

在空间微重力条件下宇宙线对高粱蔗体细胞无性系(Clone)14-1干种子的辐射效应*

母秋华 王萍 田立国 杜娟 刘杨 于树清

(中国人民解放军兽医大学植物细胞工程室)

摘 要

本文报道了高粱蔗(Gaoliangzhe)体细胞无性系干种子搭载“90105”科学卫星返地后整个生育周期的表现。在空间微重力条件下宇宙线对高粱蔗,重要农艺性状产生明显的辐射效应:(1)载星的无性系(Clone)再生植株14-1干种子出苗率、发育速度、株高均高于对照,并整齐一致;(2)生物学产量和子粒产量分别比对照高27.34%与38.82%,穗长、千粒重、蔗液垂度也有所增加,充分显示出利用航天技术对重要农作物及生物工程后代进行改良和辐射育种的可能性与广阔前景。

近十多年来,随着航天技术的发展,空间植物生命科学的研究在国内外受到很大的重视。其原因是:(1)植物的种子体积小,携带方便,所获得的空间生物反应可作为进一步研究其它太空生命科学的参考。(2)在太空中有各种宇宙射线,在微重力的环境中,各种物理化学因素的变化必然对其种子和细胞产生较大的诱变作用。(3)研究各种植物的个体、组织和细胞在太空的生活,以便为人类进入太空生活提供食物或再生能源。(4)可为进一步利用空间条件开发太空产业(太空制药和太空农业)提供资料和开辟道路。

我国的空间生命科学起步较晚,但进展较快。据报道,我国科学家已进行了小麦、水稻、大豆、绿豆、豌豆、青豆、黑豆、高粱及玉米等农作物干种子;丝瓜、黄瓜、萝卜及西瓜等水果、蔬菜;鸡冠花、东方罌粟、三色堇、含羞草等观赏植物;油松、白皮松及石刁柏等树木和烟草的干种子以及烟草、茶花、胡萝卜等愈伤组织的搭载卫星试验,获得一些极其可贵的资料与成果。但迄今未见利用高粱蔗体细胞无性系干种子搭载卫星试验的报道。

1990年10月5日将高粱蔗(Sorghum×sugarcane)体细胞无性系“14-1”的干种子搭载到第四颗科学返地卫星上进行航天试验。其目的是探索这一粮、糖、酒兼用的再生能源植物体细胞无性系后代的太空生物反应,宇宙线的辐射效应,为人类进入太空生活提供食物和能源的可能性。寻求利用宇宙线进行辐射育种的方法。

材料与 方法

供试材料是用继代培养14次的高粱蔗体细胞无性系再生植株育成的新品系“14-1”的风干种子。种子装入缝合的种子袋中进行搭载试件的环模试验,包括:离心试验($n=18g$);振动试验(频率:10~20Hz,20~100Hz,振级:1.5g,9g);冲击试验(频率:100~800Hz,800~3000Hz,量级+6db/oct,1200g);真空试验(真空度: $1.3 \times 10^{-3} Pa$ 、温度:低温0~5℃,高温40~45℃)。试验合格后,“14-1”干种子进入科学卫星的搭载飞行。10月13日收回,

* 本试验得到陈侠甫、母文玉副研究员,刘振润副教授的指导,林振江、姜忠诚、孙占川同志的大力支持,高伟立、武凯、王金余同志参加部分工作,一并致谢。

在空间的微重力水平($1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-5}$)下运行 8 天。

卫星返回地面后,首先在室内播种进行发芽试验,然后在适宜季节(5月3日)每垅 3 粒播于田间,3 次重复,小区行长 4.75 厘米,3 行区,行株距为 60×15 厘米。在苗期、生育中期和后期仔细观察。10 月 4 日收获,并用折光仪测定蔗液垂度,自然风干一个月后进行考种分析。田间管理同一般大田(定苗为每垅 1 株)。

实验结果

1. 在空间微重力条件下宇宙线对种子出苗及发育的影响

高粱蔗无性系干种子在空间轨道上飞行 8 天后返回地面,经种子盆播试验表明,种子的生活力产生了一定变化。

表 1 宇宙线对“14-1”干种子苗期状况的影响

处 理	种子数	出苗数	出苗率 (%)	三周时苗高 (cm)	分蘖数	出苗期
载 星	200	137	68.5	8.9	3.7	比对照早 2 天
对 照	50	23	46.0	8.2	3.6	

从表 1 可见,在空间微重力的情况下宇宙线可以促进种子萌发,提高出苗率。载星的干种子出苗率达 68.5%,比对照高 22.5%。苗期生长速度高于对照,分蘖数与对亮相仿

(详见表 1),同时,出现了幼苗苗壮,生长整齐的特点。这一结果与 Halstead 和 Dutcher (1984,1985)^[4]所描述的结果是不同的,该试验证明:一定条件下的宇宙线对促进种子的发芽,苗期的生长均有正辐射效应。

2. 宇宙线对“14-1”干种子生育中期和后期的影响

载星试验的高粱蔗干种子不仅苗期生育状况良好。同时,在整个生育期中,生长状况明显超过未经载星试验的对照种。

从表 2 的结果可以看出,生育中期的株高 183.33 厘米,比对照高 18.5 厘米,变异系数比对照低 2.88%。在载星试验的 600 株群体中没有弱小株出现,而具有高度的整齐一致性;在生育后期由于载星“14-1”逐步转入养分积累阶段,株高与对照的差异小于前期,株高为 295.77 厘米,比对照高 7.57 厘米,变异系数为 3.49%,仍小于对照。可见,宇宙线的辐射作用对高粱蔗后代整个生育周期都发生良好的影响。

3. 微重力环境下宇宙线对高粱蔗干种子主要农艺性状的影响

植物航天试验的目的不仅只为探求太空条件下的生命科学,更重要的是达到改良地面植物的农艺性状,初步明确航天情况下,宇宙线的辐射效应。为此,在收获期和收获后对载星高粱蔗后代及其对照的株高、穗长、粒

表 2 载星“14-1”种子在生育中期和后期的株高和变异系数

处理	生 育 中 期			生 育 后 期		
	株 高 (cm)	标准差 S	变异系数 CV(%)	株 高 (cm)	标准差 S	变异系数 CV(%)
载星	183.33	9.95	5.44	295.77	10.32	3.49
对照	164.80	13.66	8.32	288.20	12.70	4.42

表 3 宇宙线对高粱蔗干种子主要农艺性状的影响

处理	生物产量		子粒产量		千 粒 重		穗 长		蔗 液 垂 度	
	kg/小区	比对照增产 (%)	kg/小区	比对照增产 (%)	g/1000 粒	比对照增加 (%)	cm	比对照增加 (%)	百分率 (%)	比对照增加 (%)
载星	58.08	+27.34	3.54	+38.82	17.27	+3.41	25.0	+2.04	8.93	+5.93
对照	45.61	100	2.55	100	16.77	100	24.5	100	8.43	100

色、壳色、生物产量(包括茎秆、叶片、穗)、干子粒产量、干粒重、蔗液垂度、抗病性和抗倒伏性等15种质量和数量性状进行统计分析。结果表明,载星高粱蔗后代“14-1”在重要的农艺性状方面都优于对照。

从表3的结果可见,载星试验的高粱蔗“14-1”小区生物产量为58.08公斤(折合67900公斤/公顷),比对照高27.34%;小区子粒产量2.54公斤(折合4140公斤/公顷),比对照增加38.82%;穗长和蔗液垂度均比对照增加(详见表3)。但在田间调查中发现两者在抗病性、抗倒伏性、分蘖力、叶色、穗型、粒色、壳色等性状上差别不大。

讨 论

1. 关于体细胞无性系后代对太空条件的反应问题

从本试验可以看出,高粱蔗“14-1”风干种子在太空轨道上飞行8天返地播种后,在出苗至收获种子的选种周期内与对照相比没有损伤现象。种子的生活力、营养生长、生殖生长都超过未搭载卫星的对照种。我们发现,在主要的农艺性状如生物产量、子粒产量和含糖量方面都有较好的反应,这一点和李文安等(1988)对玉米、高粱的航天试验结果有所不同。这可能是由于体细胞无性系再生植株后代“14-1”与上述材料的遗传背景不同,以及在长期继代培养下所受理化因素影响的结果。所以在太空条件下出现了令人兴奋的有益变异,这种变异的产生是否与地面物理化学因素和宇宙射线流辐射的共同效应,尚需长期观察,继续试验。

2. 关于微重力环境和宇宙线的辐射效应问题

Sytnik等⁽²⁾(1983)试验表明,在微重力条件下宇宙线对高等植物生长周期中很多功能都有影响。Kostma等⁽³⁾(1986)指出种子在轨道上飞行后,在地面生长的幼苗细胞染色体畸变频率增高,我们从试验结果中发现,搭载卫星飞行的返地种子在地面生长周期内,物候期和光照反应没有明显变化,而对生长发育和产量的提高都有促进作用,这一点和作者⁽³⁾(1986)用0.2万伦琴⁶⁰Co- γ 射线照射高粱蔗体细胞无性系试管愈伤组织和再主植株干种子的效果是一致的。作者发现用⁶⁰Co- γ 射线0.2万、0.5万、1.0万、1.5万和2.0万伦琴照射高粱蔗体细胞无性系愈伤组织和干种子后,0.2万伦琴的低剂量有促进作用,超过1.5万伦琴有致死作用。本试验载星材料“14-1”出现了有益变异,可能和太空中星系、星体、星尘含有的大量放射性元素的辐射效应有关。刘存德等(1988)认为,被辐照材料的受损程度与所受到的辐射的剂量不同有关,而我们认为,除此之外,载星材料的有益变异与卫星飞行速度、距辐射源的远近、辐照射流的强度和方向关系密切。因此,利用太空辐射源宇宙线进行辐射育种的规律需要进一步探讨。

3. 载星高等植物所产生变异的遗传稳定性问题

地面辐射育种试验证明,由辐射作用引起的数量性状,物候期等某些变异现象是可以遗传的。但搭载卫星的返地植物所发生的变异或突变是否可以遗传?不同世代的表现如何?是否产生遗传演变?尚无人报道,因此,上述问题有待于继续观察与研究。

参 考 文 献

- (1) Halstead T. W. and Dutcher, F. R. (1984) Experiments on plants grown in space. *Ann. Bot.* 54, (Suppl. 3) 3~18.
- (2) Sytnik, H. P. et al. (1983) Cytological aspects of higher plant ontogenesis under microgravity. *INF-83-190.*
- (3) Kostma, L. K. et al. (1986) Experiments with growing plants on board balyut-5, balyut-6, balyut-7, orbital station.

Космическая биология и авиакосмическая медицина. 1, 49~53,

(4)母秋华等, $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线对高粱蔗体细胞无性系及干种子的辐射效应,《吉林农业科学》,1986,(2),74~78.

EFFECT OF RADIATION BY COSMIC RAYS ON GAOLIANGZHE SOMATIC CLONE 14-1 SEEDS IN MICROGRAVITY

Mu Qiu-hua Wang Ping Tian Liguo
Du Juan Liu Yang Yu Shuqing

(*Plant cell Engineering Laboratory, Veterinary College of PLA,*)

ABSTRACT

Gaoliangzhe (the progeny of a cross-breed of Chinese Sorghum with sugarcane) somatic clone seeds which had a space travel on board the "90105" scientific satellite were grown and observed throughout the growing period. It proves that the exposure of the seeds to cosmic rays under microgravity has produced apparent radiative effect on some agronomic characters as follows: (1) The "space travelled" seeds of clone plants 14-1, comparing with the control, show an increase in the percentage of germination, growing rate and plant height and grow in identity; (2) Both their biomass and grain yields are higher 27.34% and 38.82% than those of the control, respectively; the ear length, 1000-grain weight and the concentration of sugar have also increased. Thus, it seems promising to apply space technology to the variety improving and radiation breeding of the crops and the bio-engineering progenies.

(上接第 14 页)

IDENTIFYING THE STRAINS OF WHEAT YELLOW DWARF IN GONGZHULING REGION

Li Jaxiang Li suxia

Zhang Suxiang

(*Institute of Crop Breeding, Jilin Academy of*

Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences)

Agricultural Sciences)

ABSTRACT

It was established that virus strain of wheat yellow dwarf in Gongzhuling Region was GAV strain by using bioassay method in 1986. It was the same strain as that in Northwest Region. It was inferred that the wheat yellow dwarf virus in Jilin province would be carried by active aphids from North China, Northwest China and other regions with monsoon wind.