

重离子辐照选育春小麦新品种初探^{*}

赵连芝¹, 王浩瀚¹, 王勇¹, 李雁民¹, 甄东升¹, 颜红梅²

(1. 甘肃省张掖市农业科学研究所, 甘肃张掖 734000; 2. 中国科学院兰州近代物理研究所, 甘肃兰州 730000)

摘要: 在加速器上, 采用 75 MeV/u 中能氧离子($^{16}\text{O}^{8+}$), 辐照剂量在 11~44 Gy(即注量为 $1 \times 10^7 \sim 5 \times 10^8$ ions/cm²) 范围内, 以贯穿辐照处理春小麦高代稳定材料 14615 风干种子, 经过 3 年 5 代选育, 育成新品种“陇辐 2 号”, 这是我国第一例采用重离子束辐照育成的小麦新品种。同时还获得了 144 份优于亲本性状的稳定突变系(体), 可作为新的种质资源提供应用。采用不同能量的重离子束对春小麦 14615 干种子的胚根、胚芽和胚乳采用特殊的屏蔽手段进行定点(位)注入, 发现诱发突变的倾向性, 由此可改变传统育种的随机性和方向性。

关键词: 重离子; 辐照; 选育; 春小麦; 新品种

中图分类号: S512.1⁺²

文献标识码: A

文章编号: 1004 1389(2006) 03 0017 03

Preliminary Study on Selection New Variety of Spring Wheat by Irradiation of Heavy ions

ZHAO Lian zhi¹, WANG Hao han¹, WANG Yong¹, LI Yan min¹,
ZHEN Dong sheng¹ and XIE Hong mei²

(1. Zhangye Agricultural Research Institute of Gansu Province, Zhangye Gansu 734000, China;

2. Lanzhou Modern Physics Institute of Academia Sinica, Lanzhou Gansu 730000, China)

Abstract: Using 75 MeV/u middle energy oxygen ions ($^{16}\text{O}^{8+}$), within the rang of dosages 11~44Gy, penetrating radiated the air dry seeds of heigh generation lines of spring wheat 14615, after 3~5 years selection, got a new variety "Long fu No 2" which is the first one in our country selected by heavy ion irradiated. And also obtained 144 stable mutation lines in the meantime, which were all better than their parents, could be used as new species resourses. Using different energy heavy ions and speical shield methods fixed point pour heavy ions into the radicle, plumule endosperm of the dry seeds of spring wheat line 14615, discovered the tendentiousness of mutation be brought out. That will change the randomness and direction of traditional breeding.

Key words: Heavy ion; Irradiation; Selection; Spring wheat; New variety

在过去辐射育种的诱变源中, 物理射线以 γ 射线和中子为主, 存在育种周期较长, 而且突变目标不能定向等问题。根据重离子束参数多样, LET 大, RBE 高等特性, 有望提高突变率, 拓宽突变谱, 缩短育种周期; 同时还可以利用它与生物体作用部位的局域性、可控性和可选择性, 来研究定点(位)诱变, 进而探索定向育种, 提升育种技术,

开创一条诱变育种新途径。20 世纪 80 年代, 我国科学家首先采用重离子束进行了诱变育种的尝试, 并取得了明显成效, 发现重离子束是辐射育种的后起之秀, 它将会为诱变育种开辟一条新的技术途径, 从此, 重离子束诱变育种很快就成为遗传育种领域中一个十分活跃的应用热点和研发前沿^[1~3]。

* 收稿日期: 2005 07 29 修回日期: 2005 12 27

基金项目: 甘肃省自然科学基金资助项目(SJ970607); 甘肃省自然科学基金暨中青年科技基金项目(YZ00H A23 011)。

作者简介: 赵连芝(1965—), 女, 农艺师, 主要从事小麦育种及栽培。

1 材料与方 法

1.1 诱变源

在中国科学院近代物理研究所的重离子加速器上采用 75 MeV/u 氧离子($^{16}O^{8+}$)进行贯穿与定点注入,它在小麦种子内的射程可达 11 mm^[4]。

1.2 试验材料

选取籽粒饱满,大小均匀,无破损、无霉菌污染的春小麦高代稳定材料 14615 风干种子。

1.3 辐照处理

种子紧密地直立粘贴在一个直径为 4 cm 的样品盘内,每盘约可容纳 100 粒,根据不同辐照方式,吸收剂量在 11~44 Gy 范围内(注量为 $1 \times 10^7 \sim 5 \times 10^8$ ions/cm²)。离子可以从种子胚部进入、由种子顶部出来,纵贯整粒种子(种子长度一般为 6~7 mm),这就是“贯穿”辐照(图 1)。优良新品种“陇辐 2 号”就是采用这种贯穿辐照方式得到的一个优异突变体。

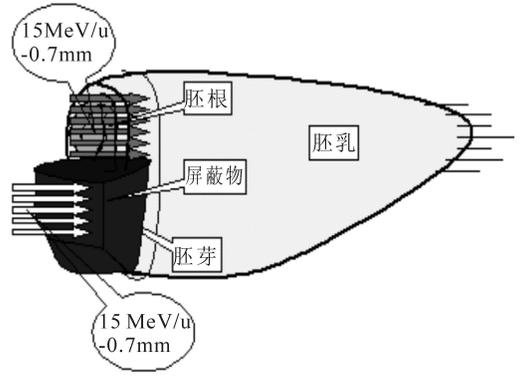


图 2 不需要离子注入的种子部位的屏蔽方法

Fig. 2 The shield method of unneed treating position of wheat seed

2 试验结果

2.1 获得了春小麦优良新品种“陇辐 2 号”及百多份稳定突变系和突变体

通过 75 MeV/u $^{16}O^{8+}$ 离子束对春小麦干种子 14615 的贯穿辐照,在大田培育中观测到其半致死剂量为 24 Gy(即注量 2×10^8 ions/cm²)。从 M1 代中选择优良变异体,在 M2 代测得的突变率为 2.7%~4.3%,经南繁加代后,采用系谱法在 M3 和 M4 代中选育出芒型、穗型、粒型发生变异,有增产潜力,矮秆,早熟,抗倒伏,抗干热风等优于亲本性状的稳定突变系(体)144 份,可作为新的种质资源提供应用。在 M3 代中筛选出的优良稳定株系“920”就是“陇辐 2 号”的前身,它只用了 3 a 时间就选育而成,育种周期有明显的缩短。1999 年参加了高代品系鉴定及品种比较试验。接着参加了 2000~2001 年张掖市 1 区 4 县联合区试,2001~2002 年全省水地春小麦区试(西片区),均表现优良。同时,在 1999~2002 年间,与区试同步进行了西片多点生产示范。于 2003 年 2 月通过了甘肃省农作物品种审定委员会审定,正式定名为“陇辐 2 号”。这是我国第一例采用重离子束育成的小麦优良新品种。

2.2 发现定点(位)注入诱发突变的倾向性

分别采用 15 MeV/u 和 36 MeV/u 氧离子($^{16}O^{8+}$)束对春小麦干种子 14615 的胚根、胚芽和胚乳进行注入,为了离子定点(位)注入,采用了一种特殊屏蔽手段,使离子只能注入所需要的部位。处理后在实验室里萌发,进行细胞学观测;另一方面,在大田中培育并进行观察。

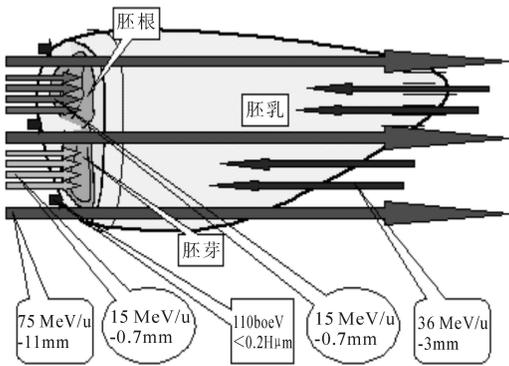


图 1 不同能量氧离子贯穿与注入小麦种子的部位和深度

Fig. 1 The position and depth of different energy oxygen ion penetrat and pour into wheat seed

离子通过降能技术,将能量降至 15 MeV/u,使离子在麦胚中的射程为 0.7 mm 左右,并采用特殊的屏蔽手段(图 2),让离子束向麦胚垂直入射,只能注入胚根或胚芽(胚部组织厚度约在 1 mm 左右);另一种是将能量降至 36 MeV/u,使离子从种子顶部注入胚乳,深度可达 3 mm 左右(胚乳长度约在 5~6 mm),这就是“定点(位)”注入(图 1)。笔者研究它们的目的,在于能否发现离子只注入胚根、胚芽或胚乳时,是否会出现特异性突变,进而探索定向诱变育种。

表 1 重离子辐照试验结果

Table 1 The result of heavy ion irradiation test

注入类型 Pour into type	注根 Pour into radicle	注芽 Pour into plumule	注乳 Pour into endosperm
半致死剂量(Gy) (50%的成苗率) Half kill dose (50% survive)	44	11	31
M1代根尖细胞中染色体畸变率(%) (对照为0.03%) Rate of mutation on chromosome in root top cell of M1(CK was 0.03%)	12.1	7.3	8.7
M2代突变率 Rate of mutation in M2 /%	0.7~2.5	1.5~4.2	1.1~6.3
M1代大田中生理损伤表现 Expression of physiology injury in field of M1	生长势弱,分蘖少	幼苗畸形、发育迟缓	叶片小,穗部扭曲
后代突变倾向性 Mutation tendency of progeny	矮秆,无芒,白粒	早熟,千粒重高	矮秆,穗型成棍棒形

从上面结果可以看到,采用重离子对作物种子进行定点(位)注入,可以获得倾向性突变,这一结果提示我们,可以采用定点(位)注入来探索定向诱变,由此可改变传统育种的随机性和无方向性。上表结果还显示,重离子束注入作物种子胚乳(采用了“嫁接”技术,以去除辐照装置环境辐射对胚的影响)能诱发突变效应,这是传统遗传学观念不可理解的一种新现象。通常认为,胚才能对遗传性突变起作用,胚乳只是提供胚在种子萌发过程中所需要的营养物质,而不可能诱发子代遗传性突变。但我们通过重离子处理胚乳后,在细胞学和大田选育中都观察到了变异和遗传现象(已到M5代),而且有它的倾向性(表1)。通过互联网对国内外这方面的研究进行了查询,目前还未见类似的报道。如果通过进一步研究,证实离子注入胚乳能够诱发后代突变,且有遗传特性,那么就会引发一些新思想、新观念^[5]。

3 “陇辐2号”简介

春小麦新品种“陇辐2号”,株高72~85.6 cm,抗倒伏,耐旱,抗干热风,落黄好。生育期98~103 d左右,穗长9.5 cm,穗粒数37~53粒,籽粒长卵圆形,粒大、色白、硬质、黑胚少,千粒重46~54 g,容重778.3~816.5 g/L。经中国农科院小麦品质分析室及甘肃省农科院测试室测定,该品种籽粒含粗蛋白质17.61%,湿面筋28.3%~39.2%,赖氨酸0.52%,面包综合评分94.9,面条总评分90。易于加工,制粉白度好,蒸煮品质极佳,是西北地区面食的优良品种。在2000~2001

年张掖市春小麦联合区试中,平均折合产量7410.0 kg/hm²,较对照甘春20号增产8.98%,达极显著水平,居第1位。在2000~2002年甘肃省西片水地春小麦区域试验中平均产量7278.3 kg/hm²,较对照高原602增产3.34%,居第3位。生产示范小麦玉米带田产量6750.0 kg/hm²;大田产量8250 kg/hm²,最高达到9450 kg/hm²,平均产量7721.7 kg/hm²,较永良4号增产9.77%,净增小麦687.45 kg/hm²;中低产田也具有6750~7200 kg/hm²的产量水平。该品种丰产性突出,稳产性好,适应性广,抗黑穗病,对在河西走廊较流行的条锈、叶锈病、黄矮病抗耐性也较好。适宜在河西走廊及沿黄灌区大田与带田推广种植,特别是在沿山冷凉灌区种植增产潜力较大。

参考文献:

- [1] 颜红梅,卫增泉.中能离子束注入与贯穿辐射对小麦种子萌发生长的影响[J].辐射研究与辐射工艺学报,1996,14(1):50~54.
- [2] 颜红梅,王浩瀚,王菊芳,等.重离子束定点诱变育种初探[J].原子核物理评论,2001,18(3):174~176.
- [3] 颜红梅,王菊芳,等.重离子对小麦种子不同部位的生物效应研究[A].甘肃省核学会主办.七省市自治区核技术应用讨论会论文集[C].甘肃兰州,1989.63~64.
- [4] 刘秦,甄东升,李雁民,等.重离子对春小麦育种及生物效应研究初报[A].甘肃省核学会主办.七省市自治区核技术应用讨论会论文集[C].甘肃兰州,1989.75~77.
- [5] 颜红梅,卫增泉,李兴林,等.重离子束注入小麦胚乳诱发的突变效应[J].核农学报,2004,18(2):93~96.