

北方寒地甜瓜航天育种研究初报

张桂芝,李德泽,田丽美,杨 升,王 岭,李 响

(黑龙江八一农垦大学,黑龙江 大庆 163319)

摘要:为了拓宽甜瓜种质资源,将7份经过神舟8号搭载的北方寒地甜瓜亲本材料进行地面试种,筛选优良的变异株系。结果表明:经地面试种后选择具有重演性、可遗传的变异株系10个,又经多代选择出性状稳定、品质及抗病鉴定优良的变异株系4个。其中SP01-008-01A-01A果形变阔梨形,种子变褐色,含糖量增加2.00百分点,单瓜重比对照增加70 g。SP01-113-06B-06B果皮变墨绿,含糖量增加1.00百分点,种子变褐色。SP03-128-08A-08A果实乳白色且变无环裂,奶香味浓。SP03-061-03C-03C瓜阔梨形,果实乳白色且变无环裂,奶香味变浓,单瓜重增加20 g。试验证明北方寒地甜瓜太空诱变呈多方向变异,数量性状遗传变异明显,瓜皮颜色变深、瓜肉瓜瓤及种子颜色有改变,含糖量普遍增加、单瓜重增大、抗病性普遍增强。

关键词:寒地甜瓜;太空诱变;航天育种

中图分类号:S652

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2014)12-0091-05

目前国内农作物育种较为传统和常规的手段有杂交育种及物理辐射诱变育种等,最新的技术有太空育种和转基因育种^[1]。太空育种即航天育种,是利用返回式航天器将农作物种子带进太空,在强辐射、高真空、微重力、大温差、宇宙粒子、交变磁场和空间飞行动力学等太空条件下,使种子内部产生遗传性变异,结合地面选育新种质、新材料培育新品种的作物育种技术^[2]。黑龙江省是全国薄皮甜瓜重要生产地,保护地甜瓜面积逐年增加,生产面积1 333.3 hm²,经济效益可观,但是适宜保护地栽培的专用新品种较为缺乏^[3],耐低温弱光的种质资源更为匮乏。该项目是利用神八搭载薄皮甜瓜种质资源获得有利变异,在大庆市及海口市两地多次地面筛选和配组,创新甜瓜种质资源,为北方寒地甜瓜新品种选育提供种质准备和甜瓜太空诱变机理研究奠定实践基础。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验于2012~2013年在黑龙江八一农垦大学校内试验基地日光温室(用地667 m²)完成,以后世代选择及常规育种在大同的北方航天育种基地(露地9 471.4 m²,温室3 668.5 m²,大棚7 136.9 m²)及海南岛良种繁育基地(用地6 003 m²)完成(早春在棚室内,夏季在露地,秋冬在海南岛)。

1.2 材料

供试材料为7份薄皮甜瓜干种子,搭载前编

号T01,T02,……,T07,在地面试验中做对照CK1,CK2,……,CK7,搭载后SP1编号为SP01,SP02,……,SP07。

1.3 方法

搭载材料每份搭载400粒,为了确保搭载试材在不同条件下表现充分,SP1地面品种比较试验分两批种植,第一批安排在黑龙江八一农垦大学校内实验基地日光温室中,于2012年2月3日播种;第二批安排在北方航天育种基地,于5月2日播种,大棚定植。秋冬季到海南岛加代,2012~2013年在大庆和海南两地5代筛选试验,选育具有重演性、可遗传的突变体株系,并在第5代选择20株进行品质分析和抗病性鉴定。

1.3.1 突变体筛选 每批每份播种200粒,搭载前原始种质为对照(每份播种50粒)。株距40 cm,行距65 cm,吊蔓栽培,搭载材料小区面积52 m²,种植200株,对照品种面积13 m²,种植50株。

第一批2月3日温室育苗,3月8日定植,全部材料蕾期套袋单株自交留种,CK分品种混合采种。全部种子采收后,太阳光下紫外线杀菌处理晾干。第二批5月2日播种育苗,6月8日定植塑料大棚,8月10日采收,变异株单瓜采收。

2012年6月1日北方航天育种基地塑料大棚播种第一批收获种子,没明显变异材料每份单株后代随机选取播种10粒,发生变异株系全部播种,全部自交,每个品系内间隔播对照2~3个重复。优良变异株单瓜留种,非变异株系混合留种,劣变株系直接淘汰。

搭载试材两批播种共发现14个变异株,在SP01中发现4个变异:I-SP01-008、I-SP01-045、I-SP01-113、II-SP01-087;SP03中发现5个变异:I-SP03-061、I-SP03-128、II-SP03-053、

收稿日期:2014-05-27

基金项目:大庆市科技计划资助项目(sjh-2012-51)

第一作者简介:张桂芝(1970-),女,学士,高级农艺师,从事西甜瓜、马铃薯栽培育种研究。E-mail:damao98@163.com。

Ⅱ-SP03-169 和 Ⅱ-SP03-194; SP06 中 1 个变异: Ⅱ-SP06-105; SP07 中 4 个变异: Ⅰ-SP07-009、Ⅰ-SP07-145、Ⅰ-SP07-134、Ⅱ-SP07-176。其中有 10 个有利变异(含 4 个优良突变体)和 4 个劣变株。

同年 9 月 5 日在海南岛繁育基地, 两批甜瓜地面试验获得的 4 个优良变异株 Ⅰ-SP01-008、Ⅰ-SP01-113、Ⅰ-SP03-061、Ⅰ-SP03-128 按育种目标每个株系各选择 10 个单瓜, 每瓜播种 150 株, 另 6 个变异株系每份播种 100 株, 顺序排列, 不设重复, 间隔播对照 CK01、CK03、CK07 各 50 株, 观察突变体遗传稳定性。全部自交, 遗传性稳定的株系混合采种, 优良性状不稳定的单株单瓜留种, 对照分株系混采, 11 月 10 日采种。

1.3.2 加代选择创新育种材料 较稳定突变体株系第三代单瓜后代种子收获后直接播种, 遗传性稳定的优良株系每份播种 200 株, 其中 50 株与常规优异亲本配制杂交组合, 150 株自交, 遗传性稳定的混合采种, 不稳定的单株单瓜留种。

突变体性状较不稳定后代的单株单瓜, 每份播种 200 株, 全部自交, 遗传性稳定的优良株系混合采种, 优良性状不稳定的继续单株单瓜留种。

同年 11 月 19 日播种, 小区面积 13~52 m², 株距 40 cm, 行距 65 cm, 不设重复, 顺序排列。海南第一代 2012 年 9 月 5 日至 11 月 10 日, 第二代大棚种植 11 月 19 至翌年 2 月中旬收获。

海南扩繁小区面积 13~52 m², 株距 35~40 cm, 行距 65 cm; 航天基地扩繁小区面积 20~60 m², 株距 40 cm, 行距 65 cm。

2013 年 2 月下旬至 5 月末日光温室内采种, 6 月初至 9 月中旬大棚采种, 南繁收获突变体株系在北方航天育种中心继续加代选择。小区面积 13~65 m², 不设重复, 顺序排列, 按果皮色泽类型分组设对照。

田间检测各变异株系综合农艺性状, 观察变异株系各性状表现能力、遗传力和抗性等。搭载后试材分两批播种, 第二批较第一批晚一代, SP1 代数数据为两批合计统计结果, 品质和抗病鉴定在

突变体株系 4~5 代鉴定, 综合农艺性状、抗逆性在全世代严格调查。

1.3.3 田间管理 航天诱变试材筛选以及优异变异株系加代选择试验都在日光温室和塑料大棚内进行, 施硫酸钾 450 kg·hm⁻²、磷酸二铵 225 kg·hm⁻²、尿素 75 kg·hm⁻²。采用吊蔓方式栽培。

2 结果与分析

SP1 种子平均发芽率 99.61%, 发芽率比对照(100%)略低, 以后世代种子的发芽率和成苗率未见受影响, 这说明空间条件对当代种子造成生理性损伤, 这种生理损伤在 SP2 中得以恢复。

通过田间性状表现、果实性状、品质、抗病性鉴定分析, SP01-008-01A-01A, SP01-113-06B-06B, SP03-128-08A-08A, SP03-061-03C-03C 四个变异株系均优于对照品种。

2.1 太空诱变对种子及后代植株的影响

从表 1 可以看出, SP01 种子发芽率比 SP02、SP03、SP04 略有降低, SP01 最低降低 2.5%, 其它材料发芽率均为 100.0%; 成苗率 SP02 降低 0.5%、SP05 降低 1.7%, 其它均为 100.0%, 说明空间诱变对种子略有伤害, 但不超过 2.5%。

SP01~SP07 合计 2 800 株长势变化不明显, 仅在 SP01 中发现 4 个变异: SP01-008 果大且果色深绿; SP01-045 长势旺盛, 叶片大且厚; SP01-087 和 SP01-113 果肉色深瓜面光滑。SP03 中发现 5 个变异: SP03-053 和 SP03-061 长势健壮, 叶片深绿, 果面光滑无环裂; SP03-128 开花早、瓜早熟 3 d、无环裂; SP03-169 和 SP03-194 畸形果多。SP06 中发现 1 个变异: SP06-105 长势弱, 植株矮小, 后期萎缩死亡。SP07 中发现 4 个变异: SP07-009 和 SP07-134 生长旺盛、早熟 2 d; SP07-145 开花早、早熟 3 d; SP07-176 叶片皱缩。全部材料中 14 株变异。其中有利变异 10 个, 不良变异 4 个(SP03-169、SP03-194、SP06-105 和 SP07-176), 有利变异率高。

表 1 种子活力及 SP1 变异情况
Table 1 Seed vitality and SP1 mutation

品系 Line	种子数 Seed number	发芽率/% Germination rate	成苗率/% Seedling rate	变异植株 Variant plants	变异率/% Variant rate
SP01	400	97.5	100.0	4	1.00
SP02	400	100.0	99.5	0	0
SP03	400	99.0	100.0	5	1.25
SP04	400	98.0	100.0	0	0
SP05	400	100.0	98.3	0	0
SP06	400	100.0	100.0	1	0.25
SP07	400	100.0	100.0	4	1.00

2.2 果实性状

由表 2 可知,各变异在果形、果色、种子、含糖量方面有变异。SP01-008-01A-01A 单瓜重比对照增加 70 g,含糖量增加 2 百分点,果形变阔梨形,种子变褐色。SP01-113-06B-06B 果皮变墨绿,含糖量增加 1 百分点,种子变褐色。SP01-087-04C-04C 果实外皮墨绿色,种子褐色。SP01-

045-03A-03A 果皮灰绿,肉色翠绿,种子变为浅褐色。SP03-061-03C-03C 单瓜重增加 20 g, SP03-053-01B-01B、SP03-128-08A-08A 和 SP03-061-03C-03C 均是果实乳白色且变无环裂,且后两个奶香味增加。SP07-009-01A-01A 单瓜重增加 20 g,SP07-134-06B-06B 出现青白水瓢,糖度降低2.00百分点,SP07-145-03A-03A 瓜变圆筒形。

表 2 果实性状表现分析
Table 2 The fruit characters performance

品系 Line	果形 Fruit shape	果色 Fruit color	肉色 Fruit flesh color	腔径 Fruit diameter	平均单瓜重/g Mean fruit weight	含糖量/% Sugar content	质地 The fruit quality	种子 Seed
T01	圆形光滑	灰绿	翠绿	腔小	480	12.0	清香	白
SP01-008-01A-01A	阔梨光滑	灰绿	翠绿	腔小	550	14.0	清香甜脆	褐
SP01-113-06B-06B	圆形光滑	墨绿	翠绿	腔小	490	13.0	清香	褐
SP01-087-04C-04C	圆形光滑	墨绿	翠绿	腔小	485	12.0	清香	褐
SP01-045-03A-03A	圆形光滑	灰绿	翠绿	腔小	475	12.0	清香	浅褐
T03	圆形	乳白环裂	青白有奶香	腔小	450	14.0	甜脆	浅褐
SP03-053-01B-01B	圆形	乳白无环裂	青白	腔小	430	13.0	甜脆	浅褐
SP03-128-08A-08A	圆形	乳白无环裂	青白奶香浓	腔小	455	14.0	甜脆	浅褐
SP03-061-03C-03C	阔梨	乳白无环裂	青白奶香浓	腔小	470	14.0	甜脆	浅褐
T07	筒形	黄绿	白干瓢	腔大	400	12.0	甜脆	白
SP07-009-01A-01A	筒形	黄绿	白干瓢	腔大	420	12.0	甜脆	白
SP07-134-06B-06B	筒形	黄绿	青白水瓢	腔小	430	10.0	甜脆	白
SP07-145-03A-03A	圆筒形	黄绿	白干瓢	腔大	398	12.5	甜脆	白

2.3 田间性状及产量表现

各变异株系长势普遍强于 CK, SP01-008-01A-01A 产量增加 14.58%, SP07-134-06B-06B

增产 7.50%,结瓜习性未见变化,普遍熟期提前,仅 SP01-008-01A-01A 熟期推迟 3 d(见表 3)。

表 3 田间性状及产量分析
Table 3 The field characters and yield

品系 Line	生长势 Growth vigour	结瓜习性 Fruiting habits	熟期 Mature period	生育日数/d Thenumber of growing days	产量/ kg·hm ⁻² Yield	比 CK 增产/% Increase yield with CK
T01	较强	孙蔓	晚熟	70	58320.0	
SP01-008-01A-01A	强	孙蔓	晚熟	73	66825.0	14.58
SP01-113-06B-06B	强	孙蔓	晚熟	70	59535.0	2.08
SP01-087-04C-04C	强	孙蔓	晚熟	69	58927.5	1.04
SP01-045-03A-03A	较强	孙蔓	晚熟	68	57712.5	-1.04
T03	较强	孙蔓	晚熟	65	54675.0	

续表 3

Continuing Table 3

品系 Line	生长势 Growth vigour	结瓜习性 Fruiting habits	熟期 Mature period	生育日数/d Thenumber of growing days	产量/ kg·hm ⁻² Yield	比 CK 增产/% Increase yield with CK
SP03-053-01B-01B	较强	孙蔓	晚熟	65	52245	-0.04
SP03-128-08A-08A	强	孙蔓	中熟	63	55282.5	0.01
SP03-061-03C-03C	强	孙蔓	晚熟	65	57105	0.04
T07	较强	子蔓	早熟	60	48600	
SP07-009-01A-01A	强	子蔓	早熟	58	51030	0.05
SP07-134-06B-06B	强	子蔓	早熟	58	52245	7.50
SP07-145-03A-03A	较强	子蔓	早熟	57	48357	-0.01

2.4 品质分析鉴定

通过这些综合性状分析,有利变异性状突出株系为 SP01-008-01A-01A、SP01-113-06B-06B、SP03-128-08A-08A 和 SP03-061-03C-03C 四个,对其进行品质分析表明,其维生素 C 含量、可溶性固形物、含糖量均高于对照(见表 4)。

其余 6 个株系综合变异性状不突出,但备做试验材料,特别是 SP07-145-03A-03A 若作为配制极早熟杂交薄皮甜瓜的亲本材料,可望选育出优良的极早熟、抗病、优质的薄皮甜瓜品种,用作露地或棚室生产专用型极早熟栽培。

表 4 品质分析

Table 4 The quality analysis

品系 Line	VC/mg·(100 g) ⁻¹	固形物/% Solid content	总糖/% Total sugar	含水量/% Water content
T01	10.47	10.5	12.02	89.5
SP01-008-01A-01A	11.67	12.1	13.68	87.9
SP01-113-06B-06B	12.84	11.9	12.84	88.1
T03	10.49	9.7	13.02	90.3
SP03-128-08A-08A	11.64	10.9	13.65	89.1
SP03-061-03C-03C	11.27	11.2	13.84	88.8

2.5 抗病性鉴定

对各变异突出株系 SP01-008-01A-01A、SP01-113-06B-06B、SP03-128-08A-08A、SP03-061-03C-03C 进行接种鉴定,对霜霉病和白粉病的抵抗能力均高于对照品种。

表 5 抗病性分析

Table 5 Disease resistance

品系 Line	病情指数/%Disease index	
	霜霉病 Downy mildew	白粉病 Powdery mildew
T01	26.74	39.78
SP01-008-01A-01A	21.86	34.15
SP01-113-06B-06B	22.13	34.84
T03	26.51	39.76
SP03-128-08A-08A	21.43	33.24
SP03-061-03C-03C	20.97	33.17

3 结论与讨论

太空诱变是受空间环境和微重力等因素影响的。空间环境如强宇宙射线辐射、高真空、微重力及交变磁场等因素共同作用于种子的核酸物质,使 DNA 分子外围的电子激活,结果造成 DNA 分子链的解链或突变,或者引起染色体缺失、倒位、易位和重复等畸变,从而使植物种子遗传信息产生诱变,产生在地面上难以获得的某些变异^[4];微重力条件对植物生长周期中细胞形态学、生理学、植物向地性等很多性能产生影响^[2]。而航天诱变的效应主要有生长量效应、抗性效应、生物的刺激效应和形态学效应^[5]。

该试验首次选用北方寒地薄皮甜瓜优质种质资源做搭载试材,搭载的品种和数量较多。航天搭载后地面试验筛选出 10 个北方寒地甜瓜有益变异株系种质资源,对 4 份熟期适宜、结瓜能力强、商品性突出、抗地域性病害的航天诱变突变材料 SP01-008-01A-01A、SP01-113-06B-06B、SP03-061-03C-03C、SP03-128-08A-08A 进行了定向选择鉴定,经过 4~5 代定向选择和筛选,主要农艺性状稳定,进一步筛选后可作亲本试材培育薄皮甜瓜新品种或直接扩繁推广应用于生产。

空间搭载处理使番茄试材在 SP1 出现损伤(子叶或真叶出现缺刻)现象,这种损伤效应在 SP2 可自行恢复,搭载后种子活力有所下降^[6]。该试验搭载甜瓜种质有表现发芽率下降现象,但变异率不高,变异性状多,主要在数量性状方向变

异较明显,如熟期、抗性、含糖量,搭载试材控制数量性状的基因对空间环境较敏感;搭载的群体数量大变异机率增加;搭载试材变异情况如变异频率和变异方向与在空间的高度及旅行时间长短等因素有关,但突变体中未发现甜瓜的单性花、雄性不育等变异,可能与搭载种质类型、抗辐射能力特性等因素有关。

下一步开展诱变机理试验研究,包括研究果形、果色、肉色、种子颜色与诱变相关性,建立各品种优质甜瓜种质资源的独特基因图谱,为搭载种质方向性选择和甜瓜航天育种提供理论基础。

对于此试验利用空间诱变选择不同特点的 10 份种质,要充分利用,与常规育种相结合,以其为亲本材料与更多的优良种质资源相配组,选育出超早熟或迟熟保护地专用类型航天品种,服务“三农”,为甜瓜产业、棚室产业、新农村建设做贡献。

参考文献:

- [1] 程小兵. 农作物太空育种现状及推广前景展望(综述)[J]. 亚热带植物科学 2014, 43(3): 266-270.
- [2] 王树昌. 航天育种原理与应用[J]. 热带农业科学, 2012, 30(10): 51.
- [3] 王迪, 杜志强, 李德泽, 等. 薄皮甜瓜新品种龙庆 3 号的选育[J]. 中国瓜菜, 2013, 26(3): 30-31, 35.
- [4] 周秀艳, 金晓霞, 秦智伟, 等. 航天诱变育种及其在蔬菜中的应用[J]. 中国农学通报, 2008, 24(6): 291-295.
- [5] 崔彬彬, 孙宇涵, 李云. 木本植物航天诱变育种研究进展[J]. 核农学报, 2013, 27(12): 1853-1857.
- [6] 王雪. 茄科蔬菜空间诱变育种效应与潜力分析[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.

Preliminary Study on Space Mutation Breeding of Melon in Cold Region

ZHANG Gui-zhi, LI De-ze, TIAN Mei-li, YANG Sheng, WANG Ling, LI Xiang
(Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319)

Abstract: In order to broaden the melon germplasm resources, seven melon parent materials of the cold region after carrying the Shenzhou the 8th were planted on the ground to screen excellent mutant strain. The results showed that through a repeat of the experimental planting, heritable variation in lines 10, multi-generation selection trait stability, excellent quality and disease resistance identified mutant 4 lines. SP01-008-01A-01A strain broad pear-shaped fruit, seeds turn brown, the sugar content increased and 2.00 percent, fruit weight increased 70 g compared with the control. SP01-113-06B-06B was dark green rind, the sugar content increased 1.00 percent, the seeds was brown. SP03-128-08A-08A fruit was milky and acyclic crack, milk fragrance was thick. SP03-061-03C-03C wide melon pear, fruit was milky and acyclic crack, thick milk flavor, and fruit weight increased 20 g. Test proved north cold melon space mutation and showed multiple directions variation, fruit discoloration deep, fruit flesh and seeds had chang been on color, sugar content generally increased, fruit weight increasing and a general increasing in disease resistance.

Key words: melon of cold region; space mutation; breeding space