

不同剂量¹²C⁶⁺离子束辐照对苦瓜种子发芽和生物学性状的影响

刘振昌, 魏文文 (惠州市农业科学研究所, 广东惠州 516023)

摘要 [目的]探讨不同剂量¹²C⁶⁺离子束辐照对苦瓜种子的影响, 选出优良的变异单株。[方法]利用重离子加速器采用辐照能量为100 MeV/u的碳离子对1 500粒纯系苦瓜种子进行贯穿性辐照, 种子分5份, 分别是100、200、300、400和500粒, 辐照剂量分别为100、200、300、400和500 Gy, 剂量率30 Gy/min, 辐照时间5.6 h。将辐照过的苦瓜种子进行田间比较试验, 按广东省农业技术推广总站规定的《广东省农作物品种试验办法》进行。[结果]随着辐照剂量的增大, 苦瓜的出苗率和成苗率明显下降, 对形态特征、产量及田间抗性也有很大影响。[结论]不同剂量¹²C⁶⁺离子束辐照对苦瓜种子有明显的损伤效应, 随着辐照剂量的增大对苦瓜种子造成的损伤越大。

关键词 苦瓜; ¹²C⁶⁺离子束; 贯穿性辐照; 比较试验

中图分类号 S124+.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)09-0059-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2020.09.018



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Different Doses of ¹²C⁶⁺ Ion Beam Irradiation on Seed Germination and Biological Character of *Momordica charantia* L.
LIU Zhen-chang, WEI Wen-wen (Huizhou City Institute of Agricultural Sciences, Huizhou, Guangdong 516023)

Abstract [Objective] The effects of ¹²C⁶⁺ ion beams irradiation on seeds of *Momordica charantia* L. were investigated to select the excellent mutant individual plant. [Method] Through irradiation of 1 500 pills seeds of *Momordica charantia* L. with carbon ion with irradiation energy of 100 MeV/u by using heavy ion accelerator, the seed numbers were set to 100, 200, 300, 400 and 500 pills, radiation dose gradients were 100, 200, 300, 400 and 500 Gy, the radiation dose rate was set to 30 Gy/min, the irradiation time was set to 5.6 h. The irradiated seeds of *Momordica charantia* L. were compared in the field, according to the provisions of Guangdong Agricultural Technology Extension Station Guangdong Province Crop Varieties Test Measures. [Result] The seedling emergence rate and seedling formation rate of *Momordica charantia* L. decreased obviously with the increase of irradiation, which had great influence on morphological characteristics, yield and field resistance. [Conclusion] ¹²C⁶⁺ ion beams irradiation had obvious damage effect on seeds of *Momordica charantia* L., with the increase of irradiation dose, the damage to seeds of *Momordica charantia* L. was greater.

Key words *Momordica charantia* L.; ¹²C⁶⁺ ion beams irradiation; Penetrating irradiation; Comparison test

重离子束辐照诱变育种作为我国首创的一种育种手段, 表现为突变率高、突变谱广、突变体稳定、育种周期短等优点^[1-2]。建立重离子束辐照育种技术, 培育高产优质多抗植物新品种, 对确保国家粮食安全、能源安全、生态安全和促进农产品结构调整及农民增收具有重大战略意义。近年来, 已经广泛利用重离子束辐照使种子发生突变来改良和诱变作物达到选育目标, 在植物诱变育种领域取得了较高的经济和社会效益^[3-4]。笔者调查不同剂量¹²C⁶⁺离子束辐照对苦瓜种子发芽和生物学性状的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试材料是惠州市农业科学研究所经7代以上连续自交的早熟纯系苦瓜种子(编号:HY18-6), 辐照剂量100、200、300、400和500 Gy 5份材料编号依次为HY18-1、HY18-2、HY18-3、HY18-4和HY18-5, 对照种为没有辐照的HY18-6。

1.2 试验方法

1.2.1 辐照方法。在兰州重离子加速器国家实验室采用100 MeV/u的碳离子对苦瓜种子进行贯穿辐射处理, 辐照剂量分别为100、200、300、400和500 Gy, 流强5 nA, 剂量率30 Gy/min, 辐照时间5.6 h, 研究方法为吸收。

1.2.2 浸种育苗。播种前先在50~55℃恒温下保持20 min, 不仅能杀死种子所携带的部分病菌, 还能让种子从休眠中苏醒利于种子出芽, 然后不断搅拌使其水温降至20~30℃, 再

将苦瓜种子继续浸泡8~10 h, 最后取出用清水洗干净播入育苗盘, 苗盆选用100穴孔径3.8 cm的塑料育苗盘。2月28日播种, 温室玻璃大棚育苗。

1.2.3 田间设计。试验地属砂质壤土, 肥力中等, 地力均匀, 排灌方便, 前茬作物是水稻。小区设置为包沟每畦长5.9 m, 宽1.7 m, 高18 cm, 面积10 m², 各品种在同一重复内随机排列, 设3次重复, 畦用黑色地膜覆盖, 肥水采用滴灌式, 试验地前后各设置2畦保护行。

1.2.4 田间管理。①移苗定植。3月20日移苗定植, 小区每畦单株双行植, 行距60 cm, 株距50 cm, 每行12株, 2行共栽植24株。②肥水管理。定植后根据植株生长情况追肥。用乡喜壮根(N:P:K=11:16:9)、乡喜旺苗(N:P:K=14:9:12)、乡喜壮果(N:P:K=2:1:4)液体肥追肥, 肥料配成水溶液, 用滴管滴施。开花前追施乡喜壮根和旺苗, 开花挂果期追施乡喜壮果和旺苗, 晴旱天用滴灌淋水保持畦土湿润, 雨天注意排水, 整个季度雨水偏多。③病虫害防治。坚持“预防为主, 综合防治”的植保方针, 以农业防治为基础, 协调利用生物防治和物理防治, 科学合理地应用化学防治技术, 将病虫害危害控制到最低^[5-7]; 霜霉病、白粉病、枯萎病、炭疽病、疫病用百菌清600倍液、链霉素1 000万单位、拿敌稳3 000倍液、露娜森3 000倍液、春雷王铜800倍液雾喷; 瓜实蝇、瓜绢螟、地老虎、瓜蚜以及白粉虱等用艾绿士1 000倍液、辛硫磷1 500倍液、阿维菌素1 000倍液、吡蚜酮1 000倍液雾喷。

1.2.5 相关性状调查。性状调查包括出芽率、出苗率、成苗率、生育期、形态特征、产量和田间抗性, 调查严格按广东省农业技术推广总站规定的《广东省农作物品种试验办法》进行^[8]。

作者简介 刘振昌(1985—), 男, 广东和平人, 农艺师, 从事作物育种研究。

收稿日期 2019-11-08

2 结果与分析

2.1 不同剂量 $^{12}\text{C}^{6+}$ 离子束辐照对苦瓜种子出芽率、出苗率和成苗率的影响 由图1可知,在相同的环境和管理方式下,对照品种HY18-6的出芽率、出苗率和成苗率均为98%,辐照品种HY18-1、HY18-2、HY18-3、HY18-4和HY18-5的出芽率分别为95%、88%、86%、88%和84%,出苗率分别为91%、76%、37%、21%和16%,成苗率分别为85%、71%、26%、15%和2%。由此可知,不同剂量 $^{12}\text{C}^{6+}$ 离子束辐照对苦瓜种子的出芽率影响不大,但随着辐照剂量的增大种子出芽后幼苗真叶出现叶缘皱缩、顶芽无法生长和叶色花斑等,造成出苗率和成苗率逐渐降低(图2),因HY18-5的成苗率极低只有2%不具备田间比较试验的要求,故取消辐照剂量为500 Gy 编号为HY18-5的田间比较试验。

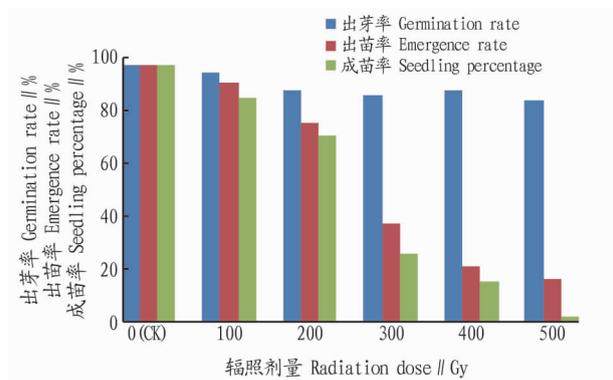


图1 苦瓜出芽率、出苗率和成苗率

Fig. 1 Germination rate and emergence rate and seedling percentage of *Momordica charantia* L.

2.2 不同剂量 $^{12}\text{C}^{6+}$ 离子束辐照对苦瓜生育期的影响 由表1可知,在相同播种期、移栽期下,HY18-1、HY18-2、HY18-3和HY18-4的生育期与对照品种HY18-6有显著差异,其中

表1 各苦瓜品种生育期

Table 1 Growing period of different varieties

品种 Cultivar	播种期 Sowing period	移栽期 Transplanting period	始花期 Early blooming period	盛花期 Flowering period	始收期 Initial harvesting period	盛收期 Harvesting period	末收期 Final harvesting period
HY18-1	02-28	03-20	04-23	04-26	05-13	05-15	06-13
HY18-2	02-28	03-20	04-27	05-01	05-17	05-20	06-07
HY18-3	02-28	03-20	04-30	05-05	05-22	05-25	06-07
HY18-4	02-28	03-20	05-06	05-10	05-28	05-31	06-12
HY18-6	02-28	03-20	04-25	04-28	05-16	05-19	06-10

2.3 不同剂量 $^{12}\text{C}^{6+}$ 离子束辐照对苦瓜形态特征的影响 由表2可知,HY18-1和HY18-2的生长势和分枝性与对照品种HY18-6差异不显著,随着辐照剂量的增大HY18-3和HY18-4的生长势和分枝性明显减弱;HY18-1的第一雌花着生节位最高,HY18-2的第一雌花着生节位最低;HY18-1、HY18-2、HY18-3和HY18-4的第一个瓜着生节位都比对照品种HY18-6略高,其中HY18-3的第一瓜着生节位最高;HY18-1的瓜长比HY18-6略长,随着辐照剂量增大HY18-2、HY18-3、HY18-4的瓜长逐渐变短,其中HY18-4最短;HY18-1、HY18-2横径比HY18-6略大,HY18-3、HY18-4横



图2 400 Gy 辐照剂量下苦瓜幼苗

Fig. 2 Seedlings of *Momordica charantia* L. under radiation dose of 400 Gy

HY18-1的始花期、盛花期、始收期和盛收期都比对照品种HY18-6早3 d左右,末收期晚3 d;随着剂量增大HY18-2、HY18-3和HY18-4的始花期、盛花期、始收期和盛收期均比对照品种HY18-6晚,HY18-2、HY18-3的末收期比对照品种HY18-6早3 d结束,HY18-4的末收期比对照品种HY18-6晚2 d结束。

径比HY18-6略小;各品种肉厚差异不显著。

2.4 不同剂量 $^{12}\text{C}^{6+}$ 离子束辐照对苦瓜产量的影响 由表3可知,HY18-1折合产量为2 211.4 kg/hm²,平均单株产量1.38 kg,比对照品种HY18-6增产1.62%,增产不显著,HY18-2折合产量为1 968.1 kg/hm²,平均单株产量1.23 kg,比对照品种HY18-6减产9.56%,减产不显著,HY18-3折合产量为1 296.1 kg/hm²,平均单株产量0.81 kg,比对照品种HY18-6减产40.44%,减产显著,HY18-4折合产量为1 152.1 kg/hm²,平均单株产量0.72 kg,比对照品种HY18-6减产47.06%,减产显著。

表 2 各苦瓜品种形态特征

Table 2 Morphological character of different varieties

品种 Cultivar	生长势 Plant growth	分枝性 Branching	第一雌花着生节位 Node position of the first female flower	第一个瓜着生节位 Node position of the first melon	瓜长 Fruit length cm	横径 Transverse diameter//cm	肉厚 Thickness cm
HY18-1	强	强	11.9	15.9	26.8	6.3	1.1
HY18-2	强	强	6.7	14.7	25.1	6.4	1.1
HY18-3	中	中	9.2	16.7	22.8	5.5	1.0
HY18-4	弱	弱	8.7	18.6	20.2	5.5	1.0
HY18-6	强	强	8.3	14.3	25.3	6.1	1.1

表 3 各苦瓜品种产量

Table 3 Yield of different varieties

品种 Cultivar	单瓜重 Single-fruit weight//g	单株产量 Yield per plant//kg	小区产量 Plot yield//kg	产量 Yield//kg/hm ²	比 CK 增减 Compared with CK//%
HY18-1	422.6	1.38	33.17	2 211.4	+1.62
HY18-2	408.4	1.23	29.52	1 968.1	-9.56
HY18-3	271.4	0.81	19.44	1 296.1	-40.44
HY18-4	240.5	0.72	17.28	1 152.1	-47.06
HY18-6	376.3	1.36	32.64	2 176.1	0

2.5 不同剂量¹²C⁶⁺离子束辐照对苦瓜田间抗性的影响 田间抗性等级分 0~5 级。由表 4 可知, HY18-1 和 HY18-2 与对照品种 HY18-6 霜霉病和白粉病的抗性等级相同, 差异不显著; HY18-3 和 HY18-4 比对照品种 HY18-6 霜霉病和白粉病的抗性差; 各品种抗炭疽病、枯萎病、疫病强。

表 4 各苦瓜品种田间抗性表现

Table 4 Field resistance of different varieties

品种 Cultivar	霜霉病 Downy mildew (0~5 级)	白粉病 Powdery mildew (0~5 级)	炭疽病 Anthrax (0~5 级)	枯萎病 Blight (0~5 级)	疫病 Pestilence (0~5 级)
HY18-1	2	1	0	0	0
HY18-2	2	1	0	0	0
HY18-3	3	3	0	0	0
HY18-4	4	3	0	0	0
HY18-6	2	1	0	0	0

3 结论与讨论

该研究表明, 不同剂量¹²C⁶⁺离子束辐照对苦瓜种子的出芽率影响不大, 但随着辐照剂量的增大种子出芽后幼苗真叶出现叶缘皱缩、顶芽无法生长和叶色花斑等, 造成出苗率和成苗率逐渐降低, 特别是辐照剂量超过 300 Gy 影响更大, 与对照品种差异显著, 这表明高剂量辐照给苦瓜幼苗造成较大的生理损伤, Yamaguchi 等^[9]在离子辐照蔷薇科植物和玉米的生物学效应研究中也发现类似结果。重离子辐照能改变植物的一些生物学性状, 且对植物生命活动的影响具有双重效应, 低剂量表现为刺激效应, 而高剂量则具有抑制效应^[10]。随着辐照剂量的增大 HY18-2、HY18-3 和 HY18-4 产量逐渐下降, 其中 HY18-3、HY18-4 产量比对照品种 HY18-6 显著下降, 对其生育期、形态特征和抗性也产生不同程度的影响, 表明不同剂量¹²C⁶⁺离子束辐照对苦瓜种子有明

显的损伤效应, 随着辐照剂量的增大对苦瓜种子造成的损伤越大。

作物品种经过长期定向选择, 种质基础日渐狭窄, 传统育种手段受制于资源瓶颈而在优质、高产、高抗等方面难以取得突破性进展, 因此借助重离子辐射探讨适宜的辐射诱变剂量, 进而获得优良的变异材料, 创新种质、培育良种, 促进农产品的品牌化建设。在田间试验过程中 HY18-1 和 HY18-2 这 2 个辐照品种有个别单株的长势、分枝性、抗性、瓜形和雌性等表现比对照品种的选育特征特性优异许多的正突变株, 其中在 HY18-1 品种选出 2 株优良变异单株, 编号为 HY18-1A 和 HY18-1B, 在 HY18-2 品种选出 1 株优良变异单株, 编号为 HY18-2A, 选出的变异单株是否具有稳定的遗传基因在后续的大田试验中还有待观察。

参考文献

- [1] 杜艳. 碳离子束辐照拟南芥突变体筛选及诱变效应研究[D]. 兰州: 中国科学院研究生院(近代物理研究所), 2015.
- [2] 李曼. 离子束诱变技术在哈密瓜育种中的初探[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2013.
- [3] 武振华, 张红, 王新宇, 等. ¹²C⁶⁺离子束辐照紫苏干种子当代效应[J]. 原子核物理评论, 2010, 27(3): 335-340.
- [4] 陆锡宏, 石广亮, 李雪虎, 等. ¹²C⁶⁺离子束辐照菘蓝干种子当代效应[J]. 原子核物理评论, 2013, 30(4): 477-482.
- [5] 李荣彩. 四季豆主要病虫害的发生与防治[J]. 福建农业, 2004(11): 24-25.
- [6] 刘振昌, 刘志文, 王莉青. 苦瓜苗无顶芽现象的原因分析与对策研究[J]. 安徽农学通报, 2015, 21(24): 72-73.
- [7] 王承芳. 豇豆无公害高产栽培技术[J]. 现代农业科技, 2019(16): 75-77.
- [8] 周月琼. 2014 年春季广东省苦瓜品种比较试验结果分析[J]. 吉林农业, 2016(6): 86-87.
- [9] YAMAGUCHI H, NAGATOMI S, MORISHITA T, et al. Mutation induced with ion beam irradiation in rose[J]. Nucl Instr and Meth B, 2003, 206: 561-564.
- [10] 侯岁稳, 吴大利, 张颖聪, 等. ¹²C⁶⁺重离子辐照胡麻种子初步研究[J]. 辐射研究与辐射工艺学报, 2008, 26(2): 78-84.