

高承芳, 张晓佩, 陈鑫珠, 等.<sup>60</sup>CO- $\gamma$  辐射对大翼豆种子发芽及幼苗生长的影响 [J]. 福建农业学报, 2015, 30 (11): 1056-1059.  
GAO C-F, ZHANG X-P, CHEN X-Z, et al. Effect of <sup>60</sup>CO- $\gamma$  Rays Irradiation on Germination and Seedling Development of Siratro Seeds [J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2015, 30 (11): 1056-1059.

## <sup>60</sup>CO- $\gamma$ 辐射对大翼豆种子发芽及幼苗生长的影响

高承芳<sup>1</sup>, 张晓佩<sup>1</sup>, 陈鑫珠<sup>1</sup>, 董晓宁<sup>1\*</sup>, 翁伯琦<sup>2\*</sup>

(1. 福建省农业科学院畜牧兽医研究所, 福建 福州 350013; 2. 福建省农业科学院, 福建 福州 350003)

**摘要:** 为筛选大翼豆新品种突变株, 采用不同剂量的<sup>60</sup>CO- $\gamma$  射线辐射大翼豆种子。结果表明, 各辐射剂量在一定程度上均抑制大翼豆种子发芽及幼苗的生长, 但在0~800 gy时随着辐射剂量的增加, 抑制作用加强, 在高剂量1 000、1 200 gy时种子发芽及幼苗生长与对照相比无显著差异( $P>0.05$ );通过育苗盘中观测, 辐射剂量与幼苗成活率呈现S型曲线趋势, 在200、1 000 gy时幼苗成活率分别为曲线的最高点, 800 gy为最低点。

**关键词:**<sup>60</sup>CO- $\gamma$  射线; 辐射; 大翼豆; 种子发芽; 幼苗成活率

中图分类号: S 326

文献标识码: A

### Effect of <sup>60</sup>CO- $\gamma$ Rays Irradiation on Germination and Seedling Development of Siratro Seeds

GAO Cheng-fang<sup>1</sup>, ZHANG Xiao-pei<sup>1</sup>, CHEN Xin-zhu<sup>1</sup>, DONG Xiao-ning<sup>1\*</sup>, WENG Bo-qi<sup>2\*</sup>

(1. Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China; 2. Fujian Academy of Agricultural Science, Fuzhou, Fujian 35001, China)

**Abstract:** Seeds of siratro were irradiated with 0—1 200 gy of <sup>60</sup>CO- $\gamma$  rays to study the effects on the seed germination and seedling development. It was found that the irradiation retarded both. As the dose increased from 0 to 800 gy, the inhibition effect increased. Beyond that, the effects on the seeds treated with 1 000 or 1 200 gy did not differ significantly ( $P>0.05$ ). The seedling survival rate as observed on a seedling disk appeared to be a parabolic function with a peak at the doses of 200 gy and 1 000 gy, and the lowest at 800 gy.

**Key words:** <sup>60</sup>CO- $\gamma$  ray; irradiation; siratro; seed germination; seedling survival rate

国内外在<sup>60</sup>CO- $\gamma$  射线辐射方面取得了重要成果<sup>[1-2]</sup>, <sup>60</sup>CO- $\gamma$  射线辐射选育具有变异率高、变异范围广、变异稳定快的优点, 它能在短时间内获得数以万计的有价值的突变体。目前, <sup>60</sup>CO- $\gamma$  射线辐射作为一种新的快速的育种技术手段, 在国内外广泛应用, 并取得很大成就。国内外已对近1 000多种植物的属间、种间和品种间的敏感性进行了大量研究, 尤以农作物的大麦、小麦、水稻等研究报道较多, 而牧草方面则以苜蓿<sup>[3-5]</sup>、三叶草<sup>[4,6]</sup>、草木樨、黑麦草<sup>[7-8]</sup>、沙打旺<sup>[9]</sup>、胡枝子<sup>[10]</sup>、高羊茅<sup>[11-12,13]</sup>、狗牙根<sup>[14-15]</sup>等品种研究较多。辐射选育对品种的生产能力、早熟性、品质和适应性都有所改变, 翁伯琦等<sup>[16]</sup>发现经过<sup>60</sup>CO- $\gamma$  射线射后的豆

科决明属牧草品种的种子农艺性状有不同程度的变异, 辐射后代生物量比原种增加。李红<sup>[17]</sup>诱变育成了沙打旺早熟品种。在形态变化方面, 叶片、茎、根和株形都可作为鉴定指标。宣继萍等<sup>[18]</sup>研究表明, 原始种源进行多代的辐射诱变, 可以使得叶片显著变窄, 草层高度显著降低, 节间变细变长。

大翼豆是我国南方一种重要的豆科蔓生草本牧草, 具有较强的耐旱性, 适应性强、耐中度盐碱性土壤、适口性好、利用方式多样等特点, 但其缺点是产量低, 且耐寒性较差, 研究大翼豆品种<sup>60</sup>CO- $\gamma$  辐射, 可有望筛选高产、抗寒的变异株, 为获得优良突变体, 筛选出新品种资源, 丰富基因库提供理论依据, 为育种提供原始材料。

收稿日期: 2015-09-12 初稿; 2015-10-14 修改稿

作者简介: 高承芳 (1983-), 女, 硕士, 研究方向: 牧草栽培与环境生态 (E-mail: gaochengfang602@163.com)

\* 通讯作者: 董晓宁 (1956-), 男, 研究员, 主要从事草业与畜牧的研究 (E-mail: xndong@126.com);

翁伯琦 (1957-), 男, 研究员, 主要从事农业发展战略研究 (E-mail: wengboqi@163.com)

基金项目: 福建省科技计划项目——省属公益类科研院所基本科研专项 (2014R1023-14)

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

大翼豆种子来源于福建省农业科学院农业生态研究所, 为 2013 年 2 月收集于牧草种质圃, 经处理晾干后冷藏于冰箱。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 培养皿发芽** 辐射在福建省农业科学院水稻研究所辐射中心进行。设置不同的  $^{60}\text{CO}-\gamma$  射线辐射剂量进行处理(处理 1~6), 分别为 200、400、600、800、1 000、1 200 gy (剂量率为  $4.6875 \text{ gy} \cdot \text{min}^{-1}$ ), 以不辐射的种子为对照(CK), 每个处理随机取 50 粒种子, 重复 3 次。种子在进行培养前, 先用 5% 的  $\text{NaClO}_4$  消毒 10 min, 然后用自来水冲洗数次后滤干水分, 用培养皿发芽法在 25°C 人工气候箱中进行发芽试验(2015 年 3 月 24 日), 每天观察并记录种子发芽(胚根突破种皮 1~2 mm) 个数, 并适宜洒些蒸馏水, 保持滤纸湿润, 7 d 后统计种子发芽个数, 随机选 10 粒种子量取幼苗高度与根长。计算种子发芽率、发芽指数、活力指数、苗高和根长等指标。

$$\text{发芽率} (\%) = 7 \text{ d 内供试种子的发芽数} / \text{供试种子数} \times 100\%$$

$$\text{发芽势} (\%) = 4 \text{ d 内供试种子的发芽数} / \text{供试种子数} \times 100\%$$

发芽指数<sup>[19]</sup> (GI) 为在  $t$  日的发芽数,  $t$  为相应的发芽日数。GI 值越大, 表明发芽速度快。

$$\text{活力指数(VI)} = \text{GI} \times S, \text{式中 } S \text{ 为幼苗高度。}$$

霉烂率为培养皿中发霉的种子占 50 粒种子的百分数。

**1.2.2 育苗盘发芽** 选取一定数量的种子, 分别进行不同的  $^{60}\text{CO}-\gamma$  射线辐射处理, 分别为 200、400、600、800、1 000、1 200 gy (剂量率为  $4.6875 \text{ gy} \cdot \text{min}^{-1}$ ), 以不辐射的种子为对照, 每个处理随机取 75 粒种子, 不设重复, 播于穴盘内, 穴盘内装有 1:1 的珍珠岩与营养土的混合, 置于温室内。播后 10 d 始有出苗, 每天观察记录种子出苗率, 当早期幼苗基本生长稳定时, 19 d 后发芽情况已基本稳定(以第 2 片子叶展露为标准), 统计种子的出苗率、真叶展露时间等指标。

### 1.3 统计分析

数据采用 DPS 软件进行统计和方差分析, 使用最小显著差数法(LSD) 比较差异显著性, 利用 SPSS 软件进行拟合曲线的制作。

按 Williamson<sup>[18]</sup> 提出的抑制率 RI 来衡量影响

强度(C 是对照值, T 是处理值),  $RI > 0$  时表示 [ $RI = T/C - 1$  ( $T < C$ ) 或  $1 - T/C$  ( $T \geq C$ )] 促进作用,  $RI < 0$  时表示抑制作用。RI 绝对值的大小表示作用强度的大小。

## 2 结果与分析

### 2.1 培养皿内不同 $^{60}\text{CO}-\gamma$ 辐射剂量对大翼豆种子发芽的影响

从表 1 中可知,  $^{60}\text{CO}-\gamma$  射线辐照大翼豆种子后, 各辐射剂量辐射后的大翼豆种子发芽率与对照相比呈先下降后上升的趋势, 在 800 gy 时种子发芽率最低, 仅为 13%, 随着辐射剂量的继续增加, 在 1 000 gy 和 1 200 gy 时的发芽率与对照相比无显著性差异( $P > 0.05$ )。辐射对种子发芽势的影响随着辐射剂量的增加, 发芽势呈现先降后升的趋势, 以 800 gy 时的发芽势最低, 为 7%, 与对照相比差异达显著水平( $P < 0.05$ ), 而随着辐射剂量的增加在 1 000 gy 和 1 200 gy 时种子发芽势与对照相比无显著性差异( $P > 0.05$ )。辐射对种子发芽指数有抑制作用, 辐射剂量在 800 gy 时发芽指数最低, 为 4.47, 与对照相比差异极显著( $P < 0.01$ ), 其余辐射剂量与对照相比均无显著性差异( $P > 0.05$ )。辐射对活力指数有抑制作用, 以 800 gy 时活力指数最低, 为 8.87, 与对照相比存在极显著差异( $P < 0.01$ )。随着辐射剂量的增加, 种子霉烂率有所增加, 但在 600 gy 时的霉烂率最高为 23%, 与对照相比存在极显著差异( $P < 0.01$ )。

### 2.2 在育苗盘内辐射对大翼豆种子出苗率及真叶展露时间的影响

表 2 可知, 经  $^{60}\text{CO}-\gamma$  射线不同剂量的辐射处理, 大翼豆的出苗和成苗情况除在 200 gy 和 1 000 gy 时与对照相比对种子的出苗率有促进作用, 其余辐射剂量均抑制种子出苗率, 且随着辐射剂量的增加, 幼苗成活率呈现 S 型曲线趋势(图 1), 200 gy 和 1 000 gy 时种子出苗率分别达到曲线的最高点, 800 gy 时达到最低点。辐射剂量不同真叶展露时间各异, 200 gy 和 1 000 gy 时真叶展露时间最早, 分别为 9 d 和 10 d。

### 2.3 不同辐射剂量对大翼豆幼苗生长的影响

表 3 可知, 不同辐射剂量对大翼豆苗高有显著抑制作用, 对照种子的苗高最高, 为 4.65 cm, 与其他辐射剂量相比存在极显著性差异( $P < 0.01$ ), 辐射后种子根长与对照相比无显著性差异( $P > 0.05$ ); 对苗高和根长的抑制率除 200 gy 以外, 其余均为对根长抑制率大于对苗高的抑制率(表 3)。

表1 不同<sup>60</sup>CO-γ 辐射剂量对大翼豆种子发芽的影响  
Table 1 Effect of radiation dose on germination of siratro seeds

处理	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	活力指数	霉烂率/%
CK	38.00 aA	23.00 aAB	14.61 aA	67.45 aA	10.00 cC
1	28.00 bcBC	23.00 aAB	13.01 abA	33.58 bBC	18.00 bB
2	22.00 cCD	17.00 abAB	9.23 abcAB	16.02 cBCD	15.00 cB
3	21.00 cCD	13.00 abAB	7.48 bcAB	14.63 cCD	23.00 aA
4	13.00 dD	7.00 bB	4.47 cB	8.87 cD	16.00 bcB
5	35.00 abAB	24.00 aA	13.00 abA	37.28 bBC	7.00 eD
6	40.00 aA	21.00 aAB	13.16 abA	38.18 bB	9.00 eCD

注:同列数据后不同小写字母表示与对照比较在0.05水平上的差异显著;不同大写字母表示在0.01水平上的差异极显著。

表2 辐射对大翼豆种子出苗率及真叶展露时间的影响  
Table 2 Effect of radiation on survival rate of siratro seedlings and leaf opening

处理	CK	1	2	3	4	5	6
种子出苗率/%	44.44	48.61	43.06	34.72	31.94	45.83	37.5
真叶展露时间/d	9	10	18	16	15	9	11

注:真叶展露时间为播种后第1片真叶展露的天数。

表3 不同辐射剂量对大翼豆幼苗生长的影响  
Table 3 Effect of radiation dose on seedling growth of siratro

处理	CK	1	2	3	4	5	6
苗高/cm	4.65 aA	2.60 bB	1.76 bB	1.96 bB	1.98 bB	2.86 bB	2.90 bB
苗高抑制率/%		-0.44	-0.62	-0.58	-0.57	-0.39	-0.38
根长/cm	1.70 aA	1.40 abA	0.41 bA	0.44 abA	0.68 abA	0.68 abA	0.73 abA
根长抑制率/%		-0.18	-0.76	-0.74	-0.60	-0.60	-0.57

注:同行不同小写字母表示与对照比较在0.05水平上的差异显著;不同大写字母表示在0.01水平上的差异极显著。

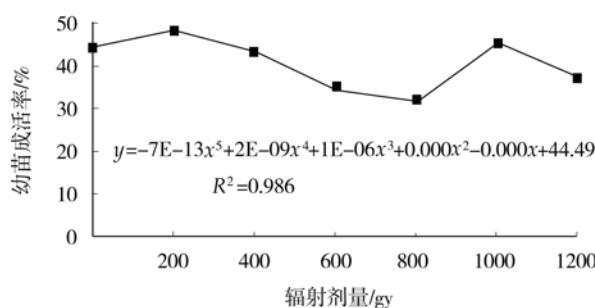


图1 大翼豆种子出苗率与辐射剂量关系

Fig. 1 The relationship between seedling survival rate and irradiation dose

### 3 讨论

#### 3.1 培养皿内不同<sup>60</sup>CO-γ 辐射剂量对大翼豆种子发芽的影响

<sup>60</sup>CO-γ 射线辐照后大翼豆品种的发芽率表现

为下降趋势,辐照一定程度抑制了大翼豆种子的发芽率与活力指数,辐射剂量与种子发芽率和活力指数呈负相关,本研究这一结果与其他学者研究一致<sup>[3-6,20]</sup>,对品种辐射损伤效应表现在发芽种子的根长、活力指数、幼苗存活率、幼苗高度等指标上。与对照相比,除了800 gy 辐射处理的有显著差异外,其他的则无显著影响。从发芽势可知,在1 000 gy 时的发芽势最大为24%,这说明在1 000 gy 时为辐射的最佳剂量,其种子的发芽速度和整齐度最大,发芽势用来测试种子的发芽速度和整齐度,数值越大,发芽势越强。<sup>60</sup>CO-γ 射线辐射剂量在0~800 gy 以内时,辐照剂量越大,种子发芽率和活力指数越低,辐射剂量与发芽率和活力指数呈负相关,反之亦然;而在1 000 gy 和1 200 gy 时,种子发芽率与对照种子的发芽率等同,无显著性差异,康玉凡<sup>[21]</sup>在总结苜蓿最适宜辐射剂量时,也曾提出过同样的观点:以发芽率为指标无法求出

$\text{LO}_{50}$  半致死剂量，因为高剂量辐照后种子的发芽率几乎与未照射种子的发芽率等同。辐射对种子的幼根伸长和幼苗高度也有一定的抑制作用，但总体状况是对根长的抑制作用大于对苗高的抑制作用，这一研究结果与其他学者一致<sup>[3]</sup>，种子经辐射后，最明显的生物学效应就是发芽种子的发芽和幼根的生长受到了抑制。在 0~800 gy 辐射剂量范围内，辐照剂量与种子霉烂率呈现正相关，辐射剂量越大，种子霉烂率增加，而 1 000 gy 时的种子霉烂率最低，与对照相比存在极显著差异，呈现这一现象有可能是辐射对种子生理造成损伤或改变了种子某些抗性基因，造成抗菌能力减弱。马鹤林等<sup>[20]</sup>提出，在一定剂量范围内，变异率随照射量的提高而增加，照射量过大，突变率虽然增加，但植物的辐射损伤也增加，植株成活率下降，只有适宜的照量，才能获得较多的有利突变。

### 3.2 在育苗盘内辐射剂量对大翼豆种子出苗率的影响

测定牧草辐射敏感性，一般以出苗率、成活率为主要指标划分<sup>[22]</sup>，本研究结果可知，辐射剂量对种子出苗率的影响呈现先下降后上升的趋势，辐射剂量在 200 gy 时与对照相比，种子出苗率反而增加，这一结果与马鹤林<sup>[3]</sup>研究一致，他指出扁蓿豆在 20 kr (200 gy) 时的剂量下生长非但没受到抑制，反而促进了生长，这就是国内外已有大量报道的低剂量的刺激效应。辐射剂量在 400~800 gy 时随着辐射剂量的增加，种子出苗率呈下降趋势，而在 1 000 gy 时的种子出苗率与对照无明显差异，结果呈现出抛物线趋势。

本研究将在田间进一步观测辐射后代性状特征，为筛选有利突变株提供更多支撑材料。

### 参考文献：

- [1] 伊虎英. 国外牧草和豆科饲料作物辐射诱变综述 [J]. 水土保持通报, 1984, (3): 57~60.
- [2] 兰秀红, 费永俊. 我国牧草辐射育种研究进展 [J]. 长江大学学报: 自然科学版, 2009, 6 (4): 34~36.
- [3] 马鹤林, 海棠, 申庆宏, 等. 21 种豆科牧草辐射敏感性及适宜辐射剂量的研究 [J]. 中国草地, 1992, (6): 1~5.
- [4] 马鹤林, 海棠, 申庆宏, 等. 89 个豆科牧草品种适宜辐射剂量及敏感性分析 [J]. 中国草地, 1995, (2): 6~11.
- [5] 康玉凡, 陈树兴, 王成章, 等. 苜蓿品种辐射敏感性的模糊聚类分析 [J]. 中国草地, 1998, (4): 1~4, 8.
- [6] 海棠, 马鹤林, 申庆宏, 等. 几种三叶草的辐射敏感性及适宜辐射剂量的研究 [J]. 内蒙古草业, 1994, (4): 45~46.
- [7] 刘勇, 柯绍英, 黄小琴, 等. 黑麦草属 28 个引进品种辐射子一代的生长性状比较 [J]. 草业科学, 2012, 29 (11): 1718~1723.
- [8] 尹淑霞, 王月华, 周荣荣.  $^{60}\text{CO}-\gamma$  射线辐射对黑麦草种子发芽及 POD 同工酶的影响 [J]. 中国草地, 2005, 27 (1): 75~79.
- [9] 周利斌, 李文建, 李强, 等. 重离子及电子辐照沙打旺 (*Astragalus Adsurgens* Pall) 干种子的辐射生物学效应 [J]. 激光生物学报, 2003, 12 (5): 349~354.
- [10] 赵洁. 三种胡枝子对干旱和增强 UV-B 辐射的生理响应 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013.
- [11] 张彦芹, 贾炜玲, 杨丽莉, 等.  $^{60}\text{CO}-\gamma$  辐射高羊茅性状变异研究 [J]. 草业学报, 2005, 14 (4): 65~71.
- [12] 熊志波, 费永俊.  $^{60}\text{CO}-\gamma$  辐射对高羊茅子二代茎叶生长的影响 [J]. 长江大学学报: 自然科学版, 2013, 10 (11): 20~23.
- [13] 费永俊, 吴亭谦.  $^{60}\text{CO}$  辐射在高羊茅表型和子代上的响应 [J]. 中国草地学报, 2009, 31 (4): 53~55.
- [14] 宣继萍, 郭爱桂, 刘建秀, 等. 狗牙根辐射诱变后代外部性状变异分析 [J]. 草业学报, 2005, 14 (6): 107~111.
- [15] 郭爱桂, 刘建秀, 郭海林, 等. 辐射技术在国产狗牙根育种中的初步应用 [J]. 草业科学, 2000, 17 (1): 45~47.
- [16] 翁伯琦, 徐国忠, 郑向丽, 等. 决明属牧草  $^{60}\text{CO}-\gamma$  射线辐射后代的若干特性研究 [J]. 中国农业科学, 2005, 38 (12): 2566~2570.
- [17] 李红. 诱变育成沙打旺早熟品种的研究 [J]. 草原与饲料, 1997, (6): 21~22.
- [18] 宣继萍, 郭爱桂, 刘建秀, 等. 狗牙根辐射诱变后代外部性状变异分析 [J]. 草业学报, 2005, 14 (6): 107~111.
- [19] 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.
- [20] 马鹤林, 海棠, 王秀兰, 等. 苜蓿不同品种辐射的生物学效应及适宜辐射剂量的研究 [J]. 内蒙古草业, 1993, (1): 28~33.
- [21] 康玉凡, 马鹤林, 陈有军, 等. 我国苜蓿品种的适宜辐射剂量 [J]. 内蒙古草业, 1998, (1): 1~6.
- [22] 马建中, 鱼红斌, 伊虎英. 关于牧草辐射育种几个问题的探讨 [J]. 核农学报, 2000, 14 (3): 167~173.

(责任编辑: 黄爱萍)