

离子注入对小麦苗期性状的诱变效应研究

闻捷¹,李淑萍²,崔党群³,秦广雍¹,霍裕平¹

(1. 郑州大学 离子束生物工程重点实验室,河南 郑州 450052;2. 商丘师范学院 生物系,河南 商丘 476000;

3. 河南农业大学,河南 郑州 450002)

摘要:为了研究离子注入剂量对小麦苗期性状的影响,用7种不同剂量的低能 N^+ 离子分别注入3个小麦品种(系)的干种子,进行发芽试验和盆栽试验。结果表明:离子注入对种子发芽存在品种特异性,在本试验条件下发芽率剂量间差异不显著,发芽势随剂量增大而下降。离子注入对苗高、第一叶长和初生根的影响在剂量间差异均达极显著水平;对次生根的影响存在品种特异性。离子注入后比未经离子注入时表现苗高、第一叶长降低,而初生根和次生根增多的现象;各剂量对苗高、第一叶长、初生根和次生根4个苗期性状影响趋势相同,均随着剂量的增大而呈先降后升再降的趋势。

关键词:离子注入;小麦;苗期性状;诱变效应

中图分类号:S512 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7091(2005)01-0031-04

Studies on Mutation Effects on Young Wheat Plant Characters Implanted with Ion Beam

WEN Jie¹, LI Shu-ping², CUI Dang-qun³, QIN Guang-yong¹, HUO Yu-ping¹

(1. Ionbeam Bioengineering Laboratory of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China;

2. Biology Department Shangqiu Teachers College, Shangqiu 476000, China;

3. Henan Agriculture University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In order to study Nitrogen ion beam mutation effects on young wheat plant characters, discuss and find its' principles, air-dried seeds of each variety(line) Yumai 52, Yumai 2 and Yunong 92349 were implanted by Nitrogen Ion Beam, at mutation dose of $1 \times 10^{17} - 6 \times 10^{17} N^+ / cm^2$. Non-treated seeds were control. Germination test and potted plant test were carried out, both germination rate potential and its rate, and young wheat plant characters, which are seedling height, first leaf length, number of seminal roots and number of second-class roots were researched. The results showed that: 1. The effects of Ion implantation on variety germination are different. That is, the difference of germination rate isn't significant, however, along with the increase of dosage, germination potential decrease. 2. To young wheat plant characters, after ion beam implantation, seedling height and first leaf length were decreased, number of seminal roots and number of second-class roots were increased; at the same time, with the increase of dosage, the tendency of ion implant effects is same: first decrease, then increase, and decrease. Moreover, there is variety difference to dose variance in second-class seminal roots, in addition to this character, the dose variance in other three characters is significant.

Key words: Ion Beam implantation; Wheat; Young plant characters; Mutation effects

20世纪80年代低能离子对生物体的诱变作用首先被发现。在过去的20多年中,利用离子注入在

水稻、小麦、棉花、甜菊、大豆等农作物相继育出了新的品种(系)。近10年来离子束的应用范围逐渐拓

收稿日期:2004-11-01

基金项目:国家“十五”科技攻关项目(2001BA302B-03)

作者简介:闻捷(1978-),女,河南项城人,在读博士,主要从事离子注入农作物后的生物效应方面的研究工作。

宽,在微生物诱变育种和辅助遗传转化等方面也逐渐显示出了广阔的前景。离子注入是一种物理诱变因素,作用于小麦子粒胚部,而胚将发育成新的小麦植株。因而,在注入离子作用下,由胚发育成的幼苗必然会发生一系列诱变效应,这些诱变效应可能是生理损伤,也可能是遗传变异。笔者欲通过研究离子注入后各品种的发芽势和发芽率及苗期主要性状依注入剂量的变化趋势,探讨离子注入对小麦苗期性状的诱变效应及规律,为离子注入诱变选育小麦新品种的适宜剂量和提高小麦的诱变效率提供参考。

1 材料和方法

1.1 供试材料与处理方法

试验选用综合性状好,只有个别性状需要改良的优良品种(系)豫麦 52 号、豫麦 2 号和豫农 92349 的干种子。低能 N^+ 注入在郑州大学离子束生物工程实验室进行,注入剂量为 $0(ck) \times 10^{17}, 1 \times 10^{17}, 2 \times 10^{17}, 3 \times 10^{17}, 4 \times 10^{17}, 5 \times 10^{17}, 6 \times 10^{17} N^+ / cm^2$ 共 7 个剂量,实验过程中,注入能量均为 30 KeV,束流为 30 mA。

1.2 发芽试验

在室内用水培法进行发芽试验,用 3 个品种(系),7 个剂量(含对照),重复 3 次,每品种每重复 1 个培养皿。每培养皿摆 30 粒种子,分品种完全随机排列,第 3 d 计算发芽势(%),第 5 d 计算发芽率(%). 试验过程中始终保持湿润。

1.3 盆栽试验及测定项目

盆栽试验用豫麦 52 号、豫麦 2 号和豫农 92349 共 3 个品种(系),7 个剂量(含对照),3 次重复,每品种(系)每重复种 1 盆,每盆 30 粒种子,分品种完全随机排列。出苗后幼苗断乳期(15 d)进行冲根,室内考察幼苗苗高(cm)、第一叶长(cm)、初生根数和次生根数。

1.4 统计分析方法

采用的统计分析方法有方差分析、t 测验和五次多项式回归等。

2 结果与分析

2.1 离子注入对小麦种子发芽势和发芽率的影响

发芽率反映种子发芽的能力,发芽势则反映种子出苗速度的快慢,一定程度上反映种子生活力的高低。观察离子注入后种子的发芽率、发芽势,可了解离子注入对种子生活力的影响。品种间 t 测验表明,豫农 92349 与豫麦 2 号的发芽势和发芽率差异均达显著($t_{\text{发芽势}} = 3.34^{**}$, $t_{\text{发芽率}} = 3.52^{**}$),其余彼此间差异不显著。这表明离子注入对种子发芽的影响存在着品种特异性。

从表 1 可以看出,离子注入后发芽率剂量间差异不显著,发芽势随剂量加大而下降,且剂量越大下降幅度越大。这表明离子注入在一定程度上对小麦种子造成辐射损伤,引起小麦出苗速度缓慢。但这种损伤作用微小,不足以引起小麦子粒内部生理状态的根本变化。故发芽率在剂量间虽表现略有波动但与对照无显著差异。这也在一定程度上表明离子注入具有辐射损伤轻的特点。

表 1 各品种的发芽势和发芽率

Tab.1 Germination potential and germination rate of each variety

剂量 Dose ($\times 10^{17} N^+ / cm^2$)	发芽势(%) Germination potential			发芽率(%) Germination rate		
	豫麦 52 号 Yumai 52	豫麦 2 号 Yumai 2	豫农 92349 Yunong 92349	豫麦 52 号 Yumai 52	豫麦 2 号 Yumai 2	豫农 92349 Yunong 92349
0(ck)	92	94	96	100	98	98
1	88	100	92	96	100	92
2	80	94	88	90	96	92
3	—	96	88	—	98	94
4	80	96	—	100	100	—
5	100	96	87	100	96	87
6	90	90	86	94	98	88

2.2 离子注入对苗期生长发育的影响

2.2.1 苗期各性状在剂量间的差异 苗期各性状方差分析结果表明,各品种苗高、第一叶长和初生根剂量间差异均达极显著水平;而次生根只有豫麦 2 号剂量间差异达极显著水平,豫麦 52 号和豫农 92349 剂量间差异不显著。

幼苗高度直接反映幼苗生长情况,显然离子注入对种子有不同程度的损伤,从而影响幼苗生长,造成苗高存在剂量间差异。

小麦的第一片叶是由胚芽直接发育而来,是小麦最初的光合器官,它的大小决定光合作用的强弱,从而直接影响小麦苗期长势。胚芽是离子注入的直

接部位,离子注入的剂量效应将直接在胚芽形成的第一片叶显现,因而第一叶长在剂量间差异显著。

初生根是由小麦胚根直接发育而来,也即种子根。它担负着吸收矿质营养,为幼苗最初生长提供养料的重要作用。由于胚根也是离子注入的直接部位之一,因而由此发育而成的初生根必然要受到离子注入的影响,在剂量间存在差异。从表 2 可以看出,各品种离子注入后初生根数目普遍增多,这表

明离子注入有促进初生根生长的趋势。另外,从表 2 中还可看出,随着剂量增加单位剂量的生物效应有增大趋势。

2.2.2 苗期性状的剂量趋势比较 综上所述,苗期性状存在离子注入的剂量间差异,为了去伪存真,消除各种环境因素和偶然性因素的影响,客观科学地描述苗期性状与离子注入剂量间的协变趋势,我们用五次多项式拟合了苗期性状的剂量趋势曲线。

表 2 各品种苗期性状平均值

Tab.2 Average of young wheat plant characters

性状 Character	品种 Variety	剂量 Dose ($\times 10^{17} \text{N}^+/\text{cm}^2$)							F 值
		0(ck)	1	2	3	4	5	6	
苗高(cm) Seedling height	豫麦 52 号 Yumai 52	23.38	22.32	21.06	20.1	19.34	21.14	21.64	5.96**
	豫麦 2 号 Yumai 2	20.99	22.24	19.89	21.41	22.43	21.14	15.75	8.70**
	豫农 92349 Yunong 92349	24.22	27.03	25.28	24.1	23.81	23.01	22.61	3.40**
第一叶长(cm) First leaf length	豫麦 52 号 Yumai 52	17.01	16.25	15.47	14.22	13.69	15.17	16.01	1.24
	豫麦 2 号 Yumai 2	18.09	15.92	14.36	15.87	16.41	14.75	11.35	10.50**
	豫农 92349 Yunong 92349	17.94	19.82	18.10	17.65	18.13	17.14	16.77	2.95**
初生根(条) Seminal roots	豫麦 52 号 Yumai 52	4.88	4.76	5.03	4.68	4.95	5.65	5.26	3.92**
	豫麦 2 号 Yumai 2	4.83	4.96	5.50	5.34	5.21	4.94	4.41	5.49**
	豫农 92349 Yunong 92349	4.33	4.75	5.17	5.52	5.38	5.00	5.41	3.99**
次生根(条) Second-class roots	豫麦 52 号 Yumai 52	6.84	7.58	7.52	8.30	8.21	8.51	8.35	3.63**
	豫麦 2 号 Yumai 2	6.71	6.37	6.76	5.38	8.47	8.09	4.50	5.24**
	豫农 92349 Yunong 92349	8.36	9.73	9.15	8.36	10.5	8.14	7.72	1.72

注:**表示方差分析差异达极显著水平

从图 1~4 可以看出,离子注入对苗高、第一叶长、初生根和次生根平均值的影响趋势基本相似,均呈先升后降的趋势。整体上,经低能离子注入处理后,苗高、第一叶长比未经离子注入降低,而初生根和次生根则比未经离子注入时增多。不同剂量对性状的影响不同, $1 \times 10^{17} \text{N}^+/\text{cm}^2$ 时苗高、第一叶长和次生根均比对照显著降低。并且,同一剂量对不同性状的影响也有差别,其中 $3 \times 10^{17} \text{N}^+/\text{cm}^2$ 和 $4 \times 10^{17} \text{N}^+/\text{cm}^2$ 是曲线峰或谷,对于苗高、第一叶长和次生根 $3 \times 10^{17} \text{N}^+/\text{cm}^2$ 为谷,而 $4 \times 10^{17} \text{N}^+/\text{cm}^2$ 为峰,初生根则与此相反。

—□— 豫麦 52 Yumai52 —×— 豫麦 2 Yumai2
—△— 豫农 92349 Yunong 92349 —●— 平均值 Average

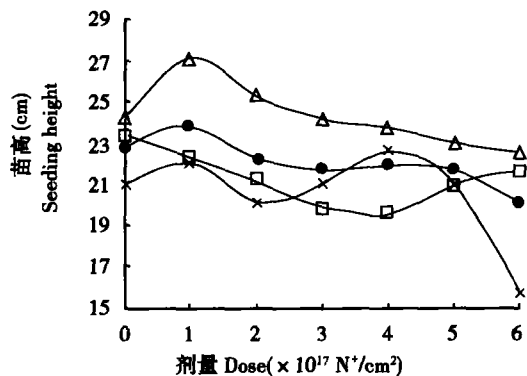


图 1 各品种苗高趋势图

Fig.1 Seedling height tendency

—□— 豫麦 52 Yumai52 —×— 豫麦 2 Yumai2
—△— 豫农 92349 Yunong 92349 —●— 平均值 Average

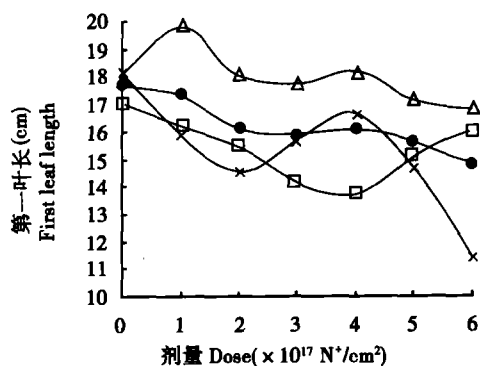


图 2 各品种第一叶长趋势图

Fig.2 First leaf length tendency

豫麦 52 号经离子注入后,苗高降低,第一叶长减少,初生根和次生根增多;苗高和第一叶长剂量间均呈先降后升,而初生根是先升后降再升再降的趋势,次生根则呈持续上升的趋势。从图中可以看出, $4 \times 10^{17} \text{N}^+/\text{cm}^2$ 时对豫麦 52 号效果最明显。

豫麦 2 号的苗高、初生根和次生根的趋势与其平均值相同,第一叶长表现先降后升再降。不同剂量对各性状的影响差别较大。 $6 \times 10^{17} \text{N}^+/\text{cm}^2$ 时对豫麦 2 号效果最明显,各性状均处于最低值。 $2 \times 10^{17} \text{N}^+/\text{cm}^2$ 时苗高、第一叶长和次生根均仅次于 $6 \times 10^{17} \text{N}^+/\text{cm}^2$,而初生根则处于最大值。这表明

豫麦 2 号对于 $2 \times 10^{17} \text{ N}^+/\text{cm}^2$ 下也是比较敏感的。

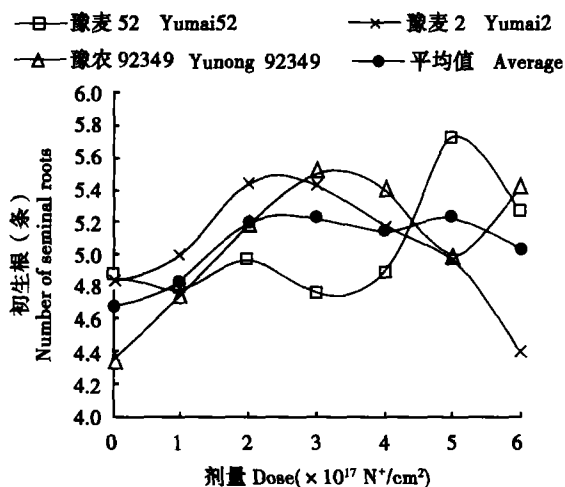


图 3 各品种初生根趋势图

Fig.3 Seminal roots tendency

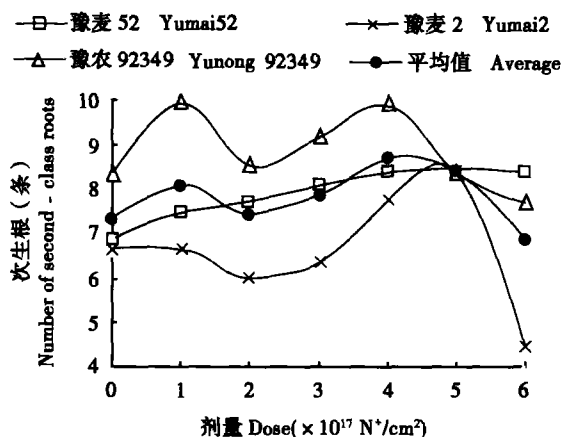


图 4 各品种次生根趋势图

Fig.4 Second-class roots tendency

豫农 92349 的各个性状剂量间均表现先升后降,与各性状平均值的趋势相似,但是曲线的峰值出现的剂量点不完全一样。另外豫农 92349 对离子注入的效果与另外两个品种不太一样,表现出经离子注入后,苗高升高和第一叶长变长,并且在 $1 \times 10^{17} \text{ N}^+/\text{cm}^2$ 时诱变效果最明显。

3 讨论

在本试验条件下,离子注入对发芽率的影响剂量间及与对照差异不显著,发芽势随着剂量增大而下降。秦广雍等研究结果也表明在剂量高达 $10 \times 10^{17} \text{ N}^+/\text{cm}^2$ 条件下成苗率仍很高,接近但仍未达到半致死剂量。这说明了离子注入对作物干种子损伤轻。传统辐射一般多采用三叶期的成苗数在

50%左右的剂量(半致死剂量)作为辐射处理的诱变剂量。这是因为总体上讲离子束属于局部强相互作用,可集中作用到种子的幼胚部分,而传统辐射则是贯穿性的,影响整体(包括幼胚部分和非幼胚部分),显然离子束的损伤较轻。与传统辐射相比在同样突变率情况下,离子束的损伤显然轻得多。因此,离子注入不宜效仿传统辐射所采用的半致死剂量。

离子注入对小麦苗期性状影响显著。本实验条件下,离子注入处理最佳诱变剂量为 $4 \times 10^{17} \sim 6 \times 10^{17} \text{ N}^+/\text{cm}^2$,但是也要注意不同性状对离子注入的反映不同。因此,要根据实际的诱变改良目标而定适宜的诱变剂量。比如,要降低株高,可以使用较大剂量;而如果希望提高成穗率和提高产量,则宜用较小剂量的离子注入处理。这是因为高剂量有抑制苗高和第一叶生长的作用,低剂量时刺激初生根和次生根的生长,从而为小麦后期旺盛生长提供营养和物质的保证。当然,不同品种对离子注入也存在特异性。因此,在实际的离子注入诱变育种过程中,既要考虑诱变目标对离子注入的敏感性差异,也要考虑品种的特征特性,从而确定最佳诱变剂量,提高诱变育种效率。

参考文献:

- [1] 余增亮,王学栋. 离子注入水稻诱变育种机理初探,安徽农业科学[J]. 1989,39(1):12-16.
- [2] 余增亮,邱励俭,霍裕平. 离子注入生物效应及育种研究进展[J]. 安徽农学院学报,1991,18(4):251-257.
- [3] 郭振祥,李素梅,伊国香,等. 离子注入在番茄育种上的应用[J]. 安徽农业大学学报,1994,21(3):321-325.
- [4] 郑冬官,方其英,黄德祥,等. 离子注入在棉花育种中的诱变效应[J]. 安徽农业大学学报,1994,21(3):315-317.
- [5] 舒世珍,朱凤绥,陆挺,等. 离子注入甜菊种子效应[J]. 安徽农业大学学报,1994,21(3):299-302.
- [6] 林国平. 氮离子注入烟草种子的效应影响[J]. 安徽农业大学学报,1991,18(4):317-317.
- [7] 杨赞林,甘斌杰. 离子注入小麦诱变育种及生物效应的研究[J]. 安徽农业科学,1990,(4):313-317.
- [8] 甘斌杰,杨赞林. 离子注入小麦的变异效应[J]. 安徽农业大学学报,1993,21(3):120-122.
- [9] 杨赞林,甘斌杰,余增亮. 离子注入小麦诱变育种的回顾与展望[J]. 安徽农业科学,2002,30(5):639-641,648.