

提高小麦航天诱变效率的研究

郭 强, 张宏纪, 王广金, 孙 岩, 刁艳玲, 刘东军, 郭怡璠, 杨淑萍, 孙光祖
(黑龙江省农业科学院作物育种研究所, 黑龙江哈尔滨 150086)

摘要: 利用小麦高世代品系 龙辐 02K883 和龙辐 00-387 为试材, 进行航天搭载试验。结果表明: 航天搭载对种子发芽、出苗和生长有明显的促进作用, 第二代农艺性状变异更为广泛, 为后代材料的选择提供了更多机遇。针对目前小麦航天育种存在的变异率低的问题而影响小麦的育种效果, 采取了 卫星搭载前硼酸溶液浸种和搭载后 EDTA (辐射损伤修复抑制剂) 溶液的处理, 以提高小麦的变异。通过探索 卫星搭载与未搭载小麦的变异差异, 进行优异种质资源的筛选。

关键词: 航天诱变; 小麦; EDTA; 生物学效应

中图分类号: S512.1 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2009)03-0026-02

Study on Improving Efficiency of Spring Wheat by Space Mutation

GUO Qiang ZHANG Hong-ji WANG Guang-jin, SUN Yan, DIAO Yan-ling, LIU Dong-jun, GUO Yi-fan, YANG Shu-ping, SUN Guang-zu
(Crop Breeding Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: Wheat pure lines seeds which were dealt with boric acid solution and EDTA (Ethylene Diamine Tetraacetic Acid), were used for space treatment. The results showed that germination percentage, germination potential and rate of seed setting were increased after space treatment. There was high positive mutation frequency of main agronomic characters in SP₂ generation after space treatment. In accordance with the problem of that the wheat mutation was low by space mutation, which impacted breeding effect of the wheat. The research was dealt with boric acid solution and EDTA by space treatment, which enhanced variation of the wheat. The excellent genetic were screened by means of which haven the difference of the wheat by satellite or not.

Key words: space mutation; wheat; EDTA; biological effect

面对日益严峻的人口、资源、环境等问题, 世界各国特别是一些发达国家都在探寻新的对策和措施, 寻找增加粮食产量的途径。实践证明 培育优良品种是促进农业增产诸多重要因素中最经济有效的措施。

小麦是世界三大粮食作物之一, 全球近一半人口以面食做主食, 增加小麦生产势在必行。但近些年来, 由于小麦资源库匮乏, 育种技术相对落后, 很难育出具有突破性的小麦新品种。

空间环境具有强辐射、微重力、弱磁场、超真空和超洁净等特点, 是一种利用价值极高的新资源。20 世纪 60 年代起前苏联、美国和德国等已利用卫星和空间试验站研究了植物在空间条件下的生长发育和遗传变

化等。我国从 20 世纪 80 年代起利用返回式卫星和高空气球搭载种子进行了空间诱变育种的研究, 并取得了重大进展。大量研究表明, 空间诱变是一种有效的育种新手段^[1-4]。从 1992 年起黑龙江省农业科学院育种研究所利用返回式卫星搭载小麦种子, 进行了航天诱变育种的研究取得了阶段性成果, 同时在提高航天诱变效果和改进育种方法上进行了探索。现将主要研究结果报道如下。

1 材料和方法

1.1 材料

龙辐 02K883 纯系种子和龙辐 00-0387 纯系种子。

1.2 方法

龙辐 02K883 硼酸溶液处理为: A. 种子用 1% 硼酸液浸泡 4 h, 取出风干; B. 将 A 处理的一半种子进行卫星搭载; C. 种子用蒸馏水浸泡 4 h, 取出风干; D. 将 C 处理的一半种子进行卫星搭载。

龙辐 00-0387 EDTA 溶液处理为: 将种子直接搭载, 搭载后一半种子用 0.5% mmol · L⁻¹ 辐射损伤修复

收稿日期: 2009-02-17
基金项目: 国家高技术研究发展计划 (863 计划) 项目 (2007A A100102-2)
第一作者简介: 郭强 (1982-), 男, 黑龙江省嫩江县人, 学士, 研究实习员, 从事小麦诱变与生物技术育种研究。
通讯作者: 张宏纪 (1969-), 男, 黑龙江抚远人, 博士, 研究员。主要从事小麦诱变与生物技术育种研究。Tel: 0451-86668741; E-mail: fuma1@163.com.

抑制剂(EDTA)在室温下浸泡 4 h。另一半室温下蒸馏水浸泡 4 h。

供试种子于 2004 年 10 月搭载在返回式卫星上,在太空绕行 18 d,卫星近地点 200 km,远地点 350 km,舱内温度 10~30℃,真空度为 10⁹~10⁵ Pa,微重力 10⁻³~10⁻⁵ g。2004 年 12 月收到搭载种子后,一部分种子做了生物学效应的研究,另一部分种子翌年播在田间,并纳入了育种程序。第一代稀播,调查生育状况,不选择,按处理混收。第二代单粒点播,调查变异情况,按育种目标选株,考种后单株脱粒,按综合农艺性状决选单株。

2 结果与分析

2.1 当代生物学效应

通过对硼酸处理和 EDTA 处理的材料发芽势、发芽率、芽长、根长和田间出苗率等的调查表明,(1)航天处理与对照相比,发芽势与发芽率分别提高 24.8%和 11.9%,说明航天处理能促进种子发芽。(2)硼酸+航天处理与其硼酸处理相比,苗高与根长分别提高了 18.0%和 15.6%。水+航天处理与其水处理相比,苗高与根长分别降低了 6.0%和 3.1%。说明硼酸+航天处理能够促进苗和根的生长。(3)航天处理的田间出苗率较对照提高 17.5%,说明航天处理可促进幼苗生长。由此可知,航天处理具有较明显的刺激效应。(4)EDTA 处理与水处理相比,发芽势、发芽率分别降低了 28.57%和 13.33%,根长和田间出苗率分别降低了 1.9%和 7.6%;苗高提高了 2.9%。各项指标说明种子在太空条件下受到空间粒子穿透作用对其造成损伤,而 EDTA 溶液起到了抑制损伤的自身修复功能。

表 1 硼酸溶液处理 SP₂代各性状的考种及方差分析结果

处理	株高/cm	穗长/cm	分蘖数/个	有效小穗数/个	主穗粒数/粒	株粒数/粒	株粒重/g	千粒重/g
A(硼对照)	101.70a	12.80b	6.40a	22.00a	38.30	285.60	6.87b	32.15 a
	2.08	3.54	19.05	3.91	21.44	24.35	51.21	12.71
B(硼+航)	98.60b	13.20a	5.50b	19.80b	38.90	249.00	6.57b	32.26a
	4.25	7.24	30.49	6.79	22.22	30.82	51.68	17.44
C(水对照)	98.50	12.70b	6.60a	21.80a	38.30	284.50	7.11a	31.52b
	2.26	5.16	10.82	4.29	19.56	23.71	52.77	14.63
D(水+航)	97.40b	12.20c	6.50a	22.00a	39.10	260.30	6.78b	31.88b
	3.61	6.27	36.44	6.35	20.55	29.25	50.56	15.72

注:表内各处理中上行为平均数,下行为变异系数;a、b 字母为差异显著性测定结果。

将搭载后的龙辐 00-0387 种子进行 EDTA 抑制修复处理,第二代田间植株的考种及方差分析结果列于表 2。从表 2 可以看出,EDTA 处理与水处理在各项指

2.2 第二代变异情况

进行硼酸前处理的龙辐 02K883 种子第二代植株考种及方差分析结果列于表 1。从表 1 可以看出,航天处理的株高均低于对照;D(水+航天)和 C(水)处理间差异不显著,B(硼酸+航天)和 A(硼酸)呈显著性差异,说明航天处理能引起第二代株高降低。各处理第二代穗长的差异性结果为 B(硼酸+航天)与 D(水+航天)处理相比差异显著,与 C(水)和 D(水+航天)处理相比差异显著,说明硼酸溶液处理使穗长增长。由第二代分蘖数的分析结果看出,航天处理能提高其分蘖力,B(硼酸+航天)与 A(硼酸)处理相比差异显著,C(水)和 D(水+航天)处理相比无显著差异。从第二代各处理有效小穗数的结果看出,B(硼酸+航天)与 A(硼酸)处理相比差异显著,C(水)和 D(水+航天)处理相比无显著差异。各处理第二代主穗粒数和株粒数的差异均不明显。从第二代株粒重分析结果可以看出,D(水+航天)和 C(水)处理间差异显著;B(硼酸+航天)和 A(硼酸)差异不显著。千粒重的分析结果为 B(硼酸+航天)与 D(水+航天),A(硼酸)与 C(水)处理间差异显著,说明硼酸溶液处理增加了种子的千粒重。由第二代产量性状的变异系数分析表明,B(硼酸+航天)处理在各项指标中变异系数均高于相应对照 A(硼酸)处理,D(水+航天)处理除了株粒重的变异系数与对照相接近外,其余各项指标变异系数均高于相应对照。第二代产量性状具有较大的变异系数,说明植株在航天处理条件下这些性状上有较大分离,这就为高产性状的选择提供了更大机遇。

标中均不存在显著性差异,并不是说明此种方法扩大不了变异,而是在试验方法上需要改进。

表 2 EDTA 处理 SP₂代各性状的考种及方差分析结果

处理	株高/cm	穗长/cm	分蘖数/个	有效小穗数/个	主穗粒数/粒	株粒数/粒	株粒重/g	千粒重/g
EDTA 处理	107.40	9.86	5.63	19.90	39.80	236.1	7.23	33.05
	3.58	9.45	5.71	7.73	21.44	30.76	50.11	13.21
水处理	106.50	9.78	5.20	17.50	39.20	234.30	6.92	32.97
	3.50	11.25	35.89	9.47	22.22	35.03	51.24	14.56

注:表内各处理中上行为平均数,下行为变异系数。

(下转第 30 页)

19.5%，其他品种(系)相对盐害率均高于25%，最高可达89.5%；在1.0%盐胁迫时，5个品系相对盐害率都超过80%，此时国外引进品种相对盐害率都超过90%，5个品系相对盐害率低于国外引进品种。

表4 15个草地早熟禾品种(系)在盐胁迫条件下的相对盐害率

序号	品种	相对盐害率/%			
		0.2%盐	0.4%盐	0.8%盐	1.0%盐
13	031315 草地早熟禾	12.2	19.5	54.9	83.3
10	兰神	14.6	27.9	75.7	94.6
14	031322 草地早熟禾	17.4	29.1	54.8	86.0
11	031310 草地早熟禾	16.8	32.0	62.5	89.8
12	031312 草地早熟禾	17.2	32.3	63.5	88.8
15	031318 草地早熟禾	18.3	33.2	64.6	86.8
7	肯塔基	18.8	32.8	64.8	95.2
6	抢手股	21.8	30.5	63.7	95.9
1	优异	21.3	32.0	65.4	97.9
3	雪狼	20.7	30.9	65.1	96.7
2	盛宴	21.9	31.2	66.7	95.3
4	纳苏	27.4	42.4	84.8	97.1
9	公园	28.4	42.8	82.7	96.8
5	新歌来德	32.3	46.6	86.1	98.0
8	巴林	43.3	59.2	89.4	96.2

3 结论

3.1 试验中15种草地早熟禾品种(系)的发芽率、发芽势都随着盐浓度的递增而下降,相对盐害率则随着盐

浓度递增而增加,显示盐胁迫对草种子的萌发有明显的抑制作用,不同品种下降幅度不同,故其对盐胁迫的敏感程度各不同。

3.2 测试结果显示031315草地早熟禾和031322草地早熟禾2个品系用0.8% NaCl胁迫时的发芽率都在35%以上,即这2个品系萌发期的耐盐胁迫能力较强。

3.3 各品种(系)耐盐强弱依次为:031315草地早熟禾、兰神、031322草地早熟禾、031310草地早熟禾、031312草地早熟禾、031318草地早熟禾、肯塔基、抢手股、优异、雪狼、盛宴、纳苏、公园、新歌来德、巴林。

参考文献:

[1] 牛菊兰. 早熟禾品种特性与耐盐性关系的研究[J]. Pratacultural Sciences 1998, 15(1): 38-41.

[2] 于卓 孙祥 戴君峰 等.草地早熟禾品种间幼苗耐盐性差异的研究[J]. 草地学报 1997, 5(2): 128-132.

[3] 梁慧敏, 夏阳, 杜峰 等.盐胁迫对两种草坪草抗性生理生化指标影响的研究[J]. 中国草地 2001, 23(5): 27-30.

[4] 毛培春, 王勇.不同禾本科牧草材料种子萌发的耐盐性试验[J]. 内蒙古农业大学学报, 2004, 25(2): 115-118.

[5] 刘振虎. 几种草坪草 NaCl 胁迫反应及其耐盐机制的分析研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2001: 49-54.

[6] 杨富裕, 周禾. 草坪草抗盐性研究进展[J]. 草地和草原, 2001(1): 10-13.

[7] 翁森红, 蒋尤良. 牧草耐盐性鉴定指标和方法的初步研究[J]. 中国草地 1992(1): 30-34.

(上接第27页)

3 讨论

3.1 经航天搭载的龙辐02K883小麦纯系种子其发芽势、发芽率和田间出苗率分别较对照提高,这表明航天处理对当代生长有明显的刺激效应。硼酸+ 航天处理与相应对照相比,苗高与根长也有了提高,表明硼酸处理增强了航天搭载的生物学效应,其机制可能是种胚吸收硼原子后加大了对空间高能粒子的吸收截面,使细胞吸收了较多的能量。从航天处理第二代主要农艺性状的变异情况来看,正向变异居多,且产量性状的变异系数皆大于相应的对照,这为按育种目标进行的后代选择提供了丰富的变异来源和选择空间。

3.2 EDTA 又名乙二胺四乙酸二钠(Na2- EDTA),是一种辐射损伤修复抑制剂,在作物的遗传诱变育种中常和其它一些理化因子一起作辐射敏化剂使用。植物在长期的进化过程中,形成了发达的DNA损伤修复系统,可修复理化因子诱发的DNA损伤。作物在理化因子处理后,会诱发细胞DNA的大量损伤,但细胞依靠自身的修复系统又会使部分损伤得到修复,作物最终出现的各种变异,实际上是这两作用共同作用的结果。EDTA浸泡经航天等诱变因子处理的种子后,抑制了DNA损伤的修复过程,使突变率大大提高^[5-8],加重辐射了损伤,从而可提高辐射诱变频率^[9-10]。本研究的试验结果表明,在发芽势、发芽率、苗高和根长的试

验测定中,EDTA起到了抑制修复的作用;从第二代农艺性状的变异情况来看,EDTA处理与水处理之间的差异均不显著,可能与使用的浓度较低有关,EDTA溶液浓度为0.5%,室温下4h浸泡的试验条件,并不是EDTA没有起到作用,而是应该加大溶液浓度和浸泡时间,继续探寻最佳的试验条件,来扩大变异的频率。

参考文献:

[1] 刘录祥, 郑企成. 空间诱变与作物改良[M]. 北京: 原子能出版社, 1997.

[2] 张世成 林作楫, 杨会民, 等. 航天诱变条件下若干性状的变异[J]. 空间科学学报 1996 16 (增): 102-107.

[3] 蒋兴邨, 李金国, 陈芳远, 等. “8885” 返地卫星搭载对水稻种子遗传的影响[J]. 科学通报 1991, 36(23): 1820-1824.

[4] 王广金, 闫文义, 孙岩, 等. 空间诱变选育小麦新品系的研究[J]. 黑龙江农业科学 2004(4): 1-4.

[5] Y. H. 使用非按期 DNA 合成的抑制剂提高γ射线对大麦种子的诱变效率[J]. 原子能农业译丛 1981(4): 21-23.

[6] Yamamoto K, Yamaguchi H. Mutation in plant breeding[J]. Mutation Res. 1969 (8): 428-430.

[7] 赵孔南. EDTA 对辐射诱发水稻突变的修饰效应[J]. 浙江农业大学学报, 1985, 11(3): 271-279.

[8] 朱军. 遗传学[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2002: 259-262.

[9] Yamaguchi H. The use of unscheduled DNA synthesis to increase the rate of induced mutation of γ- irradiated barley seeds. Proceedings of the Sixth International Congress of Radiation Research[M]. IAEA, Vienna 1979: 575-581.

[10] 高明蔚. 液氮、辐照和咖啡因处理水稻种子的当代效应[J]. 浙江农业大学学报, 1982, 8(2): 143-149.