

电子束辐照诱变对小麦 M_1 代生物效应研究

张容, 陈士强, 翟建青, 王建华, 冯丹宁, 何震天

(江苏里下河地区农业科学研究所, 江苏 扬州 225007)

摘要:为探讨电子束对小麦育种的可行性和不同剂量的电子束对植株 M_1 代生长发育的影响,用高能电子加速器,剂量分别为 250 Gy、300 Gy、350 Gy 和 400 Gy 辐照处理小麦干种子,研究结果表明:1)经电子束辐射处理后,小麦 M_1 代穗部可孕小穗数减少,穗粒数减少,穗长变短,千粒重降低,其中穗粒数变异度最大,千粒重变异度最小;叶部剑叶、倒二叶及倒三叶长度和宽度均变小,叶面积变小,剑叶叶片长度和宽度的变异度大于倒二叶和倒三叶;茎部植株高度降低,穗下节间变短,单茎重量降低。2)不同剂量电子束处理,植株受到一定损伤, M_1 代在生长发育过程中表现出一定的修复能力,拔节期 250 Gy 处理植株高度修复最快,400 Gy 处理单茎干物重修复能力最强,开花期至成熟期 300 Gy 处理植株高度和单茎干物重修复能力最强。

关键词:小麦;电子束;诱变;生物效应

中图分类号:S512;TL99

文献标识码:A

文章编号:1672-755X(2018)01-0059-04

Effect of Electron Beam Irradiation on the M_1 of Wheat

ZHANG Rong, CHEN Shi-qiang, ZHAI Jian-qing, WANG Jian-hua, FENG Dan-ning, HE Zhen-tian
(Jiangsu Lixiahe Region Institute of Agricultural Sciences, Yangzhou 225007, China)

Abstract: To investigate the feasibility on wheat breeding and the effect of electron beam on the growth of M_1 , four different doses of 250 Gy, 300 Gy, 350 Gy and 400 Gy irradiated wheat seeds. The results showed that after the treatments of electron beam radiation, the number of pregnant spike and all spike decreased, the length of spikelet became shorter and the grain weight decreased. The variation degree of spike number was the largest, but the variation degree of grain weight was the smallest. The length and width of all leaf were smaller, and the variation of length and width of sword leaf was greater than the other leaves. The plant height decreased, the length of the peduncle became shorter and the single stem weight decreased. After the treatments of electron beam the plant showed some degree of damage and a certain degree of repair capacity in the growth. At jointing stage, 250 Gy treatment had the fastest height repair, and 400 Gy treatment had the strongest ability of single stem heavy repair. The plant height and single stem weight repair ability of 300 Gy treatment from flowering stage to maturity stage were the strongest.

Key words: wheat; electron beam; irradiation; biological effect

辐射诱变是培育小麦新品种和创制新种质的有效途径之一。它能够突破原有基因库的限制,诱发新基因或新的基因组合,同时具有育种周期短、突变率较高、后代性状稳定快等优点。我国辐射诱变育种的

收稿日期:2018-02-27

基金项目:十三五国家重点研发计划项目(2016YFD0102101);扬州市青年基金项目(YZ2015108);扬州市科技计划项目(YZ2016034)

作者简介:张容(1980—),女,江苏江都人,副研究员,硕士,主要从事辐射诱变育种方面的研究。

诱变源主要是⁶⁰Co的 γ 射线,目前紫外线、激光、离子注入、混合离子场等诱变源的研究应用也有一定报道^[1,3-4,8],而用电子加速器产生的电子束作为辐射诱变源对植物进行辐照诱变研究较少^[5-6]。

本研究以电子加速器装置辐照小麦新品系干种子,研究其M₁代植株的穗部、叶部及茎部性状变化,探讨其育种价值;同时对植株高度和单茎干物重各个生育期的动态变化进行比较分析,研究不同剂量电子束辐照后植株对损伤的反应。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于2016—2017年在江苏里下河地区农科所万福基地进行。供试品种为扬辐麦2049,扬辐麦2149,均为江苏里下河地区农科所经辐射诱变后选育而成的小麦新品系。

1.2 试验方法

1)辐射处理。小麦干种子250 g·份⁻¹,装入小纱袋中,2016年10月在扬辐科技有限公司直线加速器辐照装置进行电子束处理。辐照剂量分别为250 Gy、300 Gy、350 Gy和400 Gy,以未辐射种子为CK对照。

2)测定项目。分别于苗期、拔节期、开花期、成熟期调查茎蘖数、苗高,杀青、烘干,测量干物重,样本容量为每小区20株;于成熟期考种,调查穗部性状(穗长、穗粒数、可孕小穗数、千粒重)、叶部性状(剑叶、倒二、倒三叶长和宽)、茎部性状(穗下节间长、株高、单茎重)。

2 结果与分析

2.1 电子束处理对成熟期小麦农艺性状的影响

经不同剂量电子束辐射处理后,小麦M₁代植株穗部农艺性状发生了一定程度的变化(表1),总体表现为可孕小穗数减少,穗粒数减少,穗长变短,千粒重降低。分析经电子束辐射处理后,小麦穗部性状中穗粒数的变异度最大,可孕小穗变异度次之,穗长变异度相对较小,千粒重的变异度最小。即在小麦穗部性状中,穗粒数对电子束辐射敏感性最大,千粒重敏感性最小。

表1 电子束处理对小麦穗部性状的影响

| 处理 | 可孕小穗数/个 | 变异度/% | 穗粒数/个 | 变异度/% | 穗长/cm | 变异度/% | 千粒重/g | 变异度/% |
|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CK | 17.1 | — | 53.0 | — | 8.73 | — | 45.30 | — |
| 250 Gy | 10.2 | -40.4 | 21.4 | -59.6 | 6.41 | -26.6 | 42.47 | -6.2 |
| 300 Gy | 10.1 | -40.9 | 22.9 | -56.8 | 6.31 | -27.7 | 38.32 | -15.4 |
| 350 Gy | 10.5 | -38.6 | 19.3 | -63.6 | 6.35 | -27.3 | 38.46 | -15.1 |
| 400 Gy | 7.7 | -55.0 | 13.5 | -74.5 | 5.47 | -37.3 | 36.11 | -20.3 |

表2是小麦经过不同剂量的电子束辐射处理后M₁代叶部性状的变化。经电子束辐射处理后,小麦叶部性状总体表现为剑叶、倒二叶及倒三叶叶片长度和宽度均变小,叶面积变小。分析经电子束辐射处理后叶片长度和宽度的变异度不同,随着辐射剂量的增加,变异度增大;剑叶长度和宽度的变异度要大于倒二叶和倒三叶。250 Gy和300 Gy时,叶片长度的变异度大于叶片宽度的变异度,350 Gy和400 Gy时,叶片宽度变异度增大,叶片长度变异都相近或略大。

表2 电子束处理对小麦叶部性状的影响

| 处理 | 剑叶 | | | | 倒2叶 | | | | 倒3叶 | | | |
|--------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| | 长/cm | 变异度/% | 宽/cm | 变异度/% | 长/cm | 变异度/% | 宽/cm | 变异度/% | 长/cm | 变异度/% | 宽/cm | 变异度/% |
| CK | 17.57a | — | 1.82a | — | 20.26a | — | 1.40a | — | 18.63a | — | 1.17a | — |
| 250 Gy | 11.10 | -36.8 | 1.22 | -33.0 | 16.62 | -18.0 | 1.24 | -11.4 | 15.40 | -17.3 | 1.04 | -11.1 |
| 300 Gy | 10.96 | -37.6 | 1.18 | -35.2 | 15.42 | -23.9 | 1.22 | -12.9 | 14.28 | -23.3 | 0.98 | -16.2 |
| 350 Gy | 11.32 | -35.6 | 1.04 | -42.9 | 14.36 | -29.1 | 0.98 | -30.0 | 12.96 | -30.4 | 0.74 | -36.8 |
| 400 Gy | 7.52 | -57.2 | 0.64 | -64.8 | 10.10 | -50.1 | 0.58 | -58.6 | 8.52 | -54.3 | 0.54 | -53.8 |

表3是小麦经过不同剂量的电子束辐射处理后 M_1 代茎部性状的变化。经电子束辐射处理后,小麦茎部性状总体表现为株高降低,穗下节间变短,单茎重量降低。250 Gy时,植株高度的变异度略大,其余剂量处理均表现为穗下节间的变异度最大。由此推断,电子束处理后,植株高度受到抑制,当剂量大于250 Gy时,植株高度的变化更大程度上来源于穗下节间的变化。

表3 电子束处理对小麦茎部性状的影响

| 处理/Gy | 株高/cm | 变异度/% | 穗下节间长度/cm | 变异度/% | 单茎重/g | 变异度/% |
|--------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| CK | 69.54 | — | 21.29 | — | 9.487 | — |
| 250 Gy | 53.77 | -22.7 | 16.86 | -20.8 | 7.446 | -21.5 |
| 300 Gy | 48.88 | -29.7 | 14.46 | -32.1 | 7.298 | -23.1 |
| 350 Gy | 42.90 | -38.3 | 12.40 | -41.8 | 5.679 | -40.1 |
| 400 Gy | 38.73 | -44.3 | 10.76 | -49.5 | 4.995 | -47.3 |

2.2 电子束处理对小麦生育进程中主要农艺性状的影响

对植株整个生长发育期株高及单茎干物重的研究,可以从一定程度上说明植株表型的动态变化。图1是不同生育阶段小麦植株高度的动态变化,可以看出,苗期经电子束辐照处理小麦植株高度较CK略有下降,处理间植株高度相差不大,说明电子束处理对植株是有一定暂时损伤的;拔节期表现为CK略高于250 Gy,明显高于其他三个处理,电子束300 Gy、350 Gy和400 Gy处理植株高度相差不大;开花期,经电子束处理材料植株高度明显矮于CK,不同剂量处理的材料间有一定差异,350 Gy处理和400 Gy处理植株较矮,250 Gy处理和300 Gy处理植株高度相差不大;成熟期不同处理间植株高度表现为400 Gy<350 Gy<300 Gy<250 Gy<CK。

图2是不同生育阶段单茎干物重的动态变化。可以看出,经电子束处理,植株单茎干物重降低,植株受到损伤,生长受到一定抑制。苗期250 Gy植株单茎干物重和CK植株单茎干物重相差不大,受损伤较小,300 Gy和350 Gy单茎干物重降低,植株受到一定损伤,400 Gy单茎干物重明显小于CK,植株生长比较瘦弱,受损伤最大;拔节期,植株单茎干物重表现为CK>250 Gy>300 Gy,300 Gy处理植株单茎干物重略高于350 Gy和400 Gy处理,350 Gy处理与400 Gy处理植株单茎干物重相当;成熟期植株单茎干物重表现为CK高于所有处理,250 Gy同300 Gy相差不大,350 Gy大于400 Gy处理。

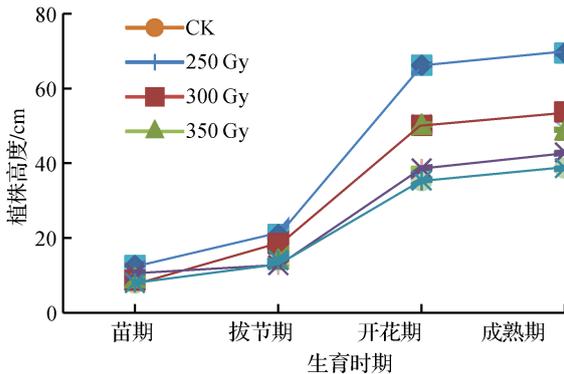


图1 不同生育阶段植株高度变化

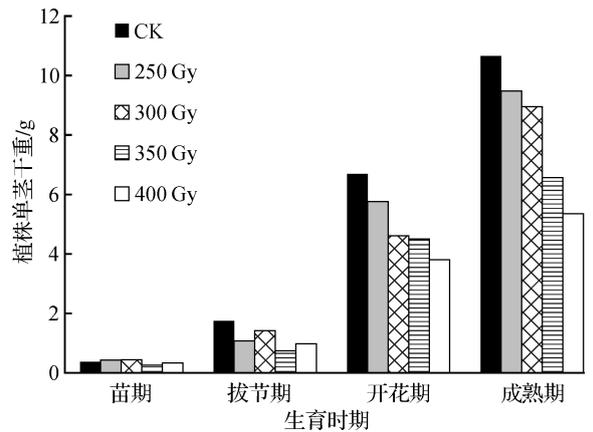


图2 不同生育阶段植株单茎干物重变化

3 结论与讨论

经不同剂量电子束辐照处理,小麦 M_1 代植株穗部可孕小穗数减少,穗粒数减少,穗长变短,千粒重降低;变异度穗粒数最大,千粒重最小。即在小麦穗部性状中,穗粒数对电子束辐射敏感性最大,千粒重敏感性最小,这与王传海等^[2]研究紫外辐射结论基本一致。原因可能是电子束辐射每穗粒数的下降导致“库”

个数减少,而单位籽粒的“源”所平均的“库”并未减少所致。叶部性状表现为剑叶、倒二叶及倒三叶长都和宽都变小,叶面积变小;剑叶片长度和宽度的变异度大于倒二叶和倒三叶。250 Gy 和 300 Gy 辐射处理,叶片长度的变异度大于叶片宽度变异度,350 Gy 和 400 Gy 辐射处理,叶片宽度变异度增大,叶片长度和宽度的辐射变异主要和小麦植株上三叶的功能作用有关^[7]。茎部性状表现为株高降低,穗下节间变短,单茎重量降低。250 Gy 处理时,植株高度的变异度最大,其余剂量处理均为穗下节间的变异度最大,说明辐射损伤后植株高度的变化更大程度上依赖于穗下节间的变化。

电子束作为辐射诱变源辐射植物干种子后,其 M_1 代植株会受到一定的暂时损伤,整个发育进程中植株也会不断表现出对辐射损伤的修复能力和由辐射带来的变异动态变化,因而需要在植株整个生长发育期对其进行观察,研究电子束辐照诱变对小麦 M_1 代植株的影响^[4,9]。植株高度在苗期各处理间相差较小,拔节期 250 Gy 明显高于其他处理,可能是 250 Gy 处理所受电子束辐射损伤较小,也可能是 250 Gy 处理苗期受到损伤后,表现出一个快速反应,修复植株高度,致使拔节期其植株高度明显高于其他 3 个处理;开花期 250 Gy 处理和 300 Gy 处理植株高度相差不大,推测电子束 300 Gy 处理从拔节到开花期也表现出了较强的修复能力,使得开花期植株高度赶上 250 Gy 处理植株高度。单茎干物重在拔节期 400 Gy 处理与 350 Gy 处理相差不大,损伤最大却表现出最强修复能力;成熟期植株 CK 高于所有处理,250 Gy 同 300 Gy 相差不大,可能是后期 300 Gy 损伤修复能力加快所致,植株高度上 300 Gy 处理在开花期表现出较强的修复能力,有益于植株后期生殖生长,从而得到相对较高单茎干物重。

参考文献:

- [1] 章铁,刘秀清,张金良,等.不同剂量率⁶⁰Co- γ 射线低剂量辐射对小麦农艺性状的影响[J].中国农学通报,2008,24(1):220-223
- [2] 王传海,郑有飞,何都良,等.小麦不同指标对紫外辐射 UV-B 增加反应敏感性差异的比较[J].中国农学通报,2003,19(6):43-45
- [3] 周小云,计巧灵,刘亚萍,等.氮离子束注入对新疆春小麦 M_1 代生物学效应的影响[J].新疆大学学报(自然科学版),2005,22(4):462-464
- [4] 韩微波,刘祥祥,郭会君,等.高能混合粒子场辐照小麦 M_1 代变异 SSR 分析[J].核农学报,2006,20(3):165-168
- [5] 哈益明,施惠栋,王锋,等.电子束辐照的研究现状和应用特点[J].核农学报,2007,21(1):61-64.
- [6] 杜方岭,王志芬,王守经,等.电子束辐射技术应用研究及发展前景[J].山东农业科学,2009,12:102-104
- [7] 张学品,吴少辉,段国辉,等.辐射对冬小麦主要农艺性状遗传力的影响[J].中国农学通报,2006,22(12):148-151
- [8] 魏会惠,罗小虎,王莉,等.电子束辐照小麦粉的杀菌效果及对低菌小麦粉品质的影响[J].现代食品科技,2017,33(2):142-147
- [9] 王娟娟,陈云堂,田占军,等.电子束辐照对烟叶杀菌效果及感官质量的影响[J].湖北农业科学,2013,52(12):2844-284

(责任编辑:谭彩霞)

声 明

1. 本刊已许可相关合作单位以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文,相关著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。

2. 本刊已加入“中国知网”学术期刊优先数字出版平台。

作者向本刊提交文章发表的行为视为同意我刊上述声明。

本刊编辑部