

航天搭载紫羊茅 SP2 代农艺性状诱变效应研究

王建丽¹, 申忠宝¹, 潘多锋¹, 张瑞博¹, 李道明¹, 钟 鹏²

(1. 黑龙江省农业科学院 草业研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省农业科学院 大豆研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘 要:以紫羊茅品种“普通”和“本杰明”为试材, 采用航天搭载技术方法, 研究航天诱变技术对 2 份紫羊茅品种 SP2 代的一些农艺性状的影响。结果表明: 2 份紫羊茅的株高、草层高度、叶片长度、叶片宽度、穗长、主穗小穗数及种子数/小穗等农艺性状与对照比较均出现了双向突变, 且变异系数均大于各自地面对照。2 个紫羊茅 SP2 代株高、草层高度、叶长和穗长等性状均有正向增加的趋势, 叶片宽度突变偏向于叶片变窄趋势; 紫羊茅“普通”SP2 代主穗小穗数突变偏向于小穗数增多, 每小穗种子数突变偏向于种子数减少, 而紫羊茅“本杰明”SP2 代主穗小穗数突变偏向于小穗数减少, 每小穗种子数突变偏向于种子数增多。从后代变异规律可以看出, 航天搭载可作为紫羊茅育种的一种有效手段。

关键词:紫羊茅; 航天搭载; 农艺性状; SP2 代

中图分类号:S 543+.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)01-0063-05

航天诱变育种是利用返回式卫星搭载作物种子, 经过太空的特殊环境诱发变异, 返回地面种植选育新品种的一种作物育种技术^[1]。我国从 1987 年第 1 次搭载农作物种子, 至今已搭载了 70 多种植物的 2 000 多个品种, 涉及粮、棉、油、蔬菜、花卉及药材等^[2-6], 已成功选育出水稻、小麦、棉花、油菜、黄瓜等植物品种 500 多个, 一些品种已经在生产上大面积推广应用, 产生了巨大的社会效益^[7-13]。我国在紫羊茅空间诱变研究方面报道较少, 王建丽等^[2]对卫星搭载紫羊茅 SP1 代研究表明, 空间条件对紫羊茅种子产生了较强的诱变作用, 对紫羊茅种子发芽率、发芽势、植株高度、小穗数/分枝和有效穗数有一定的促进作用, 使 SP1 代生育期缩短, 因

此利用卫星搭载处理紫羊茅可以创造出一些符合育种或生产需要的新材料和新种质。该研究对紫羊茅卫星搭载后代分离规律进行探讨, 以期对航天育种的理论和技术提供基础数据和参考依据, 为紫羊茅新品系选育奠定基础^[2]。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为紫羊茅品种“普通”和“本杰明”, 将精选后的种子分为 2 份, 一份用于卫星搭载, 另一份在地面常温下保存。2006 年 9 月 9 日 15:00 搭载我国首颗航天育种卫星“实践八号”卫星进行空间诱变处理, 卫星送入近地点 187 km、远地点 463 km 的近地轨道, 在轨运行 15 d 后, 返回舱于 9 月 24 日 10:43 在四川遂宁成功返回。2007 年 5 月田间种植 SP1 代, 当年不能完成整个生育期, 导致 2 年才能收到种子进行下一代筛选, 2009 年进入 SP2 代。

1.2 试验方法

试验在哈尔滨市道外区民主乡黑龙江省农业科学

第一作者简介:王建丽(1977-), 女, 内蒙古赤峰人, 博士研究生, 助理研究员, 现主要从事牧草育种及草坪草育种等研究工作。E-mail: wangjianlivip@126.com

基金项目:黑龙江省农业科技创新工程院级科研资助项目(2012ZD002)。

收稿日期:2014-10-11

2 000~3 000 倍液进行喷雾防治。病害主要有霜霉病、黑腐病、黑心病等, 用 72% 农用链霉素 3 000~4 000 倍液进行喷雾防治。大葱生长期采用 1.8% 阿维菌素 2 000~3 000 倍液进行喷雾防治各种虫害; 生长后期, 采用 75% 百菌清可湿性粉剂 500~600 倍液、64% 杀毒矾可湿性粉剂 500~800 倍液交替喷施, 防治霜霉病、紫斑病的发生。锈病发病初期喷 15% 三

唑酮可湿性粉剂 2 000~2 500 倍液。喷施农药每隔 7 d 左右喷施 1 次, 连喷 2~3 次。

9 收获

萝卜肉质根膨大后及时采收, 当葱白在 20 cm 以上外带 4~5 片外叶时即可采收上市, 也可根据大葱市场情况进行采收。

院草业所试验地进行。于 2009 年 5 月 1 日将来自于 SP1 的不同株系种植在田间,穴播,3 次重复,每小区 5 行,行长 5 m,株距 10 cm,每个株系均种植相应的地面对照品种,统一田间管理。在成熟期间调查株高、草层高度、叶长、叶宽和穗长,收获后室内调查小穗数/株和种子数/小穗。

2 结果与分析

2.1 卫星搭载紫羊茅 SP2 代株高的变化

由表 1 可知,卫星搭载后紫羊茅品种“普通”的 SP2 代平均株高 74.44 cm,变异系数为 8.63%,而对照平均株高 67.18 cm,变异系数为 6.92%;紫羊茅品种“本杰明”SP2 代株高平均为 76.81 cm,变异系数为 9.59%,对照株高平均为 75.30 cm,变异系数为 7.15%。2 份紫羊茅材料的 SP2 代株高均发生了明显变化,与对照差异均达显著水平。由图 1、2 可知,紫羊茅“普通”高秆突变频率相对较高,紫羊茅“本杰明”的 SP2 代株高出现了双向突变。

表 1 紫羊茅 SP2 代株高的变异

Table 1 The variation of plant height of *Festuca rubra* SP2

品种名称 Breed	世代 Generation	株高 Plant height/cm		
		平均值±标准差 Mean±SD	变幅 Change-angle	变异系数 Coefficient of variation/%
“普通”	CK	67.18±4.65	62.4~75.0	6.92
‘Red festuca’	SP2	74.44±6.42	62.0~92.1	8.63
“本杰明”	CK	75.30±5.38	65.5~81.5	7.15
‘Benjamin’	SP2	76.81±7.37	59.0~96.2	9.59

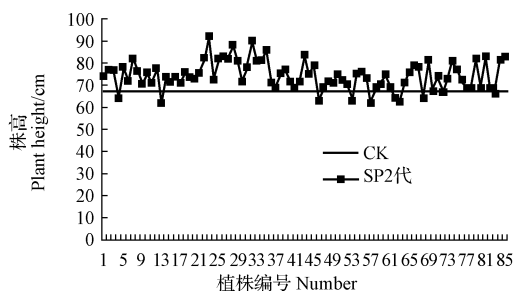


图 1 紫羊茅品种“普通”诱变 SP2 代株高变化

Fig. 1 The plant height change of ‘Red fescue’ SP2

2.2 卫星搭载紫羊茅 SP2 代草层高度的变化

由表 2 可知,卫星搭载后 2 份紫羊茅材料的 SP2 代草层高度均发生了一定变化,与对照差异均达显著水平。紫羊茅品种“普通”的 SP2 代草层高度平均为 39.45 cm,变异系数为 13.89%,而对照草层高度平均为 36.11 cm,变异系数为 8.41%;紫羊茅品种“本杰明”SP2 代草层高度平均为 37.66 cm,变异系数为 15.21%,对照草层高度平均为 36.22 cm,变异系数为 12.44%。由图 3、4 可知,2 种紫羊茅 SP2 代草层高度产生变高或变矮的双向突变,且变高频率高于变矮频率。

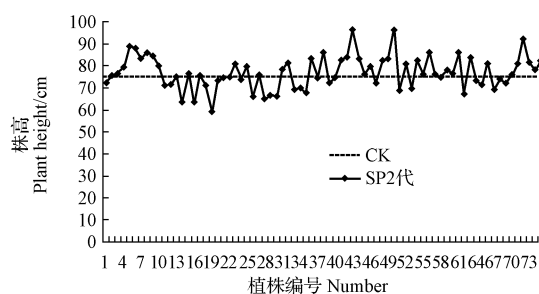


图 2 紫羊茅品种“本杰明”诱变 SP2 代株高变化

Fig. 2 The plant height change of ‘Benjamin’ SP2

表 2 紫羊茅 SP2 代草层高度的变异

Table 2 The variation of canopy height of *Festuca rubra* SP2

品种名称 Breed	世代 Generation	草层高度 Grass layer height/cm		
		平均值±标准差 Mean±SD	变幅 Change-angle	变异系数 Coefficient of variation/%
“普通”	CK	36.11±3.04	32.1~40.0	8.41
‘Red festuca’	SP2	39.45±5.48	23.0~55.1	13.89
“本杰明”	CK	36.22±4.51	34.1~43.2	12.44
‘Benjamin’	SP2	37.66±5.72	23.4~54.3	15.21

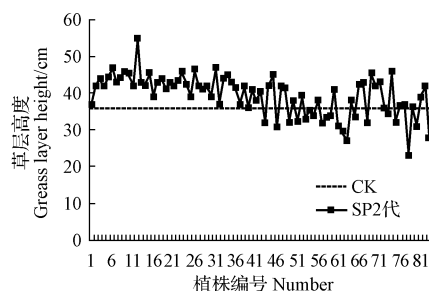


图 3 紫羊茅品种“普通”诱变 SP2 代草层高度变化

Fig. 3 The canopy height change of mutagenic ‘Red fescue’ SP2

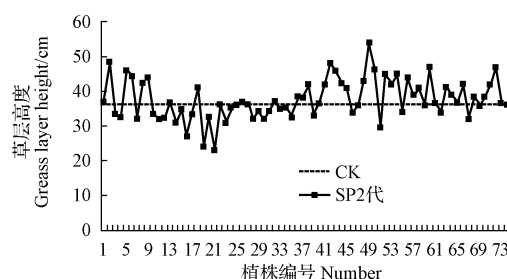


图 4 紫羊茅品种“本杰明”诱变 SP2 代草层高度变化

Fig. 4 The canopy height change of the mutagenic ‘Benjamin’ SP2

2.3 卫星搭载紫羊茅 SP2 代叶片长度的变化

由表 3 可知,紫羊茅品种“普通”的 SP2 代叶片长度平均值没有显著变化,但卫星搭载后叶片长度变化幅度较大,与对照相比变异系数达极显著水平;紫羊茅品种“本杰明”SP2 代叶片长度平均为 8.68 cm,变异系数为 22.68%,对照叶片长度平均为 8.16 cm,变异系数为 17.75%,与对照差异达显著水平。从图 5、6 紫羊茅 SP2

表3 紫羊茅 SP2 代叶片长度的变异

Table 3 The variation of leaf length of *Festuca rubra* SP2

品种名称 Breed	世代 Generation	叶片长度 Length of leaf/cm		
		平均值±标准差 Mean±SD	变幅 Change-angle	变异系数 Coefficient of variation/%
“普通”	CK	8.91±1.22	8.1~11.2	13.69
‘Red festuca’	SP2	9.02±2.99	4.2~23.5	33.15
“本杰明”	CK	8.16±1.45	5.8~9.9	17.75
‘Benjamin’	SP2	8.68±1.97	4.5~13.5	22.68

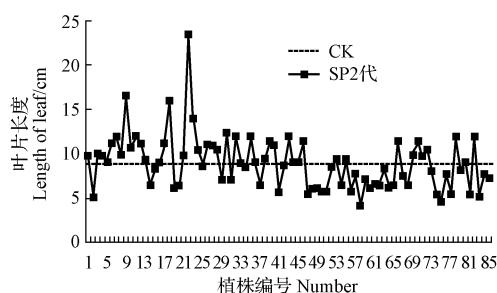


图5 紫羊茅品种“普通”诱变 SP2 代叶片长度变化

Fig. 5 The leaf length change of the mutagenic ‘Red festuca’ SP2

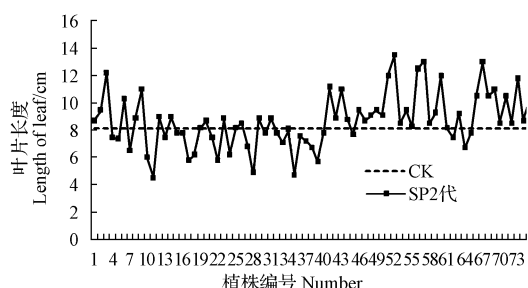


图6 紫羊茅品种“本杰明”诱变 SP2 代叶片长度变化

Fig. 6 The leaf length change of the mutagenic ‘Benjamin’ SP2 群体叶片长度可知,2 种紫羊茅叶片长度出现了双向突变,且紫羊茅品种“普通”第 22 号植株叶片长度达到 23.5 cm,紫羊茅品种“本杰明”第 11 号植株叶片长度仅为 4.5 cm。

2.4 卫星搭载紫羊茅 SP2 代叶片宽度的变化

由表 4 可知,卫星搭载后 2 份紫羊茅的 SP2 代叶片宽度平均值均变窄。紫羊茅品种“普通”的 SP2 代叶片宽度平均为 0.26 cm,变异系数为 24.79%,而对照叶片宽度平均为 0.29 cm,变异系数为 6.77%;紫羊茅品种“本杰明”SP2 代叶片宽度平均为 0.25 cm,变异系数为 22.68%,对照叶片宽度平均为 0.28 cm,变异系数为 16.99%。由图 7、8 可知,2 种紫羊茅叶片宽度产生了变宽或变窄的双向突变,且变窄的频率大于变宽的频率。

2.5 卫星搭载紫羊茅 SP2 代穗长的变化

由表 5 可知,卫星搭载后 2 份紫羊茅的 SP2 代穗长平均值均变长。紫羊茅品种“普通”的 SP2 代穗长平均为 10.16 cm,变异系数为 17.11%,而对照穗长平均为

表4 紫羊茅 SP2 代叶片宽度的变异

Table 4 The variation of leaf width of *Festuca rubra* SP2

品种名称 Breed	世代 Generation	叶片宽度 Width of leaf/cm		
		平均值±标准差 Mean±SD	变幅 Change-angle	变异系数 Coefficient of variation/%
“普通”	CK	0.29±0.02	0.15~0.41	6.77
‘Red festuca’	SP2	0.26±0.06	0.12~0.35	24.79
“本杰明”	CK	0.28±0.05	0.21~0.35	16.99
‘Benjamin’	SP2	0.25±0.06	0.15~0.35	22.68

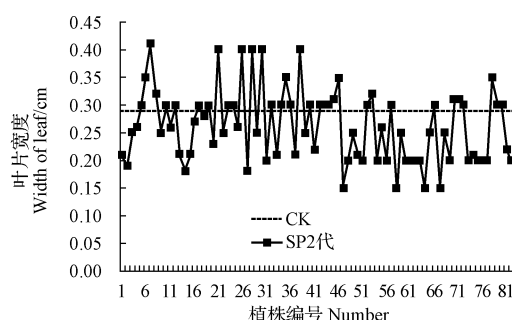


图7 紫羊茅品种“普通”诱变 SP2 代叶片宽度变化

Fig. 7 The leaf width change of the mutagenic ‘Red festuca’ SP2

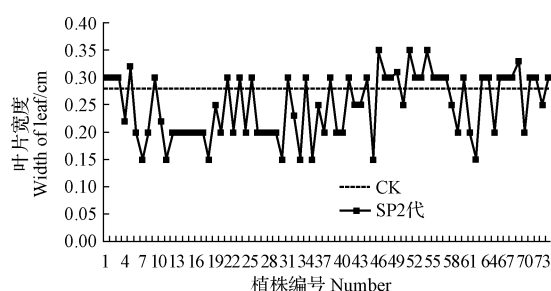


图8 紫羊茅品种“本杰明”诱变 SP2 代叶片宽度变化

Fig. 8 The leaf width change of the mutagenic ‘Benjamin’ SP2

表5 紫羊茅 SP2 代穗长的变异

Table 5 The variation of ear length of *Festuca rubra* SP2

品种名称 Breed	世代 Generation	穗长 Ear length/cm		
		平均值±标准差 Mean±SD	变幅 Change-angle	变异系数 Coefficient of variation/%
“普通”	CK	9.62±1.01	8.1~10.8	10.44
‘Red festuca’	SP2	10.16±1.74	5.6~15.1	17.11
“本杰明”	CK	8.18±0.81	7.3~9.6	9.89
‘Benjamin’	SP2	8.79±1.88	4.2~12.5	21.34

9.62 cm,变异系数为 10.44%;紫羊茅品种“本杰明”SP2 代穗长平均为 8.79 cm,变异系数为 21.34%,对照穗长平均为 8.18 cm,变异系数为 9.89%。由图 9、10 可知,2 种紫羊茅穗长突变方向和突变频率与草层高度和叶片长度相似,均出现了双向突变,且变长的频率大于变短的频率。

2.6 卫星搭载紫羊茅 SP2 代小穗数/株的变化

由表 6 可知,2 份紫羊茅的 SP2 代主穗小穗数均发生了明显变化,与对照差异均达显著水平。紫羊茅品种

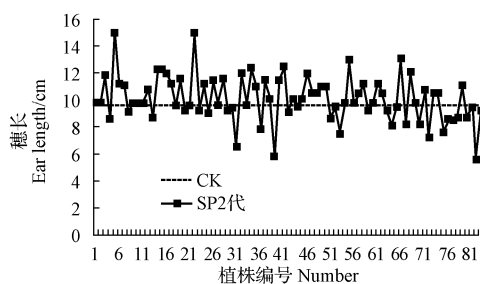


图9 紫羊茅品种“普通”诱变 SP2 代穗长的变化

Fig. 9 The ear length change of the mutagenic 'Red festuca' SP2

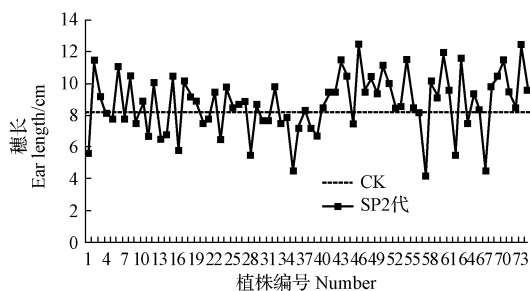


图10 紫羊茅品种“本杰明”诱变 SP2 代穗长的变化

Fig. 10 The ear length change of the mutagenic 'Benjamin' SP2 “普通”的 SP2 代主穗小穗数平均值变多,其值为 25.20 个,变异系数为 31.53%;紫羊茅品种“本杰明”SP2 代主穗小穗数平均值变少,其值为 20.19 个,变异系数为 27.21%。由图 11、12 可知,紫羊茅品种“普通”航天搭载大豆 SP2 农艺性状诱变效应初报 SP2 代突变偏向于小穗数增多,且第 16 号植株主穗小穗数达到 62 个;紫羊茅品种“本杰明”SP2 代突变偏向于小穗数减少,且第 62 号植株主穗小穗数仅为 9 个。

表6 紫羊茅 SP2 代小穗数/株的变异

Table 6 The variation of spikelet number of *Festuca rubra* SP2

品种名称 Breed	世代 Generation	小穗数/株 Numbers of spikelet per plant/个		
		平均值±标准差 Mean±SD	变幅 Change-angle	变异系数 Coefficient of variation/%
“普通”	CK	18.21±2.04	15.0~21.0	11.21
'Red festuca'	SP2	25.20±7.95	10.0~62.0	31.53
“本杰明”	CK	23.01±4.51	15.0~29.0	19.64
'Benjamin'	SP2	20.19±5.49	9.0~36.0	27.21

2.7 卫星搭载紫羊茅 SP2 代种子数/小穗的变化

由表 7 可知,2 份紫羊茅的 SP2 代种子数/小穗均发生了明显变化,与对照差异均达显著水平。紫羊茅品种“普通”的 SP2 代种子数/小穗平均值变少,其值为 3.44 个,变异系数为 24.58%;紫羊茅品种“本杰明”SP2 代种子数/小穗平均值变多,其值为 3.65 个,变异系数为 24.33%。由图 13、14 可知,紫羊茅品种“普通”SP2 代突变偏向于每小穗种子数减少,但也出现了每小穗种子数增多的突变体;紫羊茅品种“本杰明”SP2 代出现了双向突变,每小穗种子数增多的突变频率相对较高。

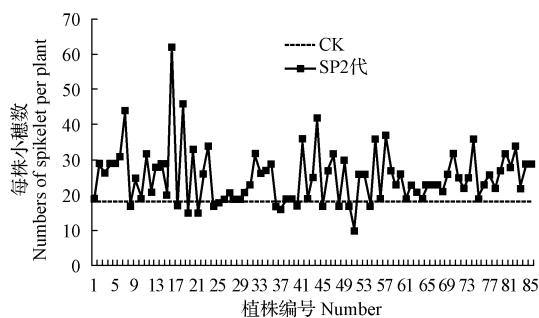


图11 紫羊茅品种“普通”诱变 SP2 代小穗数变化

Fig. 11 The numbers of spikelet per plant change of the mutagenic 'Red festuca' SP2

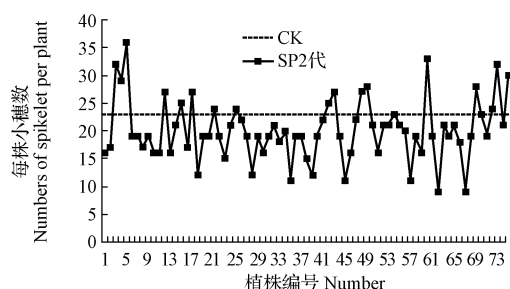


图12 紫羊茅品种“本杰明”诱变 SP2 代小穗数变化

Fig. 12 The numbers of spikelet per plant change of the mutagenic 'Benjamin' SP2

表7 紫羊茅 SP2 代种子数/小穗的变异

Table 7 The variation of seed number of *Festuca rubra* SP2

品种名称 Breed	世代 Generation	种子数/小穗 Numbers of seed per spikelet/个		
		平均值±标准差 Mean±SD	变幅 Change-angle	变异系数 Coefficient of variation/%
“普通”	CK	4.10±0.89	3.0~5.0	22.36
'Red festuca'	SP2	3.44±0.85	2.0~6.0	24.58
“本杰明”	CK	3.41±0.49	3.0~4.0	14.41
'Benjamin'	SP2	3.65±0.88	2.0~6.0	24.33

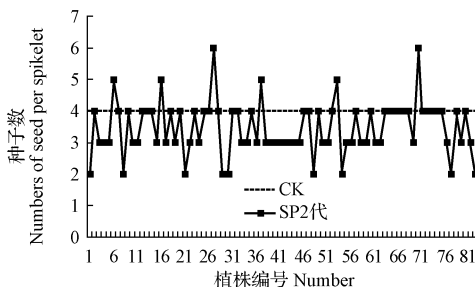


图13 紫羊茅品种“普通”诱变 SP2 代种子数变化

Fig. 13 The numbers of seed per spikelet change of the mutagenic 'Red festuca' SP2

3 结论与讨论

空间诱变所产生的变异开始出现在 SP2 代群体中,这一现象也在其他学者的研究中得到证实^[14-16]。该研

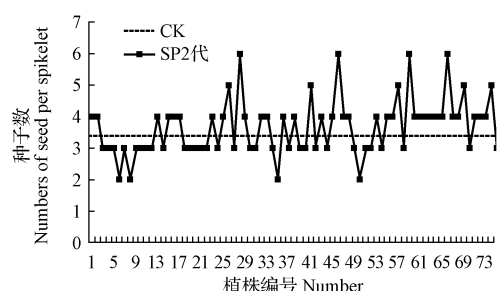


图 14 紫羊茅品种“本杰明”诱变 SP2 代种子数变化

Fig. 14 The numbers of seed per spikelet change of the mutagenic 'Benjamin' SP2

究结果表明,2份紫羊茅的株高、草层高度、叶片长度、叶片宽度、穗长、主穗小穗数及种子数/小穗等农艺性状与对照比较均出现了双向突变,且变异系数均大于各自地面对照。

从搭载的结果看,2个紫羊茅品种航天搭载变异效果存在一定差异。2个紫羊茅 SP2 代株高、草层高度、叶长和穗长等性状均有正向增加的趋势,叶片宽度突变偏向于叶片变窄趋势;紫羊茅品种“普通”SP2 代主穗小穗数突变偏向于小穗数增多,每小穗种子数突变偏向于种子数减少,而紫羊茅品种“本杰明”SP2 代主穗小穗数突变偏向于小穗数减少,每小穗种子数突变偏向于种子数增多。

另外,卫星搭载除对株高、草层高度、叶长、穗长等性状产生影响外,还会对紫羊茅生育期、产量、品质及抗性产生影响,这些影响结果还有待于进一步研究。

(该文作者还有邸桂俐、高超、刘慧来,单位同第一作者。)

The Mutagenic Effect of Space Flight on SP2 Agronomic Traits of *Festuca rubra*

WANG Jian-li¹, SHEN Zhong-bao¹, PAN Duo-feng¹, ZHANG Rui-bo¹, LI Dao-ming¹, ZHONG Peng², DI Gui-li¹, GAO Chao¹, LIU Hui-lai¹
(1. Grass and Science Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heilongjiang, Harbin 150086; 2. Soybean Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heilongjiang, Harbin 150086)

Abstract: Taking *Festuca rubra* varieties of 'Red festuca' and 'Benjamin' from space flight as materials, the mutagenic effect of space flight on the two varieties of *Festuca rubra* in SP2 were studied. The results showed that the variability coefficient of plant height, grass layer height, length of leaf, width of leaf, ear length, number of spikelets and seeds number per spikelet in the two materials were higher than those of the earth control, and these traits had produced two-way mutations. Some traits of plant height, grass layer height, length of leaf and ear length in the two materials had a positive tendency, the width of leaf tended to narrowing trend; the number of spikelets of 'Red festuca' tended to increasing trend and seeds number per spikelet tended to decreasing trend, the number of spikelets of 'Benjamin' tended to decreasing trend and seeds number per spikelet tended to increasing trend. The variability changes of SP2 offspring showed that space treatment provide new germplasm for *Festuca rubra* breeding effectively.

Keywords: *Festuca rubra*; space flight; agronomic traits; SP2

参考文献

- [1] 严文潮,孙国昌,俞法明,等.早籼稻空间诱变新品种“浙101”的选育[J].核农学报,2006,20(5):398-400.
- [2] 王建丽,申忠宝,潘多锋,等.卫星搭载对紫羊茅诱变效应的研究[J].草原与草坪,2012,32(5):30-35.
- [3] 沈桂芳,孙永成,钦天均.中国航天诱变育种搭载试验综述[C]//航天育种高层论坛论文选编.北京:中国宇航出版社,2005:1-6.
- [4] 温贤芳,张龙,戴维序,等.天地结合开展我国空间诱变育种研究[J].核农学报,2004,18(4):241-246.
- [5] 刘纪原.中国航天诱变育种工作的研究进展,空间技术与日常生活[C].北京:中国宇航出版社,2003:26-31.
- [6] 王健,张蕴薇.卫星搭载白三叶种子发芽及其植株生长和生理特性初探[J].草原与草坪,2011,31(2):65-68.
- [7] 范海阔,李晓兵,汤浩茹,等.“神舟四号”航天搭载水稻变异性状的田间调查[J].分子植物育种,2005(3):357-362.
- [8] 李金国,刘敏,王培生,等.空间条件对番茄诱变作用及遗传的影响[J].航天医学与医学工程,2000,11(1):21-25.
- [9] 丘芳,李金国,翁曼丽,等.空间诱变绿豆长荚型突变系的分子生物学分析[J].中国农业科学,1998,31(6):38-43.
- [10] 曹墨菊,黄文超,潘光堂,等.首例航天诱变玉米细胞核雄性不育株与可育株的株高生长分析[J].核农学报,2004,18(4):261-264.
- [11] 刘敏,薛淮,鹿金颖,等.空间环境对植物试管苗生长发育及遗传变异的影响[J].科技导报,2004(6):23-25.
- [12] 谢华安,陈炳焕,郑家团,等.超级杂交稻恢复系“航1号”的选育与应用[J].中国农业科学,2004,37(11):1688-1692.
- [13] 庞伯良,彭选明,朱校奇,等.航天诱变与辐射诱变相结合选育水稻新品种[J].核农学报,2004,18(4):284-285.
- [14] 王广金,闫文义,孙光祖,等.春小麦航天育种效果的研究[J].核农学报,2004,18(4):257-260.
- [15] 张雅,王世恒,王宏.卫星搭载对茄子后代主要性状的遗传变异及选育技术研究[J].浙江农业学报,2012,24(4):574-577.
- [16] 郑伟,郭泰,王志新,等.航天搭载大豆 SP2 农艺性状诱变效应初报[J].核农学报,2008,22(5):563-565.