

食用性植物种子辐射敏感性的研究

刘琼英 邝炎华 郑粤美

(华南农业大学生物物理研究室, 广州, 510642)

摘要 本文应用 0(对照), 0.15、0.30、0.45、0.60、0.75、0.90、1.05、1.20、1.35 及 1.50 kGy 剂量的 ^{60}Co γ 射线照射花生、大豆、红豆、绿豆及眉豆等 5 种食用性植物种子, 测定其形态学和生理生化上的变化。结果表明: 不同种类的食用性植物种子具有不同的辐射敏感性, 其出苗率、苗高、初生叶面积、初生根活力、初生叶片叶绿素 a、b、(a+b) 含量等与照射剂量呈显著或极显著的负相关; 初生叶片叶绿素 a/b 比值则与照射剂量呈显著的正相关; 不同种类食用性植物种子具有不同的叶绿素 a、b、(a+b) 含量及叶绿素 a/b 比值; 叶绿素 (a+b) 含量的变化是由叶绿素 a 与 b 二者含量的共同变化所引起的。试验综合指标表明, 各供试种子的辐射敏感性大小次序表现为: 眉豆 > 花生 > 红豆 > 大豆 > 绿豆。

关键词 ^{60}Co γ 射线; 食用性植物种子; 辐射敏感性; 形态学及生理生化指标

中图分类号 S124

植物辐射敏感性(Radiosensitivity)是研究辐射生物学效应(Radiation biological effect)的重要内容之一。在研究植物辐射诱变效应时, 必需对植物种间和品种间的辐射敏感性进行研究。业已证实, 植物种间、品种间的辐射敏感性有很大的差异(王彩莲等, 1990; 永松土已等, 1964; 高木胖, 1974), 且前人对水稻、玉米、小麦、大麦及燕麦等作物品种辐射敏感性及其与诱变效果的关系报道较多(王彩莲等, 1990; 冯志杰等, 1991; 永松土已等, 1964)。但对花生、大豆、红豆、绿豆及眉豆等营养价值高, 且广为人们所喜爱食用的豆科食用性植物种子(Edible vegetable seeds)的报道甚少, 尤其是红豆和眉豆种子, 国内尚未见报道。对于植物辐射敏感性的研究, 过去多采用单一的形态学指标, 采用测定其幼苗在形态学和生理生化变化的综合研究, 迄今国内尚未见报道。本文以一定剂量的 ^{60}Co γ 射线照射花生等 5 种豆科食用性植物种子, 测定其出苗率、幼苗高度及初生叶片面积等形态学及初生根活力, 叶绿素 a、b、(a+b) 含量及叶绿素 a/b 比值等生理生化指标的变化, 综合研究 5 种豆科食用性植物种子辐射敏感性的差异, 以为合理选择食用性植物种子诱变育种的原材料, 选择适宜的辐射诱变剂量和提高诱变效率提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试种子的采集与照射处理

各处理均选择均匀一致、无病虫害的花生(*Arachis hypogaea*)、大豆(*Glycine max*)、红豆(*Phaseolus angularis*)、绿豆(*Phaseolus aureus*)及眉豆(*Vigna clindrica*)等 5 种食用性植物种子各 100 粒, 采用本校 ^{60}Co γ 放射源于常温下进行照射。照射剂量分别为 0, 0.15, 0.30, 0.45, 0.60, 0.75, 0.90, 1.05, 1.20 kGy (其中出苗率、苗高试验增设 1.35 及 1.50 kGy);

1993-01-18 收稿

剂量率为 40.09 Gy/min。将经照射处理的种子置于 1.0% 次氯酸钠溶液中消毒 15 min, 分别用自来水及去离子水清洗干净, 在常温下浸泡 24h 后播种于玻璃网室内的水泥栽培池中, 随机排列, 重复 3 次。

1.2 幼苗生长试验

播种后定期观察及测定各供试品种种子出苗率(%), 幼苗高度(cm)以及幼苗生长状况。

1.3 幼苗初生叶片面积测定

于播种后第 10 天, 各剪取 10 株幼苗, 采用美国 LI-COK 公司的 LI-3000 型叶面积测定仪测定幼苗叶片面积(cm^2)。

1.4 幼苗初生叶片叶绿素 a、b、叶绿素含量及叶绿素 a/b 比值测定

于播种后第 10 天, 各剪取 10 株幼苗初生叶片, 参考 Arnon(1949) 法, 取叶绿素的丙酮提取液, 用日本岛津 120 型分光光度计测定其光密度, 并按公式计算叶绿素 a、b、叶绿素含量(以叶绿素 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 鲜叶重表示)和叶绿素 a/b 比值。叶绿素含量以 (a+b) 表示, 下同。

1.5 初生根活力测定

取各照射处理后的 5 种种子各 100 粒, 播于培养皿($d10.0\text{ cm}$)中, 于发芽后第 10 天, 用解剖刀切取其初生根, 采用 α -萘胺氧化法测定(山东农学院编, 1980)并计算其氧化 α -萘胺 $\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ 鲜根重值。

2 结果与分析

2.1 不同照射剂量对食用性植物种子出苗率的影响

出苗率随着照射剂量的增加而降低(图 1)。当剂量为 0.60 kGy 时, 与对照相比, 花生、大豆、红豆、绿豆及眉豆的出苗率分别由 96%, 95%, 87%, 97% 及 91% 降至 12%, 30%, 19%, 47% 及 1%; 照射剂量为 0.90 kGy 以上时, 除大豆及绿豆种子表现具有较大抗辐射性还能少数出苗(均属不正常的畸形苗)外, 其余种子皆已全部不能出苗。出苗率与照射剂量呈显著负相关。

2.2 不同照射剂量对食用性植物种子幼苗高度的影响

幼苗高度随着照射剂量的增加而降低(图 2)。即随着照射剂量的增加, 苗高受抑制, 损伤作用增强。剂量愈大, 苗高愈低, 照射剂量与苗高呈显著的负相关。

2.3 不同照射剂量对食用性植物种子初生叶片面积的影响

不同剂量照射处理的食用性植物种子, 其幼苗具有大小不同的叶面积, 除大豆在低剂量处

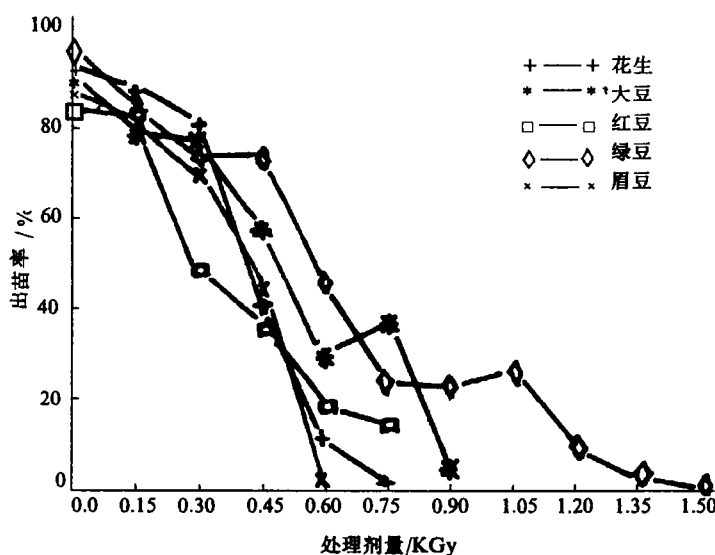


图 1 ^{60}Co 射线照射对种子出苗率的影响

理显示有刺激效应外,其余均随照射剂量的增加而叶面积减少(图 3)。照射剂量愈大,叶面积愈小,照射剂量与初生叶片面积呈极显著的负相关($r = -0.8516 \sim -0.9870$)(表 1)。

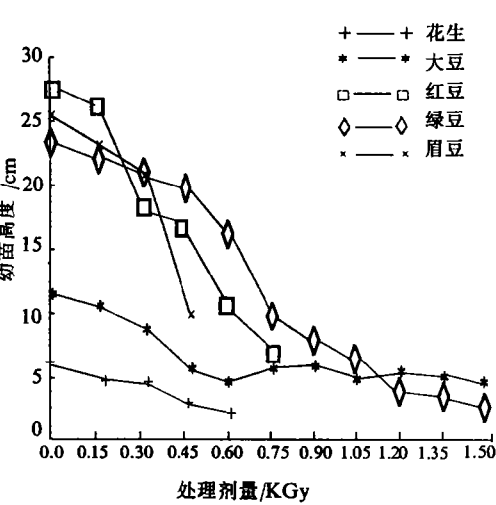


图 2 ⁶⁰Co γ 射线照射对幼苗高度的影响

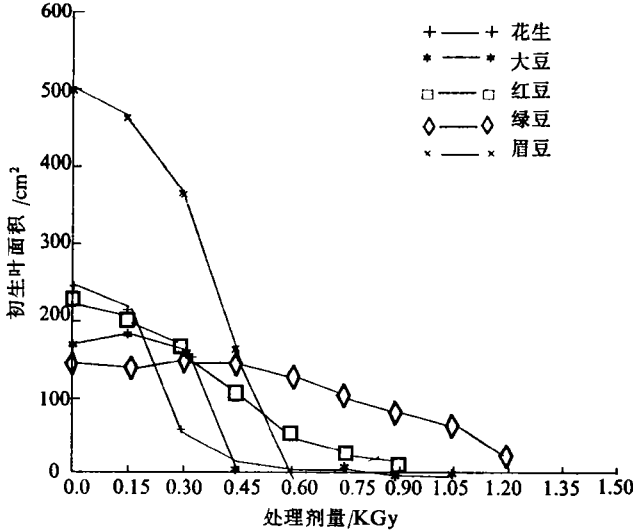


图 3 ⁶⁰Co γ 射线照射对初生叶面积的影响

表 1 照射剂量与初生叶面积的相关性检验⁽¹⁾

种子名称	花生	大豆	红豆	绿豆	眉豆
相关系数	-0.922 2**	-0.851 6**	-0.987 0**	-0.922 7**	-0.97 21**

(1)** 表示在 0.01 水平上差异显著

2.4 不同照射剂量对食用性植物种子初生根活力的影响

表 2 在⁶⁰Co γ 射线照射对种子初生根活力(α -萘胺 $\mu\text{g} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ 鲜根重)的影响

种子名称	照 射 剂 量 /kGy								
	0.00	0.15	0.30	0.45	0.60	0.75	0.90	1.05	1.20
花生	1.252	0.909	0.675	0.422	0.402	0.320	0.159	0.083	0.048
	± 0.037	± 0.007	± 0.005	± 0.006	± 0.011	± 0.005	± 0.008	± 0.004	± 0.005
大豆	0.780	0.705	0.672	0.645	0.582	0.450	0.362	0.249	0.199
	± 0.015	± 0.013	± 0.004	± 0.008	± 0.013	± 0.040	± 0.005	± 0.006	± 0.005
红豆	1.386	1.181	1.077	1.024	0.924	0.694	0.566	0.497	0.343
	± 0.015	± 0.120	± 0.049	± 0.048	± 0.020	± 0.007	± 0.016	± 0.006	± 0.025
绿豆	1.498	1.384	1.152	0.906	0.771	0.525	0.378	0.257	0.231
	± 0.012	± 0.005	± 0.056	± 0.005	± 0.010	± 0.017	± 0.007	± 0.008	± 0.007
眉豆	1.079	0.836	0.693	0.463	0.407	0.348	0.309	0.291	0.191
	± 0.011	± 0.011	± 0.011	± 0.011	± 0.005	± 0.011	± 0.009	± 0.008	± 0.006

(1)表中每一数据差异显著性达 0.01 水平。

不同剂量处理的种子具有不同的初生根活力,且不同品种之间差异较大(表 2),随着照射剂量的增加而初生根活力降低。剂量愈大,初生根活力愈小,初生根活力与照射剂量呈极显

著的负相关($r = -0.9416 \sim -0.9957$) (表3)。因而可把种子初生根活力的大小作为评价及鉴别种子或幼苗的辐射敏感性可靠的生理学指标之一。

表3 照射剂量与各种种子初生根活力的相关性检验⁽¹⁾

种子名称	花生	大豆	红豆	绿豆	眉豆
相关系数	-0.9578**	-0.9841**	-0.9957**	-0.9889**	-0.9416**

(1)** 表示在0.01水平上差异显著

2.5 不同照射剂量对食用性植物种子幼苗初生叶片叶绿素a、b、(a+b)含量和叶绿素a/b比值的影响

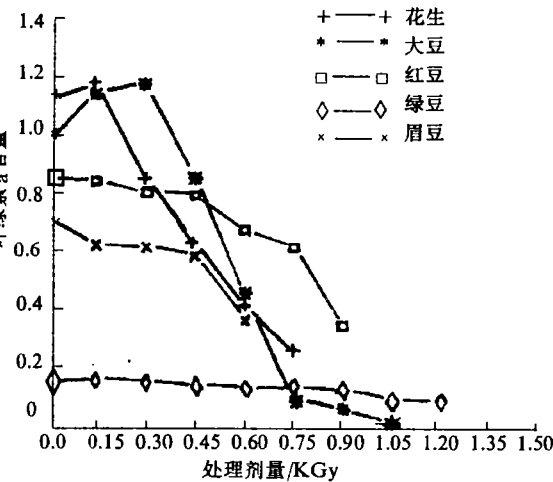


图4 ⁶⁰Coγ射线对初生叶片叶绿素a含量的影响

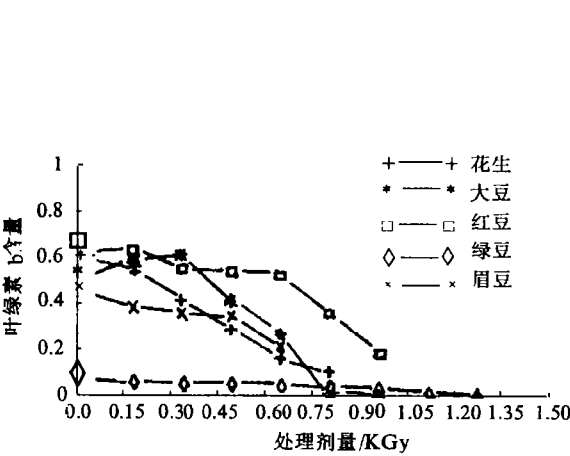


图5 ⁶⁰Coγ射线对初生叶片叶绿素b含量的影响

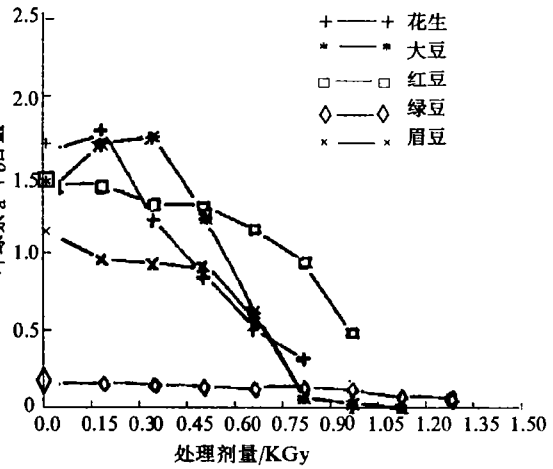


图6 ⁶⁰Coγ射线对初生叶片叶绿素(a+b)含量的影响

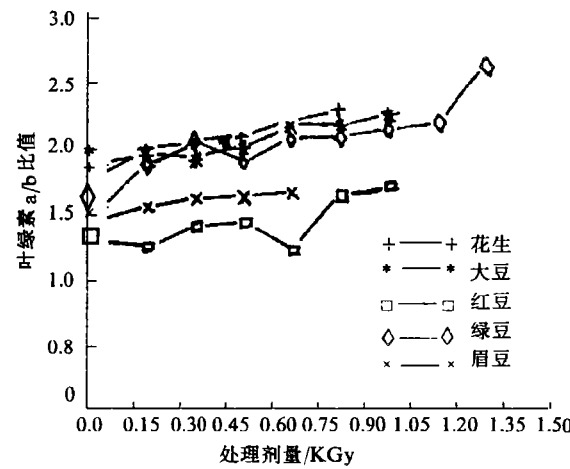


图7 ⁶⁰Coγ射线对初生叶片叶绿素a/b比值的影响

表 4 照射剂量与初生叶片叶绿素各含量之间的相关性检验⁽¹⁾

种子名称	叶绿素 a	叶绿素 b	叶绿素 (a + b)	叶绿素 a/b 比值
花生	-0.973 6**	-0.983 8**	-0.977 0**	0.902 4*
大豆	-0.920 3**	-0.910 3**	-0.922 6**	0.970 9**
红豆	-0.898 6**	-0.905 1**	-0.908 0**	0.690 9
绿豆	-0.936 8**	-0.978 3**	-0.965 3**	0.870 7**
眉豆	-0.882 9*	-0.921 8*	-0.899 6*	0.939 6*

(1) *, ** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上达到差异显著

不同照射剂量处理的食用性植物种子,其初生叶片具有不同的叶绿素 a、b、(a + b) 含量及叶绿素 a/b 比值。叶绿素 a、b、(a + b) 含量是随着照射剂量的增加而减少(图 4,5,6,) ,与照射剂量呈显著或极显著的负相关($r = -0.8829 \sim -0.9838$) (表 4),而初生叶片叶绿素 (a + b) 含量无论与叶绿素 a 或叶绿素 b 的含量均呈极显著的正相关,表明叶绿素 (a + b) 含量的增减是由于叶绿素 a 与叶绿素 b 二者共同增减的结果。但叶绿素 a/b 比值除低剂量处理的个别品种(红豆)外,均随着照射剂量的增加而轻度增加(图 7),呈显著或极显著的正相关($r = 0.8707 \sim 0.9709$) (表 4)。这说明一定剂量的 γ 射线能损伤植物叶片的叶绿体功能,导致叶绿素各含量的减少以及叶绿素 a/b 比值的增大,因而可把这些变化作为评价及鉴别种子或幼苗的辐射敏感性可靠的生理生化指标之一。

3 结论与讨论

3.1 关于豆科食用性植物种子辐射敏感性鉴别的适宜指标

关于植物辐射敏感性的研究,目前还没有一个统一的指标。本文应用 5 种食用性植物种子在外部形态学和体内生理生化代谢变化的综合指标:出苗率、苗高、叶面积、根活力、叶绿素 a、b、(a + b) 含量和叶绿素 a/b 比值,鉴别和评价其辐射敏感性,并由此而获得各供试种子的辐射敏感性大小依次为眉豆 > 花生 > 红豆 > 大豆 > 绿豆。即眉豆种子对电离射线最为敏感;绿豆种子有较大的抗性;其余 3 种种种子表现中等敏感。作者认为此法不仅可靠,方法简便,而且灵敏有效,具有较大的应用价值,这方面研究迄今国内尚未见报道。

3.2 关于植物辐射敏感性与植物体内生理生化代谢变化的关系

电离射线照射种子,其幼苗除外部形态学上表现有明显的损伤外,其体内生理学和生物化学上的代谢变化也较多(Gunckel et al,1961)。试验表明,不同种类(豆科)食用性植物种子具有不同的叶绿素 a、b、(a + b) 含量及叶绿素 a/b 比值;叶绿素含量(a + b)与叶绿素 a 或叶绿素 b 含量呈显著的正相关,说明叶绿素含量(a + b)的变化是由叶绿素 a 与 b 二者含量的共同变化所引起,即其变化是同步的或平行的;一定剂量的电离射线照射能损伤食用性植物初生叶片的叶绿体,严重抑制其叶绿素 a、b 的合成及含量并导致其叶绿素 a/b 比值的增大,这与前人的报道是相符合的(刘贞琦等,1984; Singh,1971)。电离射线能损伤植物的叶绿体功能而导致光化学活力的抑制作用,降低了叶绿体对 DCPIP(2,6-二 氯酚靛酚) 的还原能力(希尔氏反应活力)及光合磷酸化活性,进而导致植物生育受阻(Spikes et al,1956; 周佩珍等,1964; 叶济宇等,1965)。试验还表明,电离射线能影响食用性植物种子初生根活力,与照射剂量呈极显著的负相关。这由于电离射线抑制了作物的呼吸作用、光合磷酸化作用及过氧化物酶活性而导致根系活力的降低(Gunckel et al,1961)。根对 α - 萘胺的氧化能力与其呼吸强度有密切关系。 α - 萘胺氧化的本质就是过氧化物酶的催化作用,该

酶的活性愈强,对 α -萘胺的氧化力也愈强(山田登,1961)。因此可把作物根系对 α -萘胺的氧化力强弱作为根系活力大小以及种子受照射后生理活性变化的生理学指标之一,可用以鉴别和评价食用性植物种子的辐射敏感性。

3.3 关于植物辐射敏感性与辐射生物学效应研究的关系

由于影响植物辐射敏感性的因素和辐射生物学效应的表现是多方面的,要全面确立和研究电离射线对植物所诱发的辐射生物学效应与辐射敏感性的因果关系仍较困难,许多问题尚需进一步深入研究。随着辐射生物学的发展,人们开始从生理学和生物化学的角度来揭示电离射线的辐射生物学效应。本文涉及的一些生理生化指标的变化与辐射敏感性关系的研究,国内尚未见报道。因此,深入研究辐射的生理生化效应与辐射敏感性的关系,不仅有助于辐射生物学的基础研究,同时对农作物辐射诱变育种研究中,减少辐射损伤,选择适宜的照射原材料和诱变剂量以及提高诱变率,都具有重要的理论和实践意义。

参 考 文 献

- 山东农学院,西北农学院编.1980.植物生理学实验指导.济南:山东科学技术出版社,182~187
- 王彩莲,慎 玫,徐 刚,等.1990.不同类型栽培大麦的辐射敏感性.核农学报,4(1):7~12
- 叶济宁,罗崇洛.1965.电离辐射对叶绿体功能影响的研究.I.X射线对叶绿体希尔反应及光合磷酸化作用的影响.植物生理学报,2(1):74~80
- 刘贞琦,刘振业,马达鹏,等.1984.水稻叶绿素含量及其光合速率关系的研究.作物学报,10(1):57~62
- 冯志杰,胡小元,施巾帼,等.1991.大麦品种辐射敏感性及诱变效应的研究.核农学通报,12(1):4~8
- 周佩珍,叶钰坤,汤佩松.1964.叶绿体中不同a/b比例对还原2,6-二氯酚靛酚能力的影响.植物生理学报.1(2):154~158
- 山田登.1961. α -テノチルアミンによる水稻根の活力の診断.农业および园艺,36(12):1983~1985
- 永松土己,小川峰登.1964.大豆の放射線感受性の品種間差異.特に 乾干種子との関係.九州大学农学部学芸杂志,21:47~55
- 高木胖.1974.グイズの放射線感受性の品種間差異に関する研究.放射線育种场研究报告,3:45~87
- Arnon D I.1949.Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*.Plant Physiol,24:1~15
- Gunckel J E, Sparrow A H.1961.Ionizing radiations on biochemical, physiological and morphological aspects of their effects of plants. In: Ruhland W eds. Encyclopedia of plant physiol,16:555~611
- Singh B B.1971.Effects of gamma-irradiation on chlorophyll content of maize leaves.Radiat Bot,11(3):243~244
- Spikes J D, Anderson D R, Rieske J S.1956.Effects of ionizing radiation on the photochemical activity of isolated chloroplasts.Plant Physiol,31:32(Suppl.)

STUDIES ON THE RADIOSENSITIVITY OF EDIBLE VEGETABLE SEEDS

Liu Qiongying Kuang Yanhua Zheng Yuemei

(Lab. of Biophysics, South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642)

Abstract

Five varieties of edible vegetable seeds namely, peanut (*Arachis hypogaea*), soybean (*Glycine max*), red bean (*Phaseolus angularis*), mung bean (*Phaseolus aureus*) and Catjang cowpea (*Vigna cylindrica*) were treated with doses of 0 (control), 0.15, 0.30, 0.45, 0.60, 0.75, 0.90, 1.05, 1.20, 1.35 and 1.50 kGy of ^{60}Co γ ray respectively and a series of morphological, physiological and biochemical indexes determined. The seedling rate, seedling height, primary leaf area, primary root activity, the content of chlorophyll a, b and (a + b) indexes of different varieties of edible vegetable seeds were negatively correlated with the irradiation doses. However, the chlorophyll a/b ratio of seedling leaf was positively correlated with the irradiation doses. The radiosensitivity of different varieties of edible vegetable seeds varied greatly. The results showed that the radiosensitivity of the edible vegetable seeds were in order of catjang cowpea > peanut > red bean > soybean > mung bean and indicated that the above indexes were effective for determining the radiosensitivity of edible vegetable seeds and to elucidate the mechanical effects of ionizing radiation on plant growth and plant physiological-biochemical metabolism.

Key words ^{60}Co γ ray; edible vegetable seeds; radiosensitivity; morphological and physiological-biochemical indexes