

Co⁶⁰ - γ 射线不同剂量辐射黑稻 M₁ 代性状研究

吴世长 戴红燕 胡开伦 成福真

(西昌学院 高原及亚热带作物研究所,四川 西昌 615013)

【摘要】黑稻 (Y₄) 经 Co⁶⁰ - γ 射线不同剂量辐射 M₁ 代性状初步研究表明,生物性状比对照弱,随着辐射剂量的增大而明显下降,主要表现为生物损伤。而半致死剂量,半损伤剂量,临界剂量和处理表现优良等综合考虑,以 300GY 出现的频率最高。千粒重 株高 穗长等表现优良的可以标定 M₂ 代单独研究。

【关键词】黑稻 ;Co⁶⁰ - γ 射线 ;M₁ 辐射效应

【中图分类号】S511 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2007)01-0013-05

水稻在我国粮食作物中有举足轻重的地位。随着杂交水稻研究成功并推广,我国水稻产量 431.3kg/667m² 比世界平均产量高 38.3%,在解决我国 13 亿人口吃饭的问题上,杂交水稻作出了巨大贡献。随着人民生活水平的提高,稻米食味和营养价值越来越受到人们的重视,而作为“黑色食品”重要成员之一的黑稻糙米不仅含有天然水溶性色素,而且含有精米所缺少的特殊营养成分,如人体所必需氨基酸、不饱和脂肪酸、铁、锌、磷、钙等人体所需要的微量元素,维生素以及硒和黄酮类生理活性物质,其对人体保健具有其他药物所不可替代的作用。

现有的黑稻品种多为地方品种,普遍存在产量不高和抗性较差等缺陷,为此,迫切需对现有黑稻品种进行改良。在现有水稻改良方法中,辐射育种有其突出的优点:可以提高突变率,供试材料在基本保持原有遗传背景下,使丰产性、稳定性、适应性或品质获得明显改善;突变体的性状稳定快,育种周期较短。因此,我们决定采用 Co⁶⁰ - γ 射线照射具有丰富的营养价值和理化品质,但产量构成还不理想的黑稻品系 Y₄ 种子,研究其辐射诱变效应。以期望从其后代中选择性状优良的植株,应用于农业生产。

1 材料与方 法

1.1 试验方法

选用黑稻品系 Y₄ 干种子(含水量 13%)分别用

Co⁶⁰ - γ 射线 100GY、200GY、300GY、400GY、500GY 等不同剂量进行辐照处理,以未辐射处理的种子作对照。采用拱膜秧盘育秧,2006 年 4 月 6 日播种,每孔播 1 粒。分别于 4 月 28 日和 5 月 8 日用尿素 80 克对水叶面喷施,然后喷清水洗苗。5 月 10 日测定秧苗素质,5 月 14 日进行移栽。移栽规格为宽窄行双行错窝单株插秧,规格 (6+4)×4 寸,把所有成活苗栽完为止,每个处理为一个小区,各小区面积不等,但施肥水平和其它管理均匀一致,同一工序在一日内完成,施肥量同大面积生产相当。在整个生育期间不施任何农药,进行人工除草和治虫。

1.2 测定项目

1.2.1 做常规发芽试验,每处理随机抽取 150 粒种子置于盒中,每盒放置 50 粒,然后将发芽盒置于光照培养箱中,温度设置为 25℃,观察发芽过程和发芽粒数。

1.2.2 在秧田三叶期统计各处理的成苗数。观察秧苗长势变化。移栽前 2 天(2006 年 5 月 12 日)进行秧苗素质测定,测定内容包括叶龄、茎基宽、分蘖数、白根数、苗高、成苗率、叶挺长以及最大叶的长和宽。

1.2.3 大田期记录生育进程和苗情动态。乳熟中后期 SPAD-502 叶绿素含量测定仪测定叶绿素含量。蜡熟后期每处理选取连续的 100 穴测量每一个稻穗(包括主穗和分蘖穗)的高度、穗长、穗粒数、结实率。收获晾干后测千粒重。

2 试验结果与分析

收稿日期 2007-02-06

作者简介:吴世长(1983-),男,西昌学院农学系 2003 级农学本科专业学生,高原及亚热带作物研究所特种稻研究室“有色稻新品种选育及栽培技术研究”课题组研究成员。

2.1 $Co^{60} - \gamma$ 射线辐照处理对黑稻生育期的影响

不同照射剂量对黑稻 M1 生育期有明显影响。随着照射剂量的增大, 种子发芽出苗、分蘖、抽穗、扬花、灌浆和成熟的时间逐渐延迟, 全生育期时间随着生育进程和辐照剂量增大延迟的时间逐渐增长 (表

1)。这与前人在水稻辐射的试验结果一致。主要原因是种子被辐照后, 器官受到损伤, 植株生长发育受到抑制, 生长缓慢, 生育期延长。因此在 M1 代不考虑 $Co^{60} - \gamma$ 辐照对水稻成熟期的影响, M1 表现的熟性主要受损伤的影响不一定会遗传。

表 1 $Co^{60} - \gamma$ 射线不同剂量对 Y₄ 辐射处理后 M₁ 生育进程

处理	发芽期	分蘖期	抽穗期	齐穗扬花期	灌浆期	乳熟期	成熟期
CK	4 月 10 日	5 月 25 日	7 月 10 日	7 月 17 日	7 月 22 日	8 月 18 日	9 月 1 日
100GY	4 月 14 日	5 月 26 日	7 月 15 日	7 月 24 日	7 月 30 日	8 月 28 日	9 月 10 日
200GY	4 月 16 日	5 月 27 日	7 月 17 日	7 月 25 日	8 月 1 日	8 月 31 日	9 月 12 日
300GY	4 月 17 日	5 月 30 日	7 月 20 日	7 月 30 日	8 月 5 日	9 月 5 日	9 月 17 日
400GY	4 月 18 日	6 月 2 日	7 月 24 日	8 月 5 日	8 月 12 日	9 月 15 日	9 月 27 日
500GY	4 月 20 日	6 月 5 日	7 月 29 日	8 月 9 日	8 月 17 日	9 月 19 日	9 月 30 日

2.2 $Co^{60} - \gamma$ 射线辐照处理对黑稻苗情动态的影响

各处理的最高苗均比对照低。以 100GY 处理的最高苗最高为每株 6 个分蘖。随着辐照剂量的增大, 最高苗逐渐降低到 500GY 的每株只有近 0.28 个分蘖, 相应地有效穗也逐渐降低。随着主穗和有效穗

的成熟植株高位分蘖开始生长 (属无效分蘖)。据研究辐射对植株分蘖损伤以后, 高位分蘖生长点被激活^[6]。主穗和有效穗成熟后就有营养供高位分蘖使用。高位分蘖生长发育受后期低温和叶片衰老的影响而不能结实, 成为无效分蘖 (表 2)。

表 2 $Co^{60} - \gamma$ 射线不同剂量辐射黑稻 M₁ 苗情动态 (100 穴)

辐射剂量	基本苗	最高苗	有效穗	成穗率
CK	100	717	682	95.12
100GY	100	677	550	81.24
200GY	100	611	432	70.70
300GY	100	564	264	46.81
400GY	100	514	180	35.02
500GY	100	207	71	34.30

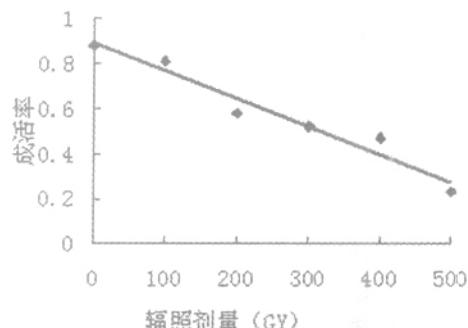


图 1 辐射剂量与植株成活率关系

2.3 $Co^{60} - \gamma$ 射线照射处理对黑稻的损伤度和成活率的影响

表 3 $Co^{60} - \gamma$ 射线不同剂量辐射处理后植株损伤情况

辐射剂量	发芽率 (%)	损伤度 (%)	苗高 (cm)	损伤度 (%)	白根数	损伤度 (%)	成秧率 (%)	损伤度 (%)	结实率 (%)	损伤度 (%)
CK	88	0	23.1	0	9	0	91	0	85.16	0
100GY	81	7.95	24.72	-7.01	8	11.11	77	15.38	77.17	9.38
200GY	58	34.09	22.67	1.86	7	22.22	70	23.08	56.65	28.51
300GY	52	40.91	21.15	8.44	6	33.33	46	49.45	35.46	58.36
400GY	47	46.59	20.7	10.39	4	55.56	35	61.54	32.61	61.71
500GY	23	73.86	13.75	40.48	3	66.67	18	80.22	20.77	75.61

注: 损伤度 = (对照 - 处理) / 对照

$Co^{60} - \gamma$ 射线照射处理后, 黑种子发芽率、白根数、苗高、成秧率、结实率等因照射剂量的不同, 许多性状均受到不同程度的损伤, 且差异很大。

发芽率、白根数、苗高、成秧率、结实率随着辐照剂量的增加呈逐渐下降的趋势, 而损伤度却不断的上升。说明随辐照剂量的增大, 对植株的抑制加强。高

剂量处理还可能造成高度损伤,使植物分生组织受到严重破坏,表现出死苗僵苗,生长缓慢^[8]。这与前人的研究结果相一致。若以发芽率,成苗率考虑半致死、半损伤剂量为 300GY;以白根数、结实率来考虑半损伤剂量分别为 400GY、200GY。因而运用辐射诱变育种考虑辐射剂量时,还应考虑育种目标(表 3)。

不同剂量辐照处理,在苗期表现,一是出苗迟缓,二是种子发芽后死亡率高。死亡的程度随剂量的增加而增大(图 1)。出苗初期,各处理的发芽率都比较高为 80%,但发芽后芽不能伸长,不能分化出叶片,最终死亡,此现象在发芽后 3~4 天表现最为突出。辐照剂量越高死亡的幼芽越多。至收获前,300GY 剂量处理的植株成活率为 52%,接近半致死

剂量。通过对辐照剂量与植株成活率相关分析,两者的相关系数 $r = -0.9762^*$,呈显著负相关,直线回归方程为 $y = -0.1237x + 1.0147$,从而半致死剂量为 300GY。与前人研究粳稻的 280GY 的结论偏高。然而各品种的敏感性差异很大,加之环境的影响差异的存在是可能的。

2.4 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线照射处理对黑稻穗部性状的影响

2.4.1 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线照射处理对黑稻穗长的影响

随着辐照剂量不同,穗长变异幅度不同。穗长的变异上限降低,变异幅度减小。其中以 100GY、200GY 处理的植株穗长比对照略长,其余处理穗长均比对照短。穗长的变异系数小,变化也小。可见辐照对穗长的影响不明显(表 4)。

表 4 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线不同剂量辐射处理对 Y₄M₁ 穗部性状的影响

辐射剂量	Y4 穗长		Y4 穗粒数		Y4 结实率		Y4 千粒重	
	变异幅度	cv	变异幅度	cv	变异幅度	cv	变异幅度	cv
CK	22 ~ 12.6	0.12	52 ~ 150	0.279	100 ~ 60	0.0635	22.31 ~ 24.63	0.038
100GY	22 ~ 12.5	0.12	55 ~ 142	0.271	98 ~ 0	0.0807	22.2 ~ 24.18	0.035
200GY	23.5 ~ 13	0.12	46 ~ 164	0.275	98 ~ 0	0.0807	22.58 ~ 24.78	0.033
300GY	22 ~ 12.5	0.14	55 ~ 164	0.259	97 ~ 0	0.6018	23.09 ~ 25.26	0.034
400GY	21.1 ~ 13.8	0.12	56 ~ 166	0.243	90 ~ 1	0.8193	22.54 ~ 23.18	0.011
500GY	20.5 ~ 11.9	0.16	45 ~ 144	0.275	88 ~ 1	0.8671	20.24 ~ 21.62	0.032

2.4.2 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线辐照处理对黑稻穗粒数和结实率的影响

随着辐照剂量的增大,穗粒数慢慢上升,在 200GY 处理达到最大 107.8 粒,后又逐渐降低。其中 200GY~400GY 处理后的穗粒数比对照高(表 4)。

随着辐照剂量的增大结实率明显下降,而每穗的结实率相差很大。各处理结实率的变异系数均比对照大,特别是 500GY 处理,结实率的变异系数最高达 140.1%。主穗与分蘖穗的结实率变化趋势相同但变化差异很大,以分蘖穗的结实率小,降低的幅度大。证明结实率降低以分蘖穗为主,主穗次之(表 4)。

2.4.3 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线辐照处理对黑稻穗千粒重的影响

除 400GY 处理外处理组的千粒重均小于对照。400GY 处理的千粒重为 24.07 克,比对照高 0.23 克。处理组的千粒重的变异系数都超过对照,可知处理组千粒重单株间的差异大(表 4)。

2.5 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线辐照处理对黑稻苗高和株高的影响

随着辐照剂量的增大,苗高的变异幅度不同,平均苗高在逐渐降低,整个变化呈抛物线。变异系数在 100GY、200GY 和 300GY 处理时均小于对照,至 400GY 处理高于对照,说明 400GY 处理植株间的差异大(表 5)。徐冠仁研究认为,在通常情况下,随辐照剂量的增加幼苗的平均高度不断变矮,典型的剂量效应曲线为 S 型,而本试验的剂量效应曲线与上述有差异(图 2)。

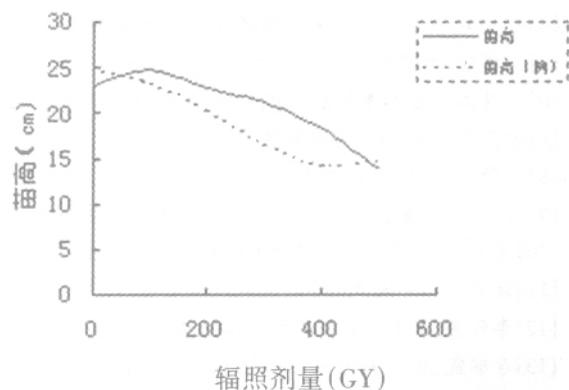


图 2 苗高随剂量的增加而降低的模式曲线

表 5 $Co^{60}-\gamma$ 射线不同剂量辐射处理对 Y_4M_1 苗高、株高和叶绿素含量的影响

辐射 剂量	苗高		株高		叶绿素含量	
	变异幅度	cv	变异幅度	cv	变异幅度	cv
CK	28 ~ 18	0.0988	41 ~ 98	0.0494	40.7 ~ 49.2	0.057
100GY	29 ~ 20.5	0.078	51 ~ 100	0.0538	43.2 ~ 48.8	0.0378
200GY	25 ~ 20.5	0.0635	43 ~ 98	0.0707	40.7 ~ 49.7	0.051
300GY	23.5 ~ 19.5	0.057	50 ~ 91	0.1115	41.8 ~ 45.8	0.0267
400GY	25 ~ 16	0.1232	50 ~ 92	0.1115	42.5 ~ 47.7	0.0407
500GY	16.5 ~ 12	0.1142	53 ~ 93	0.0621	42.2 ~ 51.3	0.0585

注:叶绿素含量的单位为 SPAD

随着辐照剂量的增大,株高有逐渐下降的趋势。但是至 400GY 剂量处理开始株高略微上升。从变异幅度看,上限(抽样的最大值)逐渐下降,但幅度较缓。变异系数在 300GY 处理达到最大值 11.5%,比对照高。说明在 300GY 处理植株间差异大。虽然株高性状的遗传力大,在早代可以选择^[4];但是株高在 M_1 表现为生物损伤,因此在 M_1 不宜选择(表 5)。

2.6 $Co^{60}-\gamma$ 射线照射处理对黑稻叶绿素含量的影响

常见的叶绿素突变类型有:白化、黄化、浅绿、绿白、黄绿、绿黄、条纹和转绿型叶绿素突变体等 9 种类型。本试验的叶绿素突变类型是使叶绿素的含量增大,与以上 9 种类型不同。各剂量处理使叶绿素含量增加均超过对照,总趋势是随剂量的增加,叶绿素的含量增大。基本上符合夏英武、吴殿星的研究。但叶绿素突变的稳定性不是很好,需要进一步的种植研究(表 5)。

参考文献:

- [1]潘家驹.作物育种学总论[M].北京:中国农业出版社,2000,5.
- [2]张天真.作物育种学总论[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [3]盖益钧.作物育种学各论[M].北京:中国农业出版社,1997.
- [4]李宝健,祁祖白.水稻育种的遗传学原理[M].广东:广东科技出版社,1985.
- [5]闵绍楷,申宗坦,熊振民.水稻育种学[M].北京:中国农业出版社,1996.
- [6]徐冠仁.植物诱变育种学[M].北京:中国农业出版社,1996.
- [7]李代玺,周松茂.水稻辐射育种早期选择方法的研究[J].四川农业大学学报,1993(2):323-330.
- [8]华劲松. $Co^{60}-\gamma$ 射线辐照剂量对蚕豆诱变效应的研究[J].四川农业大学学报,2005(4):407-410.
- [9]王莲娣,朱建忠,杨希林.水稻辐射育种研究与应用[J].上海农业科技,2001(1):11-12.
- [10]夏英武,吴殿星.人工诱发的植物叶绿素突变体的遗传及应用[J].核农学通报,1996(1):42-44.
- [11]薛灿辉.中国水稻育种的现状与发展[J].湖南农业科学,2006(4):23-25.
- [12]李代玺,周松茂.提高水稻辐射诱变育种效果有关方法的研究[J].四川农业大学学报,1997(1):9-12.
- [13]李够霞,卢宗凡. $Co^{60}-\gamma$ 射线照射不同剂量对小麦辐射效应的研究[J].国外农学·麦类作物,1995(6):52-53.
- [14]郭玉华,曹炳晨.水稻辐射诱变 M_1 结实率与突变频率间的关系研究[J].沈阳农业大学学报,1994(1):23-28.

3 结论

3.1 黑稻 Y_4 经 $Co^{60}-\gamma$ 射线照射处理的 M_1 ,随着辐射剂量的增加,黑稻 Y_4 的生育进程变缓,全生育期延长,分蘖力变弱,成穗率降低。

3.2 黑稻 Y_4 经 $Co^{60}-\gamma$ 射线照射处理的 M_1 代中一共同的变化特点是生物性状比对照弱,随着辐照剂量的增大而明显下降,如除 100GY 和 200GY 处理的个别性状外,其它各处理的穗长、苗高、株高、结实率、白根数和千粒重等性状比对照低并随着辐射剂量的增加而降低,只有叶绿素含量超过对照但与辐射剂量无明显相关关系。

3.3 黑稻 $Y_4Co^{60}-\gamma$ 射线辐照处理的半致死剂量为 300GY。

3.4 $Co^{60}-\gamma$ 射线辐照处理对水稻 M_1 代的影响,主要表现为生物损伤,许多嵌合体 and 突变扇形体的性状尚未表现出来。所以应对辐照处理的 M_2 代及以后几代进行研究。

Research on the M1 Character of Different Dosage $^{60}\text{Co}-\gamma$ Radiation Treated Black Rice

WU Shi - chang, DAI Hong - yan, HU Kai - lun, CHENG Fu - zhen

(Research Institute of Subtropical Crops of Xichang College, Xichang, Sichuan 615013)

Abstract: Irradiating the black rice(Y4) with different dosage $^{60}\text{Co}-\gamma$ ray the M1 character were studied. The experiment indicated that the biological character weaker of M1 than that of control reached, along with increase of irradiation dosage, the M1 character are strongly decreased, especially the biological damage. According to all aspects of synthesis considered, such as the 50% lethal dose, the 50% damage dose, the critical dose and the fine performance, the frequency which 300GY appears is highest. The M2 Sequentially study which fine performance of 1000 - grain weight, plant height and panicle length.

Key words: Black rice; $^{60}\text{Co}-\gamma$ ray; M1; Radiation effect

(责任编辑 张荣萍)

(上接 12 页)

were determined by the HPLC method. There were significant differences in the content of safflor yellow A of different varieties. The content of safflor yellow A from European materials was the highest, followed by materials from Asia. The content of safflor yellow A from American materials was the lowest.

Key words: Safflower (*Carthamus tinctorius* L .); Safflor yellow A ; High performance Liquid chromatography (HPLC)

(责任编辑 张荣萍)