|-----------------|---------|--------|----------|-----------|----------|
| | 5 d | 6 d | 7 d | 8 d | 9 d | 10 d |
| 0 | 0.23aA | 1.1bA | 1.77cd | 2.28aAB | 2.50bcBC | 2.86abA |
| 50 | 0.33aA | 1.14abA | 2.22a | 2.49aA | 3.01aA | 3.12aA |
| 100 | 0.30aA | 1.10bA | 1.8cd | 2.42aA | 2.80abAB | 3.06abA |
| 150 | 0.30aA | 1.25aA | 2.06ab | 2.48aA | 2.81abAB | 3.02abA |
| 200 | 0.26aA | 1.14abA | 1.88bc | 2.42aA | 2.73abABC | 2.92abA |
| 250 | 0.16aA | 1.14abA | 1.68cd | 2.18abAB | 2.67abAB | 2.75bcAB |
| 300 | 0.16aA | 0.82cB | 1.67d | 1.93bB | 2.26cC | 2.43cB |

2.3 不同辐射处理对黄秋葵植株生长的影响

在收获期对不同辐射剂量处理下黄秋葵的株高和茎粗进行测定,结果见表 3。随着辐射剂量的增加,黄秋葵株高呈增高的趋势,50 Gy 辐射下黄秋葵株高最小,为 1.45 cm,300 Gy 辐射下株高最大,为 1.87 cm,比 50 Gy 处理增加了 28.96%。与对照相比,200、250、300 Gy 辐射处理后与对照株高差异不显著,仅 50 Gy 处理与对照间差异呈显著关系。由此可见,辐射对黄秋葵株高有一定的影响,要想从辐射中得出较大的株高,300 Gy 是黄秋葵辐射处理的最佳剂量。

表 3 不同辐射剂量下黄秋葵的株高和茎粗

| 剂量 (Gy) | 株高 (cm) | 茎粗 (cm) | 植株形态描述 |
|------------|------------|------------|------------------|
| 0 | 1.66abAB | 4.02aA | 植株健壮,叶绿色,深裂,花鹅黄 |
| 50 | 1.45cB | 3.93aA | 植株健壮,叶深绿,浅裂,花鹅黄 |
| 100 | 1.54bcB | 3.84aA | 植株健壮,叶深绿,深裂,花黄色 |
| 150 | 1.64abAB | 3.82aA | 植株健壮,叶深绿,浅裂,花鹅黄 |
| 200 | 1.64abAB | 3.86aA | 植株健壮,叶深绿,深裂,花黄色 |
| 250 | 1.71abAB | 3.96aA | 植株健壮,叶深绿,深裂,花黄色 |
| 300 | 1.87aA | 3.53bB | 植株偏纤细,叶深绿,深裂,花黄色 |

茎粗则随辐射剂量的增加,与对照比较差异不大,但均小于对照,仅 300 Gy 差异显著。说明辐射对黄秋葵茎粗具有抑制作用,但若想从辐射中筛选出较大的茎秆,250 Gy 是最佳

剂量。

植株形态上,各个辐射处理除 300 Gy 处理偏纤细外,植株皆健壮;叶色上均变深;叶形上 50、150 Gy 处理为浅裂,其他处理与对照则同为深裂;花色无明显变化。在整个生育期对每个处理植株进行观察发现株高性状变异的单株 8 株,果荚性状变异的植株 6 株。株高变异方向为增高,果荚变异方向为畸形。

2.4 不同辐射处理对黄秋葵果实性状的影响

在黄秋葵商品果成熟收获时,对各处理黄秋葵鲜果性状进行考察测定,考测结果见表 4。随着剂量的增加,果柄长度呈先降低后增高的趋势,但均低于对照,可见辐射对果柄生长有抑制作用。100、150、200 Gy 剂量处理下果柄长度显著低于对照,其他剂量则与对照差异不显著。

250 Gy 处理果实长度显著高于其他处理,50 Gy 处理显著低于其他处理,除这 2 个处理外其他剂量处理间差异不显著。果实横径方面,50 Gy 处理显著低于其他处理,其他剂量处理间差异不显著但显著高于对照。故果形上 50 Gy 处理明显短细,其他处理则相对于对照较为粗长。说明黄秋葵果形上 50 Gy 处理有明显抑制作用,其他处理则有促进作用,而 250 Gy 处理促进作用较为明显。

嫩果质量随着处理剂量的增加而显著增加。单株结果数除 300 Gy 处理有增加外,其他剂量都有所降低。从表 4 中可知,不同剂量处理下以 150 Gy 剂量处理产量最高,单株产量为 1 086.4 g;50 Gy 剂量处理产量最低,单株产量为 908.2 g。同时还发现,不同剂量处理的嫩果形态也发生了明显变化。其中 50 Gy 处理嫩果形态最差,短小且不直;100 Gy 辐照处理果色上有白色斑点,不够美观;150 Gy 处理嫩果形态与对照相比在果形上变得更粗,形态为最佳;200、250、300 Gy 处理相对于对照,虽果形上更粗,但绒毛变粗,且有突起物,故果实形态不佳。

2.5 辐射剂量与黄秋葵主要农艺性状的相关性

⁶⁰Co 辐射剂量与黄秋葵主要农艺性状的相关分析结果见表 5。由表 5 可见,辐射剂量与黄秋葵株高呈正相关关系($r=0.12$),与茎粗呈负相关关系($r=-0.18$),但均不显著,说明⁶⁰Co 辐射剂量可以促进植株伸长,而对植株的膨大增粗有抑制作用,但效果均不显著。辐射剂量与果实长度、嫩果质量和单株挂果数呈显著的正相关关系($r=0.27^*$ 、 0.27^* 、 0.23^*),与果实横径和单株产量呈极显著的正相关关系($r=0.35^{**}$ 、 0.55^{**}),说明⁶⁰Co 辐射可以促进黄秋葵嫩果伸长变粗,提高单果质量和单株结果数,增加单株产量,且效果十分明显。

表 4 不同辐射剂量下商品成熟果实的性状比较

| 剂量 (Gy) | 果柄长 (cm) | 果实长 (cm) | 果实横径 (cm) | 嫩果质量 (g/个) | 单株挂果数量 (个) | 单株产量 (g) | 嫩果形态 |
|------------|-------------|-------------|--------------|---------------|---------------|-------------|---------------------------|
| 0 | 3.67aA | 14.28abA | 2.59bC | 28.44fF | 60.0abAB | 1 000.42dD | 果黄绿色,果形细长,绒毛光滑,突起物很少 |
| 50 | 3.52abA | 13.77bA | 2.70bBC | 29.30eE | 53.80cB | 908.20fE | 果黄绿色,果形短细,略弯,绒毛光滑,突起物很少 |
| 100 | 3.17bA | 14.55abA | 2.98aA | 34.38bB | 55.55bcAB | 984.60eD | 果黄绿色带白色斑点,果形粗长,绒毛光滑,突起物很少 |
| 150 | 3.08bA | 14.76abA | 2.97aA | 36.80aA | 58.78abcAB | 1 086.40aA | 果黄绿色,果形粗长,绒毛光滑,突起物很少 |
| 200 | 3.08bA | 14.73abA | 2.93aA | 34.43bB | 57.11abcAB | 996.5deD | 果黄绿色,果形粗长,绒毛略粗,突起物略有 |
| 250 | 3.31abA | 16.16aA | 2.90aAB | 34.04cC | 57.44abcAB | 1 034.10cC | 果黄绿色,果形粗长,绒毛略粗,突起物略有 |
| 300 | 3.38abA | 14.00abA | 3.00aA | 33.55dD | 62.00aA | 1 053.40bB | 果绿色,果形粗长,绒毛略粗,有突起物 |

表 5 ⁶⁰Co 辐射剂量与黄秋葵主要农艺性状的相关分析

| 项目 | 相关系数 | | | | | | | |
|-------|---------|---------|----------|---------|---------|--------|---------|------|
| | 辐射剂量 | 株高 | 茎粗 | 果实长度 | 果实横径 | 嫩果质量 | 单株挂果数 | 单株产量 |
| 辐射剂量 | 1 | | | | | | | |
| 株高 | 0.12 | 1 | | | | | | |
| 茎粗 | -0.18 | -0.25 * | 1 | | | | | |
| 果实长度 | 0.27 * | 0.29 * | 0 | 1 | | | | |
| 果实横径 | 0.35 ** | 0.22 | -0.37 ** | 0.12 | 1 | | | |
| 嫩果质量 | 0.27 * | 0.18 | -0.16 | 0.16 ** | 0.38 ** | 1 | | |
| 单株挂果数 | 0.23 * | 0.19 | -0.36 ** | 0.19 | 0.17 | -0.01 | 1 | |
| 单株产量 | 0.55 ** | 0.24 * | -0.39 * | 0.21 | 0.51 ** | 0.25 * | 0.63 ** | 1 |

注:“**”为极显著相关,“*”为显著相关。

3 结论与讨论

⁶⁰Co 辐射剂量处理黄秋葵种子可导致幼苗的表型发生改变。与对照植株相比,辐射处理后有些幼苗子叶边缘枯黄,并且出现皱缩现象。但随着生长的延续,黄苗慢慢恢复到绿色。整个生育期对每个处理植株进行观察记载,发现既有株高性状变异的单株,也有果荚性状变异的植株。表明对黄秋葵进行物理辐照诱变处理,诱使其基因发生突变是可行的。

畸变一般是由于生理损伤造成的,生理损伤与剂量呈正相关,幼苗生长到一定生理阶段后,畸变会随着损伤的修复而逐渐消失^[6]。畸变多为劣变,仅有少部分是有益的变异,可望从中选择出符合栽培性状的变异。对于辐射育种,适宜辐射剂量的确定十分重要,只有适宜的诱变剂量才能获得有效的突变^[7]。一般认为,植物诱变育种最佳剂量的确定以临界剂量与致死剂量之间的偏致死剂量为最佳^[8-9]。本试验中,从诱变后对出苗率统计分析结果来看,没有得到致死的辐射剂量,表明利用⁶⁰Co 射线对黄秋葵种子进行辐射诱变时其致死量应大于 300 Gy。但从其出苗率和幼苗高度可知,250、300 Gy 辐射剂量处理明显低于对照,最多低于对照 15% 左右,抑制作用不明显。这可能与辐射材料敏感性和辐射剂量有关。可进一步根据其数据参照周小梅等的直线回归方程^[10]大致计算出辐射半致死剂量,进行试验加以验证,并研究确认准确的临界剂量及致死剂量,以便最终确定最佳的诱变剂量。

黄秋葵用⁶⁰Co 进行辐射,随着辐射剂量的增加,对黄秋葵植株伸长有促进作用,但会抑制植株的增粗。若想通过辐射选育高大且粗壮的植株,250 Gy 辐射剂量是最佳选择。

不同剂量⁶⁰Co 辐射处理黄秋葵种子后,对黄秋葵单果的生长发育产生明显的影响,主要表现在随着辐射剂量的增加,嫩果的果长、果径及果质量均有明显提高,且单株挂果数也有

所增加。但嫩果形态上,50、100、200、250、300 Gy 辐射剂量处理较对照嫩果形态略差,绒毛变粗,有突起物等,150 Gy 辐射剂量嫩果形态佳,明显促进了嫩果伸长增粗,但挂果数有轻微抑制效果。

本试验⁶⁰Co 不同剂量辐射对黄秋葵主要农艺性状的影响差异较大。其中 150 Gy 株高适宜,对果实形态和单株产量影响比较明显,从其辐射后代有可能可以选到产量高、嫩果形态佳、适宜采摘的突变体。

参考文献:

- [1] 钟惠宏,郑向红,李振山,等. 秋葵属的种及其资源的搜集研究和利用[J]. 中国蔬菜,1996(2):49-52.
- [2] 叶昌华,胡 韬,卓 明,等. 成都地区黄秋葵品种比较试验初报[J]. 现代园艺,2012(24):7-8.
- [3] IBPGR. Report of an international workshop on okra genetic resources [R]. Rome:IBPGR,1991.
- [4] 徐冠仁. 植物诱变育种学[M]. 北京:中国农业出版社,1996.
- [5] 黄熊娟,李剑钊. 我国辐射诱变育种及其在蔬菜中的应用[J]. 南方农业学报,2008,39(6):725-730.
- [6] 曾令达. ⁶⁰Co-γ 射线对枳种子辐射生物学效应的探讨[J]. 惠州学院学报(自然科学版),2003,23(3):17-22.
- [7] 申慧芳,李国柱. ⁶⁰Co-γ 射线对苦荞干种子的辐射效应[J]. 杂粮作物,2002,22(3):144-146.
- [8] 辛培尧,周 军,唐军荣,等. ⁶⁰Co 射线对华山松南方种源种子的诱变效果[J]. 贵州农业科学,2012,40(9):190-191.
- [9] 刘胜洪,周玲艳,杨妙贤,等. ⁶⁰Co-γ 射线诱变紫花苜蓿 WL525HQ 的 SSR 研究[J]. 江苏农业科学,2015,43(7):238-241.
- [10] 周小梅,赵运林,蒋建雄,等. 几种冷季型草坪草辐射敏感性及其辐射育种半致死剂量的确定[J]. 湘潭师范学院学报(自然科学版),2005,27(1):75-78.