

# 航天搭载小麦诱变 SP<sub>1</sub> 代性状的研究

李玉全

(青岛农业大学, 山东青岛 266109)

**摘要:** 为了对经航天搭载后 (SP<sub>1</sub>) 和留地面未经搭载的同一小麦品种主要苗期性状和成熟期性状进行比较和分析。以足够纯度和数量的烟 2070、烟农 24、烟农 19、烟农 21 小麦品种为材料, 经“实践八号”返回式卫星搭载后与留地面未经搭载的同一小麦品种在相同环境下共同播种。小麦苗期性状有较大变化, 表现为发芽率提高, 出苗率和存苗率降低, 白化苗出现, 分蘖力和抗冻性没有明显变化。说明航天搭载有可能降低小麦种子苗期对外界环境条件的抵御能力。4 个小麦品种 SP<sub>1</sub> 代变异株率为 2%~3%; 成熟期 SP<sub>1</sub> 代变异株性状也有较大变化, 表现为生育期显著缩短, 结实率有所提高, 株型向松散趋势发展, 穗型则均表现为棍棒形, 株高、穗粒数和千粒重的变化品种间表现不一致。航天搭载诱发了小麦多种生物学性状变异, 其中一些变异在处理当代即表现出来; 航天搭载诱发的变异有有利的, 也有不利的; 这种变异可能是随机的, 也可能与品种遗传特性有关。

**关键词:** 小麦; 航天搭载; SP<sub>1</sub> 代; 性状

**中图分类号:** S562 **文献标识码:** A

## Research on Characters of SP<sub>1</sub> Generation of Wheat Lines by Space Flight

Li Yuquan

(Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

**Abstract:** To analyze the characters of the wheat variety which had experienced the space. Yan2070, Yan-nong24, Yannong19, Yannong21, which had sufficient purity and quantity, were used and experienced the space light of “Shi Jian 8”. The results showed that the characters of wheat seedling stage appeared the distinct changes. SP<sub>1</sub> plants had high germination rate, low emergence rate and seedling survival rate, and occurred albino seedlings. But SP<sub>1</sub> plants didn't show distinct changes in tillering ability and frost resistance. This indicated that space flight may reduce the ability to resist environment condition of wheat at seedling stage. The variation rates of four wheat lines were 2%~3%. The characters of SP<sub>1</sub> variation plants at maturity stage also appeared big changes. SP<sub>1</sub> variation plants had short growing period, high seed setting rate, loose plant-type and clavated spike-type. There were not consistent change in plant height, the number of spike grain and the weight of 1000 kernel among four lines. Some variations mutated by space flight could appeared at the present generation. The variation of space flight may advantageous or disadvantageous, and may stochastic or be related with the line genetic characteristics.

**Key words:** wheat; space flight; SP<sub>1</sub> generation; characters

航天搭载, 又称空间诱变育种, 是利用太空技术, 通过高空气球、返回式卫星、飞船等航天器将作物的种子、组织、器官或生命个体等诱变材料搭载到

200~400km 高空的宇宙空间, 利用强辐射、微重力、高真空、弱磁场等宇宙空间特殊环境诱变因子的作用, 使生物基因发生变异, 再返回地面进行选育, 培育新品

**基金项目:** 青岛农业大学高层次人才启动基金 (630629)。

**第一作者简介:** 李玉全, 男, 1978 年出生, 山东昌乐人, 博士, 主要从事水产养殖生态学方面的研究, 通信地址: 山东省青岛市城阳区春阳路 青岛农业大学动物科技学院。Tel: 0532-86080734, E-mail: jiangfangqian@163.com。

**收稿日期:** 2008-09-17, **修回日期:** 2008-09-19。

种、新材料的作物育种新技术。其核心内容是利用太空环境的综合物理因素对生物遗传性的强烈动摇和诱变,在较短的时间内创造出目前地面诱变育种方法难以获得的罕见突变种质材料和基因资源,选育突破性新品种,由此而开辟一条植物育种的新途径<sup>[1-6]</sup>。

笔者以足够纯度和数量的4个小麦品种:烟2070、烟农24、烟农19、烟农21为材料,对经航天搭载后和留地面未经搭载的同一小麦品种主要苗期性状和成熟期性状进行了比较和分析,以对小麦航天育种提供资料和参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

小麦品种烟2070、烟农19、烟农21、烟农24,均为稳定遗传的基础材料。

### 1.2 试验方法

1.2.1 卫星搭载 烟2070、烟农19、烟农21、烟农24取各品种单株种子300粒(种子大小一致),搭载“实践八号”返回式卫星进行空间诱变处理,各品种单株均保留一部分种子作地面对照。“实践八号”返回式卫星于2006年9月9日15:00在酒泉卫星发射中心发射,在近地点187km、远地点463km的近地轨道共运行355h,航程900多万km,运行轨道为倾角63°。在轨运行15d后,在四川遂宁回收,留轨舱进行3d留轨试验。

1.2.2 材料种植 2006年10月,将航天搭载处理的种子(SP<sub>1</sub>)和留地对照种子(CK)在烟台农科院播种,单粒播种,3次重复,每重复小区5行,行长1.5m,行距0.2m,株距0.1m。田间管理同一般大田。

1.2.3 测定方法 发芽率按照颜启传<sup>[7]</sup>的方法测定,出苗率、存苗率、白化苗、变异株、分蘖力、抗冻性、生育期、

结实率、株高、穗粒数、千粒重、粒色、株型、穗型及抗病虫害均按照陈学森<sup>[8]</sup>的方法测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 小麦苗期主要性状表现

2.1.1 发芽率、出苗率、存苗率 种子发芽率是指在规定的条件和时间内长成的正常幼苗数占供检种子数的百分率。种子田间出苗率是指种子在田间长成的正常幼苗数占供检种子数的百分率。存苗率是指种子在田间抵御外界恶劣环境长成的幼苗数占供检种子数的百分率。从表1可以看出,4个品种每个处理的存苗率均低于出苗率、出苗率均低于发芽率,这是因为在实验室可控制的规定条件下,种子发芽最为良好,结果准确可靠;而在田间条件下,由于环境条件不能很好控制,各种因素都有可能影响种子出苗的结果;如果遇到恶劣环境,植株出苗后还会招致死亡而不能存活。处理之间比较,4个品种经过搭载过的SP<sub>1</sub>代种子发芽率均比对照显著提高,但出苗率和存苗率却较对照均显著降低。说明,航天搭载有可能降低小麦种子对外界环境条件的抵御能力。

2.1.2 白化苗、叶绿素突变率 4个小麦品种的对照在苗期均没有白化苗出现,而经空间搭载处理的烟2070和烟农19,SP<sub>1</sub>代均出现2株白化苗,占处理总株数的0.7%,烟农24和烟农21的SP<sub>1</sub>代均出现3株白化苗,占处理总株数的1.1%(表1)。这是由于诱变使得叶绿素产生系统紊乱,植物叶片不能正常进行光合作用,从而表现白化的结果。但是,这种类型的变异率是比较低的,推测不会对SP<sub>1</sub>代群体的生长造成很大的影响。

2.1.3 分蘖力、抗冻性 由于所挑选的、经空间搭载的都是分蘖力和抗逆性较强的小麦品种,所以经空间搭载处理后,SP<sub>1</sub>代分蘖力和抗冻性没有表现明显的变化。

表1 小麦苗期主要性状

品种		发芽率/%	出苗率/%	存苗率/%	白化苗株数	叶绿素突变率/%	分蘖力	抗冻性
烟2070	CK	95.8b	92.7d	90.3b	0	0	强	强
	SP <sub>1</sub>	96.5a	91.8e	87.0d	2	0.7	强	强
烟农24	CK	94.7c	92.0e	90.7c	0	0	强	强
	SP <sub>1</sub>	95.2b	90.5f	85.5e	3	1.1	强	强
烟农19	CK	95.3b	94.0b	91.7a	0	0	强	强
	SP <sub>1</sub>	97.4a	93.2c	90.3c	2	0.7	强	强
烟农21	CK	95.9b	94.3a	93.0b	0	0	强	强
	SP <sub>1</sub>	96.5a	92.4b	88.5d	3	1.1	强	强

### 2.2 SP<sub>1</sub>代的变异表现

试验尽可能完整地保全了各种变异类型,选择并标记了在整个生育期中与对照表现差异的单株,4个品种分别获得变异单株6株、8株、9株和8株,分别占

处理总株数的2%、2.7%、3%和2.7%(表2)。表明,空间搭载条件诱发了小麦多种生物学性状变异,其中一些变异在处理当代即表现出来。

表 2 SP<sub>1</sub> 代的变异株率

品种	变异单株数	变异株率/%
烟 2070	6	2
烟农 24	8	2.7
烟农 19	9	3
烟农 21	8	2.7

表 3 小麦成熟期 SP<sub>1</sub> 代变异株主要性状

品种	生育期/d	结实率/%	株高/cm	穗粒数	千粒重/g	株型	穗型	粒色	抗虫性	抗病性	
烟 2070	CK	255a	94.8c	83b	33d	34d	紧凑	长方形	白	中	强
	SP <sub>1</sub>	236c	96.4a	84b	35c	36c	松散	棍棒形	白	中	强
烟农 24	CK	241b	93.6d	86a	35c	35c	中间	圆锥形	黄	强	强
	SP <sub>1</sub>	223d	95.0c	87a	40a	42a	松散	棍棒形	黄	强	强
烟农 19	CK	244b	95.5b	86a	38b	41b	紧凑	长方形	白	强	强
	SP <sub>1</sub>	230d	95.8b	81c	33d	37c	中间	棍棒形	白	强	强
烟农 21	CK	246b	96.1a	78d	36c	43a	紧凑	长方形	白	强	强
	SP <sub>1</sub>	228d	96.3a	76d	33d	40b	松散	棍棒形	白	强	强

### 2.3 小麦成熟期 SP<sub>1</sub> 代变异株主要性状表现

2.3.1 生育期 从表 3 可以看出, 经空间搭载处理的 SP<sub>1</sub> 代变异株生育期相对对照显著缩短, 4 个小麦品种表现一致, 分别比对照缩短了 19d、18d、14d、18d。说明, 空间搭载处理小麦 SP<sub>1</sub> 代的变异株均比对照提早成熟, 这为以后能够选育出早熟的小麦品种提供了有利的保障。

2.3.2 结实率 从表 3 可以看出, 经空间搭载处理的 SP<sub>1</sub> 代变异株中, 烟 2070 和烟农 24 结实率显著高于对照, 烟农 19 和烟农 21 结实率比对照也有所提高, 但没有达到显著水平。说明, 空间搭载处理有使结实率提高的趋势。

2.3.3 株高 可以看出, 除了烟农 19 的 SP<sub>1</sub> 代变异株株高显著降低外, 其他 3 个品种的 SP<sub>1</sub> 代变异株相对对照均没有显著变化(表 3)。

2.3.4 穗粒数、千粒重 经太空搭载处理后, 烟 2070 和烟农 24 的 SP<sub>1</sub> 代变异株穗粒数和千粒重均比对照显著增加, 而烟农 19 和烟农 21 的 SP<sub>1</sub> 代变异株穗粒数和千粒重比对照均显著降低(表 3)。说明, 空间搭载处理对不同小麦品种 SP<sub>1</sub> 代产量构成因素的影响不同, 即有有利的变异, 也有不利的变异, 这种变异可能是随机的, 也可能与品种本身遗传特性有关。

2.3.5 株型、穗型 从表 3 可以看出, 除了烟农 24 株型表现为中间型外, 其他 3 个品种株型均表现为紧凑型, 经太空搭载处理的 SP<sub>1</sub> 代变异株中, 株型均向松散趋势发展。除了烟农 24 穗型表现为圆锥形外, 其他 3 个品种穗型均表现为长方形, 经太空搭载处理的 SP<sub>1</sub> 代

变异株中, 穗型均表现为棍棒形(表 3)。说明, 空间搭载处理对不同小麦品种株型和穗型的影响相似, 品种间没有显著差异。

2.3.6 粒色、抗虫性、抗病性 从表 3 可以看出, 经太空搭载处理的 SP<sub>1</sub> 代变异株粒色、抗虫性和抗病性相对对照都没有变化。

### 3 讨论

通过对航天搭载的烟 2070、烟农 24、烟农 19、烟农 21 小麦品种 SP<sub>1</sub> 代的性状研究发现, 航天搭载不是每粒种子都会发生基因诱变, 变异株率仅仅为 2%~3%(表 2)。王希季等报道, 航天搭载诱变率一般为百分之几甚至千分之几, 而有益的基因变异仅是 3‰左右<sup>[4]</sup>。王江春等报道, 即便是同一种作物, 不同的品种, 搭载同一颗卫星或不同卫星, 其结果也可能有所不同<sup>[9]</sup>。这与本文的研究是一致的。

经过航天搭载的 4 个小麦品种发芽率均显著提高, 出苗率和存苗率均显著降低, 生育期显著缩短, 结实率有所提高, 然而穗粒数和千粒重的变异品种间表现不同。认为航天搭载能够诱发很多有利的变异, 同时也会产生一些不利的变异, 变异的方向可能是随机的, 也可能与品种遗传特性有关, 其原因还有待于进一步研究。

从目前的研究进展和育种工作者近年进行小麦航天搭载工作的实践来看, 小麦航天诱变育种研究上还存在一些问题。一是在选育新品种(系)方面工作做的多, 而对航天诱变的基础理论研究较少, 特别是关于抗病虫性及品质方面的理论研究少的可怜; 二是由于航

天搭载是以太空环境为诱变源,在诱变效果、后代性状的遗传变异等方面都有它自身的规律和特点,因而在诱变后代材料的处理和选择上也必须采取与之相适应的方法才能得到应有的效果;三是至今还很少通过航天搭载育成综合性状具有突破性的小麦生产品种,这可能与诱变的技术及诱变材料后代的选择处理方法有关。由于小麦品种的性状经过诱变发生变异后,还存在如何通过有效的选择使这些变异遗传下去,并且能够得到加强。这一方面取决于变异性状的遗传力,另一方面也取决于恰当的选择方法。因此,今后在太空诱变产生变异的基础理论研究方面,有必要从生理生化、细胞学、分子生物学等方面进行深入研究。此外,还要进一步加强对诱变后代材料处理及选择方法的研究,使田间选择和后代材料的处理更具有针对性,以提高选择效率<sup>[10]</sup>。

#### 4 结论

航天搭载诱发了小麦多种生物学性状变异,其中一些变异在处理当代即表现出来;航天搭载诱发的变异有有利的,也有不利的;这种变异可能是随机的,也可能与品种遗传特性有关。

#### 参考文献

- [1] 李雁民,赵连芝,王勇.利用重离子轴射诱变育成小麦新品种陇辐2号[J].麦类作物学报,2004,24(2):137-138.
- [2] 温贤芳.我国农业空间育种的研究进展[J].高技术与产业化,2003,6(2):31-37.
- [3] 李金国,王培生,张健.中国农作物航空航天诱变育种的进展及其前景[J].航天医学与医学工程,1999,12(6):464-468.
- [4] 王希季,林华宝,苏连风.中国返回式卫星的搭载任务-空间生命科学试验[J].中国空间科学技术,1995,(4):29-36.
- [5] 李忠娴.航天育种研究动态与展望[J].江西农业科技,2000,4(3):43-44.
- [6] 蒋兴村.8632空间诱变育种进展及前景[J].空间科学学报,1996,16(3):77-83.
- [7] 颜启传.种子学[M].北京:中国农业出版社,2000:533-539.
- [8] 陈学森.植物育种学实验[M].北京:高等教育出版社,2004:112-178.
- [9] 王江春,刘学卿,王玉心.高空诱导时对小麥诱变作用的研究[J].莱阳农学院学报,2000,17(4):265-268.
- [10] 张秀阁,李中恒,李中良.诱变选育小麦类型研究与方向[J].小麦研究,2002,23(4):18-19.

致谢: 特别感谢山东省烟台农科院小麦研究所姜鸿明研究员和王江春研究员为本研究提供试验材料和试验地点。