

# 空间诱变育种研究进展及其在牧草上的应用

袁冬梅<sup>1</sup>, 张月学<sup>2</sup>, 徐香玲<sup>1</sup>, 蒿若超<sup>2</sup>, 唐凤兰<sup>2</sup>, 韩微波<sup>2</sup>, 刘杰淋<sup>2</sup>

(1. 哈尔滨师范大学生命与环境科学学院生物系, 哈尔滨 150080; 2. 黑龙江省农科院草业研究所, 哈尔滨 150086)

**摘要:**介绍了空间诱变育种定义及其特点;综述了空间环境中影响植物变异的各种因素,以及在各种因素的复合作用下,植物体在形态学、细胞学、生理生化和遗传物质方面发生的变化;综述了我国空间诱变育种在粮食和经济等作物育种中取得的成就,并介绍了空间诱变育种技术在牧草育种上的应用前景。

**关键词:**空间诱变;育种;牧草

**中图分类号:**S 335 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2007)03-0056-03

## Review of Space Mutation Breeding and Its Application in Herbage

YUAN Dong-mei<sup>1</sup>, ZHANG Yue-xue<sup>2</sup>, XU Xiang-lin<sup>1</sup>, HAO Ruo-chao<sup>2</sup>, TANG Feng-lan<sup>2</sup>, HAN Wei-bo<sup>2</sup>, LIU Jie-lin<sup>2</sup>

(1. Biology Department, Harbin Normal University, Harbin 150080; 2. Grassland Science Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

**Abstract:** The definition and characters of space mutation breeding were introduced. All kinds of factors that affected the mutation of plants in space, the morphological, cytological, physiological, biochemical aspects and the genes change of the plant due to multiple effects of these factors were summarized. Finally discussed the advancement and prospects of herbage breeding by space mutation in China.

**Key words:** space mutation; herbage; breeding

### 0 前言

空间是当今世界竞争激烈的新领域,空间诱变育种已成为空间生命科学研究方面的重要内容之一,潜在着重要的实际生产价值和良好的经济前景。空间诱变育种技术开创了育种的又一新途径,其在牧草育种的应用还不多,但有着广阔的前景。

### 1 空间诱变育种的定义及特点

#### 1.1 定义

空间诱变育种是指利用返回式卫星、航天飞机、飞船或高空气球等将植物、农作物种子等生物体样品带到太空环境,经特殊的空间环境条件作用,引起生物体染色体畸变,进而导致生物体遗传变异,经地面种植,选育试验培育新品种<sup>[1]</sup>。空间诱变育种是

一门与生物技术、农业育种技术相结合的综合性的新兴育种技术。

#### 1.2 特点

有研究表明,太空环境具有高真空、微重力和多种高能粒子辐射等特点,能直接影响生物的生存、生长、发育、衰老甚至癌变<sup>[2]</sup>,引起植物细胞染色体畸变频率增加及同工酶变异和基因突变<sup>[3~5]</sup>,而且在微重力条件下辐射的诱变作用将会加强<sup>[6]</sup>。其突出特点是:(1) 变异幅度大,变异频率高,变异类型丰富,可产生地面得不到的变异<sup>[7]</sup>;(2) 生理损伤轻,伤害性变异小,诱变效率高;(3) 变异方向不定,正负方向变异都有;(4) 变异性状稳定较快,多数到SP<sub>4</sub>代可稳定,可缩短育种年限<sup>[8]</sup>;(5) 出现一些可

收稿日期:2006-11-10

第一作者简介:袁冬梅(1981-),女,黑龙江省兰西县人,在读硕士研究生,从事牧草分子育种研究。

通讯作者:张月学, E-mail:zyxnky@163.com。



遗传的变异性状,如植株高大、熟期改变、穗型改变以及其花形、花色、叶色变异等。

## 2 空间环境诱变植物的因素

### 2.1 强辐射

空间环境存在着各种质子、电子、离子、 $\alpha$  粒子等高能粒子,X 射线、 $\gamma$  射线及其他宇宙射线。这些强辐射能够产生很强的相对生物学效应,是有效的诱变源。研究证明,空间辐射可以导致生物系统遗传物质的损伤,诸如突变、染色体畸变、细胞失活、发育异常等<sup>[9]</sup>。

### 2.2 空间微重力

微重力能够使细胞分裂紊乱、染色体畸变、核小体数目发生变化,从而影响植物的生长发育和信号传递等生理生化过程<sup>[10]</sup>。微重力还能够干扰 DNA 的损伤修复系统,阻碍或抑制 DNA 损伤的修复<sup>[11]</sup>,增加植物对其他诱变因素的敏感性,与辐射可以产生协同作用,加剧生物变异,提高变异率。

## 3 空间环境对植物的诱变效应

### 3.1 空间诱变的形态学变化

空间搭载的植物,其生长会出现加快或变慢,开花提早,抽穗延迟等现象;有效穗数、每穗粒数、千粒重、穗长、单株分蘖力等性状变化呈现偏正态分布,以正向变异为主<sup>[12]</sup>;株高变矮或增高;甜椒和黄瓜等蔬菜的果实增大<sup>[13]</sup>;玉米(*Zea mays*) 叶片嵌有很宽的黄色条斑变异;小麦出现超绿突变体植株<sup>[7]</sup>;豆类从亚有限结荚习性到无限结荚习性;黄瓜子叶有不同展开度的变异<sup>[14]</sup>;草地早熟禾(*Poa pratensis*) 平均叶片数增加<sup>[15]</sup>。

### 3.2 空间诱变的细胞学效应

空间搭载后,许多植物叶片细胞壁变薄且凹凸不平,其薄化程度因植物种类不同而异,表皮细胞的外壁减薄率最高。细胞大小不等,表面极不规则,使得细胞间接触减少,部分细胞退化消失,仅留残壁<sup>[10]</sup>。一些植物的叶绿体基质解体或被破坏,线粒体膨胀,基粒堆膜皱缩,染色质浓缩;空间条件影响内质网的完整性,改变内质网在细胞中的排列与分布<sup>[16]</sup>。经过空间飞行后的植物体,细胞有丝分裂过程中 G1 期延长,有丝分裂指数有不同程度的提高或降低<sup>[17]</sup>。染色体在有丝分裂中期不沿赤道板排列,后期不分离或不能均衡分向两极。染色体畸变多发生在染色体桥、断片和微核,其次是超倍体、亚倍体等数目的改变<sup>[9]</sup>。空间搭载后洋葱鳞茎提早生根,唐菖蒲鳞茎提早开花,而拟南芥发育变得迟缓,形成四叶莲座丛的时间远迟于对照<sup>[14]</sup>。

### 3.3 空间诱变对植物生理生化特性的影响

红花、石刁柏、豌豆等植物经空间搭载后种子活力明显高于地面对照,这可能是其种子萌发加快的原因之一。吴岳轩等指出空间飞行可提高番茄种子的活力,促进初期生长,提高种子及幼苗体内活性氧防御酶系统的活性,增强种子抗氧化能力和延缓种子衰老<sup>[18]</sup>。黄瓜叶片中叶绿素含量提高,chl a/b 比值降低,具阴生植物特点<sup>[12]</sup>。荧光动力学测定表明,其光合作用光系统 II 活性降低。在空间环境,主要是微重力的作用下,细胞对  $\text{Ca}^{2+}$  的吸收水平发生了变化。另有报道表明石刁柏幼苗经空间飞行后, $\text{Ca}^{2+}$  在细胞中各细胞器之间重新分布,突出表现在液泡中的钙向液泡膜、质膜和细胞壁中流动。植物的根中淀粉粒减少,叶绿素中贮存的糖被耗尽。根冠细胞中高尔基体比地面对照减少 5%~90%,因此,向细胞壁提供多糖类物质大为减少。空间条件下生长的豌豆地上部分蛋白态氮和非蛋白态氮的含量降低,氨基酸的成分有数量的改变。分析石刁柏幼苗中脯氨酸的含量表明,种子在空间飞行后其幼苗中脯氨酸的含量比对照高 33%。

### 3.4 空间诱变对植物遗传物质的影响

刘敏等<sup>[19]</sup>对卫星搭载后育成的甜椒 87-2 品种与对照进行 RAPD 分子检测,从 42 个随机引物中筛选出 4 个在扩增产物上有差异,表明太空甜椒的遗传物质发生了变化。有研究对 3 个同工酶有差异的番茄突变体进行 RAPD 分析,在 50 个引物中,有 5 个引物扩增出了多态性产物。他们将 DNA 突变程度定义为:空间飞行样品出现变异的带数/地面对照所扩增的总带数,3 个突变体的突变程度分别为 4.5%、1.3%、3.2%<sup>[20]</sup>。

## 4 我国植物空间诱变育种进展

我国是掌握航天育种技术的三个国家之一。1987 年首次利用 FSW-O 返回式卫星搭载植物种子,开始了我国空间诱变育种工作。将近 20 年来,我国科学家利用返回式卫星、神舟飞船和高空气球先后进行了 21 次农作物种子等生物材料的空间搭载试验,共涉及 70 多种植物的 1 000 多个品种。经过多年的地面种植筛选,已育成 60 多个农作物优异新品系并进入省级以上品种区域试验,其中已通过国家或省级审定的新品种或新组合 25 个,包括水稻 15 个、小麦 4 个、番茄、青椒和芝麻各 2 个,并从中获得了一些有可能对农作物产量和品质产生重要影响的罕见突变材料。2006 年 9 月 15 日,我国又成功地将“实践八号”育种专用卫星送入预定轨道,该

卫星搭载9大类180组约2000余份种子材料升空。种子材料主要包括粮食作物、经济作物和饲料牧草作物以及微生物菌种和已知序列的分子生物学材料。我国的航天育种研究处于世界领先地位。

福建省培育的航天育种水稻新品种,产量达到12000 kg/hm<sup>2</sup>水平,其中“II优航1号”是全国首个产量突破13500 kg/hm<sup>2</sup>的超级稻,至今仍保持再生稻头季、再生季和全国百亩单产3项世界记录,推广面积达到13.3万hm<sup>2</sup>[21]。黑龙江省农科院园艺分院郭亚华等通过航天育种,获得果实灯笼形、果皮厚中等、味甜、质佳、适于保护地栽培的甜椒新品种宇椒1号,产量75000 kg/hm<sup>2</sup>左右,维生素C含量增加20%[22]。利用空间育种,我国科学家还培育出了特大粒的红小豆、含铁量增加69%的巨穗谷子,紫色、红色、茶色、绿色的水稻,早熟高产的红薯和高产大葱等。专家认为,以上成果均是利用其他育种手段难以获得的罕见种质突变体。

## 5 空间诱变育种在牧草上的应用

经太空条件引起的植株株高变高、熟期偏晚、生物产量增加等性状的变异,对于以收获籽实为主的农作物而言,可能是负向变异,但对于收获和利用营养器官为主的草类植物而言,是正向变异。因此,草种搭载后还可能会选育出营养丰富、高产、适口性好且抗旱抗寒性高的牧草新品种;育出质地细密、均一性好、色泽宜人、绿期较长且耐践踏的观赏草坪和休憩草坪;或育出根系发达、生长迅速、覆盖能力强的保土草坪。

目前,我国空间诱变育种工作在牧草上已有开展。中国农业科学院畜牧研究所将航天沙打旺与野生沙打旺杂交,获得了性状优良的早熟品系。中国农业大学草地研究所利用神州3号和神州4号搭载了13个牧草品种,此后又在第十八号返回式科学技术与实验卫星中搭载了10个种的17个品种,包括紫花苜蓿、冰草、野牛草、胡枝子、新麦草等。2003年,中国农业大学又利用返回式卫星搭载牧草种子,返回后对其标准发芽率、田间出苗率、株高、分蘖数、生育期等生物学性状进行观察。结果表明,空间搭载后标准发芽率、硬实率和田间出苗率没有显著变化。空间诱变对牧草株高和分蘖数的影响因物种而异[23]。黑龙江省农科院草业研究所张月学等利用第十八号返回式科学技术与实验卫星搭载了7个牧草品种,比较了卫星搭载的苜蓿和对照苜蓿处理间

的差异,结果显示卫星搭载的龙牧803苜蓿和肇东苜蓿的发芽率与对照相比提高了8%、4%,株高平均增长2.94、14.29 cm,在平均干鲜重上亦分别增加了6.6 g和10.22 g[24]。2006年黑龙江省农科院草业研究所又通过“实践8号”育种专用卫星,搭载了苜蓿、稗草、黑麦草、早熟禾等牧草和生态草种共22份,将通过形态学、细胞学和分子标记辅助育种相结合等综合性育种手段,选育适合高纬高寒地区种植的优质牧草。

牧草的种子具有质量轻、包装方便等特点,这些均有利于空间搭载。同时,粮食、蔬菜、水果、花卉等农作物品种的成功搭载和空间诱变育种积累的宝贵经验,为牧草空间诱变育种打下了良好的基础。通过空间诱变,选育出高产优质、抗病虫害、抗旱、耐盐碱、抗寒(耐热)等抗逆性强的牧草品种,以满足我国东北地区生态环境治理、草地改良的需求[25],这对草产业和畜牧业的发展是十分重要的。

## 参考文献:

- [1] 张蕴薇,韩建国,任为波,等.植物空间诱变育种及其在牧草上的应用[J].草业科学,2005,10(22):59-63.
- [2] 李桂花,张衍荣,曹健.农业空间诱变育种研究进展[J].长江蔬菜,2003,(12):33-36.
- [3] 刘存德.中国微重力科学与空间实验[M].北京:中国科学技术出版社,1998.178-183
- [4] 李群,郭房庆,顾瑞琦,等.外空飞行后小麦根尖细胞的染色体畸变[J].植物生理学,1997,23(3):274-278.
- [5] 邢金鹏.水稻种子经卫星搭载后大粒型突变系的分子生物学分析[J].航天医学与医学工程,1995,8(2):109-113.
- [6] Hagen U. Radiation biology in space; A critical review[J]. Adv. Space Research, 1989,9(10):3-8.
- [7] 虞秋成,黄宝才,严建民.作物空间诱变育种的现状及展望[J].江苏农业科学,2001,(4):4-6.
- [8] 龚振平,刘自华,刘根齐.高粱空间诱变效应研究[J].农业生物技术科学,2003,19(6):16-19, 24.
- [9] Herneck G. Radiobiological experiments in space; a review[J]. Nucl Tracks Radiant Meas., 1992, 20(1):185-205.
- [10] Kiss J L, Brinck mann E, Brillcuet C. Development and growth of several strains of A rabidopsis seeding in microgravity[J]. International Journal of Plant Sciences, 2000, 161(1):55-62.
- [11] Horneck G. Impact of space flight environment on radiation response of Triticum aestivum coleoptiles under conditions of low gravity[J]. Plant, Cell and Environment, 1995, 18:53-60.
- [12] 薛淮,刘敏.植物空间诱变的生物效应及其育种研究进展[J].生物学通报,2002,37(11):7-9.

## 舍饲对羊生产性能的影响

刘 卓, 娄玉杰

(吉林农业大学动物科学技术学院, 长春 130118)

**摘要:**为了保护生态环境,多数草场被禁牧,舍饲养替代放牧饲养已成为养羊业发展的必然趋势。吉林省大安市羊场采用半封闭式羊舍,对种羊、怀孕羊、哺乳羊、羔羊、育肥羊采用全年均衡配种,均衡产羔、均衡上市的生产模式,3 a 生产试验表明,舍饲养羊对羊的生产性能无不良影响,采用科学的饲养管理,可收到较好的经济效益。

**关键词:**羊;舍饲;生产性能

**中图分类号:**S 826.4

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2007)03-0059-03

## Effects of Production Trait of Sheep by Raising in Stall

LIU Zhuo, LOU Yu-jie

(Animal Science and Technology College, Jilin Agricultural University, Changchun 130118)

**Abstract:** To protect ecological environment, it is a trend to feed sheep in stall instead of free for sheep industry. The partially closed type and the production model which breeding, pregnant, suckling, lamb and fatten sheep were raised to equilibrium breeding, year and equilibrium to the market was applied in Da'an sheep raising farm in Jilin for 3 years. The results showed that there were harmless effect on the production trait to the sheep raised in stall, as long as we adopted scientific management, it could acquired considerable economic returns.

**Key words:** sheep; raise in stall; production trait

收稿日期:2006-11-21

第一作者简介:刘卓(1981-),男,吉林省四平市人,在读硕士研究生,主要从事牧草评价研究。Tel:13404600407; E-mail: xingqing7329@vip.sina.com。

通讯作者:娄玉杰,吉林农业大学动物科技学院院长,博士生导师。

- [13] 谢立波,郭亚华,邓立平.空间诱变育成甜椒新品种字椒1号[J].黑龙江农业科学,2004,(1):49-50.
- [14] 李社荣,曾孟浅,刘雅楠,等.植物空间诱变研究进展[J].核农学报,1998,12(6):375-379.
- [15] 韩蕾,孙振元,钱永强,等.神州三号飞船对草地早熟禾生物学特性的影响[J].草业科学,2004,21(4):17-19.
- [16] 刘录祥,郑企成.空间诱变与作物改良[A].中国核情报中心.中国核科技报告[R].北京:原子能出版社,1997.1210.
- [17] 赵林妹,刘录祥.俄罗斯空间植物学研究进展[J].核农学报,1998,12(4):252-256.
- [18] 吴岳轩,曾高华.空间飞行对番茄种子活力及其活性氧代谢的影响[J].园艺学报,1998,25(2):65-169.
- [19] 刘敏,张赞,薛淮,等.卫星搭载的甜椒87-2过氧化物同工酶检测及RAPD分子检测初报[J].核农学报,1999,13(5):291-294.
- [20] 韩东,李金国,梁红健,等.利用RAPD分子标记检测太空飞行诱导的番茄DNA突变[J].航天医学与医学工程,1996,9(6):412-416.
- [21] 谢华安,王乌齐,陈炳煊,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.
- [22] 郭亚华,谢立波,王雪,等.辣椒空间诱变育种技术创新及新品种培育[J].核农学报,2004,18(4):265-268.
- [23] 任卫波,韩建国,张蕴薇.几种牧草种子空间诱变效应研究[J].草业科学,2006,3(23):72-76.
- [24] 王长山.牧草不同诱变处理的生物学效应[D].哈尔滨:哈尔滨师范大学硕士论文,2006.
- [25] 王晓云,毕玉芬.牧草育种是草产业可持续发展的技术保障[J].种子,2004,6(23):58-60.