

# 航天育种：



# 来自太空的“魔力”



撰文 奇云

## 航天工程给力航天育种

2011年11月17日19时32分，在圆满完成了与“天宫一号”的无人交会对接任务后，“神舟八号”飞船返回舱顺利降落于内蒙古四子王旗主着陆场。人们在欢庆我国载人航天工程取得又一个重大

突破的同时，注意到“神舟八号”飞船又一次进行了植物种子的空间搭载试验。

自1987年8月5日中国航天利用第9颗返回式卫星首次成功进行植物种子的太空搭载试验以来，我国先后利用15颗返回式卫星和7

艘神舟飞船，搭载了上千种植物种子、试管苗、生物菌种和材料，获得了大量产生变异的新性状品种。

目前，我国拥有经过太空搭载的农作物共计9大类393个品系，育成并通过国家或省级鉴定的新品种达到70多个，其在农业生产中的



太空西红柿

大规模应用, 明显提高了农作物产量, 改善了农产品质量, 优化了农作物抗性, 并为航天工程育种的产业化发展奠定了坚实基础。目前, 我国已经建成58个具有一定规模的航天育种技术试验基地和新品种产业化示范基地, 航天工程育种正在农业、林业、微生物制造业等众多产业领域发挥着重要的牵引和带动作用。

据报道, 在未来5年到10年内, 中国将全面实施载人航天工程与月球探测工程等国家科技重大专项, 将为航天育种提供丰富的试验环境和有力的技术支持。到2020年, 我国独立自主的载人空间站建成后, 也将为航天育种的科技研究提供丰富的空间资源和太空研究环境。月球探测工程的实施, 将为解决种子基因在近地空间辐射条件下不能得到很好变异等问题, 提供有力的科学研究手段和月球空间实验环境等。

### 太空环境诱变地球来客

航天育种的规范名称是“航天诱变育种”, 又称“太空育种”、“航天工程育种”等。它是通过返回式航天器把农作物的种子带到太空环境当中, 利用太空微重力、高真空、宇宙辐射和弱地磁场等特殊太空环境, 对植物、微生物的诱变作用, 使植物种子或菌种的基因产生变异; 航天器返回地面后对搭载物进行培育、筛选,



河北“墨茄”种子由“神舟七号”搭载, 经太空诱变后结出佛手状茄子(左), 而变异前是长条状果实(右)



美国科学家通过对金橘Kinnow(左)进行诱变育种而得到了橙子新品种KinnowLS(右)(LS表示籽比较少)

最后培育出优质高产的新品种。

与传统育种方式相比, 航天育种具有变异频率高、变异幅度大、有益变异多、变异稳定性强、育种周期短等特点。据统计, 空间诱变育种的变异率可达4%以上, 而地面自然变异的概率仅为二十万分之一。传统育种方式一般需要6~10年, 而航天育种通过太空多种特殊条件的诱变, 能缩短至4~5年。

受太空诱变因素影响, 航天育种不但能出现一些如产量、株高、生育期、品质、抗病性等常规诱变育种的变异, 还能出现一些其他理化因素处理较少出现的特殊变异类型, 如: 水稻早熟突变, 大穗型变异; 蔬菜大果型变异, 不育性突变; 花卉变形变异, 花色变异等。

目前, 人们对航天育种产品的安全性还存在一定程度的误解, 把它和转基因食品混淆起来。实际上, 二者是完全不同的概念。转基因产品是将人工分解和修饰过的外来基因直接导入另一个生物体基因组中, 引起生物体性状发生变化, 比如, 把小麦的基因移植到水稻上, 甚至有时是从某种微生物、动物身上提取基因, 转到农作物上。航天种子是在太空诱变因子作用下发生突变的的结果, 是没有外界基因的注入, 生物物种原来基因组没有改变。航天育种本质上只是加速了生物界需要几百年甚至上千年才能产生的自然变异。早在20世纪80年代初, 世界粮农组织、世界卫生组织、国际原子能机构三家联合发布过一个声明: 辐射诱变产

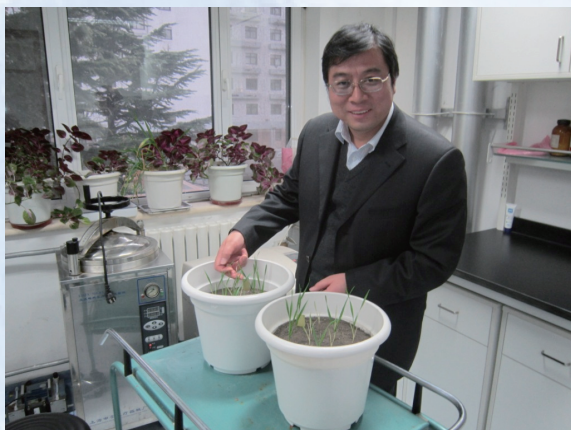
出和深加工的产品对人体是安全的,所以航天育种也是安全的。

### 三道程序培育航天种子

在大多数人的印象里,在太空转过几圈并返回到地面进行种植的种子就是航天种子。然而,这种“航天种子”不是真正意义上的航天种子。因为经过太空“点化”的种子,有的发生变异,有的不发生变异;有的发生好的变异,有的发生坏的变异。即使出现优异突变,也不可能即刻就能稳定遗传。想分清哪些是我们需要的,就必须先把它们播种下去,连续繁育三四代,才有可能获得遗传性状稳定的优良突变系。每拨种子都要经过连续几年的筛选、鉴定,其中的优良突变系再经过考验和权威部门的审定,才能称其为真正的“航天种子”。具体说来,航天种子的培育需要经过三道程序。

第一道程序是“种子筛选”。送上太空的种子必须是遗传性状稳定、综合性状好的种子,这样才能保证航天育种的意义。在把筛选出的种子带上太空之前,研究人员还要在地面留下相关对照种子。之后,与从太空带回来的种子同时种植,平行进行,这样才能进行外观、抗病等不同性状的对比。

第二道程序是“天上诱变”。利用卫星和飞船等航天器将种



国家航天育种科学家刘录祥

子送上太空,再利用其特有的太空环境条件,对植物进行诱变并产生各种基因变异。诱变表现得十分随机,不是每颗种子都会发生基因诱变,其诱变率一般为百分之几甚至千分之几。而有益的基因变异,仅是千分之三左右。种子搭载只是走完万里长征一小步,整个研究最繁重和最重要的工作是在后续的地面上完成的。

第三道程序是“地下攻坚”。搭载回来的种子叫做“第一代种子”,由于这些种子的变化是分子层面的,想分清哪些是我们需要的,必须先将它们统统播种下去,不做任何筛选。第一代植株收获的种子全部再种下去,长出来的叫第二代,这才开始选长得“好”的做种子,例如筛选变矮秆的,以便增强抗倒伏性能;筛选穗子变大的,以提高产量;筛选变早熟的,以提早收获期等。选择出第三代种子继续再播种、筛选,让它们自交繁殖,目的是看这些突变性状是否真正能够稳定

遗传。经过进一步筛选,再进行一定规模的群体比较试验,有时还要拿到多个试验点去异地试种鉴定,看看在不同自然环境下是否都能表现出优良性状。如此繁育三四代后,才有可能获得遗传性状稳定的优良突变系。其中的优良突变系再经过考验和农作物品种审定委员会的审定,才是真正的“航天种子”,才可以进行推广应用。

### 航天育种结出累累硕果

早在20世纪60年代初,苏联及美国的科学家就开始将植物种子搭载卫星上天。1984年,美国将番茄种子送上太空,逗留时间达6年之久,返回地面后经科研人员试验,获得了变异的番茄。1996年至1999年,俄罗斯等国在“和平号”空间站成功种植小麦、白菜和油菜等植物。到2009年底,美国国家航空航天局所属的作物生理学实验室,已经筛选出适合空间站培植的

超矮小麦、水稻、大豆、豌豆、番茄和青椒等作物品种或品系。然而，美、俄搭载种子进入太空的目的不是为了进行航天诱变育种。美国前期的搭载项目主要是利用植物种子探测空间环境的

安全性，为载人航天进行前期准备。到20世纪80年代空间站建立后，美、俄等国开始进行种子太空栽培实验，主要目的是研究种子在空间生长情况，探索空间条件下植物生长发育规律，完成

种子在空间特殊环境下的播种和生长，为宇航员长期在空间居留提供食物供给。

早在1987年8月5日，中国第9颗返回式科学试验卫星将水稻和青椒等农作物种子送上了太空。当然，这次试验的主要目的并非诱变育种，而是研究空间环境对植物遗传性的影响。1996年，农业部正式将“作物空间诱变育种”列为“九五”部级重点课题。2002年，科技部将农作物航天诱变育种课题正式列入国家“十五”863计划。自此，“航天诱变育种”的概念在世界上首次被正式提出，中国开始致力于发展育种卫星。2003年4月22日，国务院批准《关于审批航天育种工程项目可行性报告的请示》，航天育种工程项目正式立项。2005年7月26日，国防科工委正式批准《航天育种系统工程研制总要求》，工程开始实施。2006年9月9日，中国第一颗、也是迄今世界上唯一一颗专门用于航天诱变育种的卫星——“实践”八号成功发射，标志着航天诱变育种从零星搭载到研究和技术的质的飞跃。2011年，航天工程育种技术及产业被纳入我国“十二五”战略性新兴产业规划。国家相关政策纷纷出台，核心内容为加强航天工程育种技术研发并推进其产业化进程；形成空间搭载长效机制；推进航天育种服务现代



## 航天育种程序图

绘图 / 张雨微



太空灰平王

“航天4号”红辣椒  
是由中国西部航天  
(太空)育种基地  
育成的辣椒新品种

农作物种业体系。

如今,中国航天育种已经结出累累硕果,产生了良好的经济效益和社会效益。比如“航丰1号”棉花平均亩产皮棉180千克,比常规棉花多出70千克。“航椒1号”辣椒维生素C含量为234毫克,比一般辣椒提高了183%左右。“太空5号”小麦口感好,产量

超过传统品种10%以上。“太空万寿菊”花期延长,能达到9个月。

“宇航二号”水稻,穗长由18厘米增加至22厘米,每穗总粒数由80粒增加到158粒,每亩增产稻谷155千克;粗蛋白含量由原品种的8.7%提高到12.08%。“航天芝麻1号”,个大、抗病、抗倒伏,平均株高比其他品种高2.2米,单株蒴

果98粒,培育成功后,就被一家上市公司以100万元买断了生产和全国经营权。太空黄瓜“航遗一号”,最大单果重1800克,长52厘米,直径为6厘米,维生素C含量提高了30%,可溶性固形物含量提高了20%左右,铁含量提高了40%。太空菜葫芦,长达75厘米,平均单果重4千克左右,最大单果重8千克。太空番茄,平均单果重在350克左右,最大单果重375克。还有抗病番茄、速生林木、优质中草药、高产小麦等航天种子也相继诞生。

在微生物菌种选育方面,我国已经选育出多种效益高、品质优的抗生素和微生物菌种。例如:太空灵芝抑瘤效果极为显著,氨基酸总量达10.3%,子实体产量提高75%,优极品率达88.9%。

经过20多年的发展,我国航天育种在培育稳定、高产、优质新品种方面,已经取得突出进展。据统计,已育成并通过国家或省级鉴定的新品种60多个,并已大规模应用于农业生产。目前,仅中国西部航天育种基地的18个航天蔬菜新品种,已经推广到国内25个省区;累计推广面积96万亩,其产量较当地主栽品种提高了10%~30%。据农业部门统计,中国航天农作物品种已经累计推广3600万亩,增产粮食13亿千克,创造直接经济效益21亿元。航天育种的产业化已初露端倪。

## 航天育种需要科学发展

目前,我国航天育种的研究和应用还处在发展阶段,在作物空间环境响应或诱变机理、提高突变预见性和选择效率等基础研究方面,明显滞后于应用研究。

航天育种本是一项严肃的科

研和产业,但在我国市场经济大潮的冲击下,有被儿戏、被神化的趋势。近年来,一些假借“太空产品”之名,对蔬菜、水果和药材新品种大肆进行虚假和夸大宣传,搅乱了航天育种科研的清净。以辣椒为例,近年国内出现了一种果实硕大的甜椒,被称作“太空甜椒”。事实上,这种辣椒品种在以色列等国家早已存在,只是近

年被引进到国内种植,种植户与消费者往往信以为真。“太空南瓜”也因个体庞大曾名噪一时,其实国内早就拥有了这个品种。有些企业,让酒曲菌种到太空转一圈,就声称生产出“太空酒”;让蚂蚁到太空转一圈,就声称制造出灵丹妙药;售价几十元一粒的“太空西瓜”种子,结出来的却是普通西瓜。更有些糊涂的专家声称,有了航天育种,传统的育种方法可以淘汰了,袁隆平可以告老还乡了。不可否认,航天育种作为生物育种研究的一个方向是被肯定的,但值得注意的是要去伪存真,不能草率地将科研成果与商业推广对接。

另外,航天育种的产业化还不尽如人意,一些航天良种推广得不快、不广,许多成果只停留在中试阶段和小规模生产。以航天育种最多的水稻为例,最好的品种也只推广了100万亩,这和杂交水稻上亿亩的规模有天壤之别。

据统计,近4年来,由航天育种培育出的农作物新品种已经累计推广850万亩,增产粮食3.4亿千克,创经济效益5亿元。其实,这样的成绩仅仅是一个开始。由于我国现有耕地的三分之二为中低产田,粮食平均亩产仅为不到400千克。如果按10%的耕地面积推广航天育种培育出的农作物新品种,那么每年水稻的产量将增加25亿千克,小麦产量增加14.4亿千克,将创造数十亿元的

太空矮高粱:2002  
年由“神舟三号”  
飞船搭载





产值。同时,我国还有45000万亩的盐碱地和沙地,利用航天育种培育出耐寒、耐旱、耐盐碱的农作物,将对我国的低品质土地的开发和利用、对改善环境,有着更为深远的影响。

我国作为目前世界上仅有的3个掌握返回式卫星技术的国家之一,在航天育种领域取得的一系列开创性的研究成果,曾在世界著名的《自然》和《科学》杂志上作专题报道,吸引了世界科学家的关注。随着国家航天育种工程项目的实施,具有我国自主知识产权的航天育种技术,必将为我国育种技术进步和农业发展做出更大贡献。愿中国的航天育种

事业取得更大发展,愿更多的航天种子在希望的田野里生根、开花、结果。■

#### 作者简介

奇云,安徽淮南联合大学副教授,淮南市科普作家协会理事长,长期从事高校教学与科研工作,主要专业特长为生命科学基础理论与高级科普创作。

注:本文太空作物的部分图片及资料来自 <http://www.zkht.cn/>

(责编 桑新华)

1. 太空红番茄: 1996年由我国国土资源卫星搭载
2. 航丰1号棉花: 1996年由我国国土资源卫星搭载
3. 太空彩棉: 2002年和2003年分别由“神舟四号”飞船和“神舟五号”飞船搭载
4. 太空西葫芦: 2002年由“神舟四号”飞船搭载
5. 太空醉蝶: 2003年,由我国第十八颗返回式卫星成功搭载
6. 太空白茄: 由中国神舟号实验飞船搭载

