

2016
中国好书

插图版科普读物

航天育种简史

郭锐 李军 著

陕西新华出版传媒集团



陕西科学技术出版社

Shaanxi Science And Technology Press

插图版科普读物

航天育种简史

郭锐 李军 著

陕西新华出版传媒集团



陕西科学技术出版社

Shaanxi Science And Technology Press

图书在版编目(CIP)数据

航天育种简史 / 郭锐, 李军著. — 西安: 陕西科学技术出版社, 2016.11 (2017.4 重印)

ISBN 978-7-5369-6840-0

I. ①航… II. ①郭… ②李… III. ①航天科技-应用-诱变育种 IV. ①S335.2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 277310 号

航天育种简史

出版者 陕西新华出版传媒集团 陕西科学技术出版社

西安北大街 131 号 邮编 710003

电话 (029) 87211894 传真 (029) 87218236

<http://www.snstp.com>

发行者 陕西新华出版传媒集团 陕西科学技术出版社

电话 (029) 87212206 (029) 87260001

印刷 陕西龙山海天艺术印务有限公司

规格 787mm × 1092mm 16 开本

印张 13.75

字数 140 千字

版次 2016 年 11 月第 1 版

2017 年 4 月第 3 次印刷

书号 ISBN 978-7-5369-6840-0

定价 86.00 元

版权所有 翻印必究

序一

可贵的探索

自 1961 年加加林首次飞天，世界载人航天已走过了 50 多年辉煌历程。中国载人航天从 1992 年立项启动，到目前空间实验室任务顺利推进，已先后把 11 名航天员送入太空，成就斐然。虽然人类进入太空已不再是什么稀奇的事儿，太空探索也取得了骄人的业绩，但宇宙中还有太多的谜团等待我们去破解，特别是涉及空间生命科学的问题一直是科学工作者关注的热点和焦点。

我们知道，对地球生命来说，太空是个极其危险、难以生存的地方。那里不但远离大气层、温度极低，而且还要时刻面对来自宇宙空间四面八方的高能射线辐射等各种各样的考验。尤其是当航天员需要在太空中长期工作和生活时，比如在空间站从事长期研究，甚至进行奔向月球、火星等以深空探索为目的的长期飞行时，可能会面临什么样的困难？怎样确保其人身安全不受威胁、健康状况保持良好、日常生活顺利维持？当人类最终需要向外星球移民，或者在月球、火星上建立用于科学研究、矿产开采等的永久基地时，生活问题又将如何解决？用来满足人类营养和能量需求的地球植物如粮食作物、蔬菜瓜果等，能够在严酷的太空环境和其他星球表面环境中顺利生长吗？

这些问题的提出与解决，便是航天育种科技的最初由来。不过，令世界各发达国家刮目相看的是，中国的航天育种科技和产业竟然后来居上、异军突起，短短几十年便发展到了独步全球的规模、层次和水平。究其原因，主要就是中国政府不但懂得“面向太空”、重视集中力量加快推进航天科技创新发展，而且能够“俯视大地”、重视利用航天科技来解决特殊国情下需要尽快解决的种种现实问题，尤其是中国农业迫切需要从创新改革种业开始、迅速实现整体变革的问题。

这是既有现实意义，又有战略价值的重要决策。也正因为如此，早在1987年8月，我国就利用第九颗返回式科学试验卫星，将一批水稻和青椒等农作物种子搭载上天。2006年9月，中国首颗、也是全球第一颗专门用于航天育种研究的返回式卫星“实践八号”被发射上天。这颗“破天荒”的卫星，一次搭载了粮、棉、油、菜、果、花等9大类2000余份、约215千克的种子，在太空飞行15天后顺利返回地面。事实上，自1987年以来，不仅是返回式卫星，就连“神舟号”系列飞船、“天宫二号”实验室，也都兼有进行航天育种研究的任务，而且每次都有，从未中断。

正是这种不遗余力、持之以恒的努力，才使得中国的航天育种事业始终在伴随着航天科技的发展而发展。但是，与航天员或科研仪器所不同的是，绝大多数种子最终是要落地生长、代代相传的，否则便难以形成系列新品，难以对创新改革中国农业，尤其是现代种业产生应有价值。而种子从返回地面那一刻起，就会有一大批担负地面实验室选育任务的育种专家参与进来；当某种

太空种子基本定型、开始进入大田选育阶段以求形成批量育种规模时，又会有更多的各级各类的相关研究人员参与进来；当新品定型、推广应用时，就更是会有遍布全国各地的基层政府工作人员、农业科技推广人员甚至成千上万的农民参与进来。

这就带来一个全新的问题，那就是上述有关人员中，并不是每一位都受过高等教育，尤其是现代农业科技专业训练。当然，不能说让所有的人员都去弄懂航天科技、天文物理，而是应当对航天育种和太空种子、太空植物的基本内容、来龙去脉、潜在价值、重大意义，都能做到心中有数。如果这种“心中有数”能够覆盖到各级各类相关人员，尤其是直接担负太空种子推广应用职责，并且希望通过种植太空植物来促进当地优化农业结构、扩大经济效益、改善生活状况的基层政府和广大农民，那我们的航天育种事业就一定会出现更大的发展，我们的农业就一定会更好地满足需要，甚至我们的土地利用、污染防治、环境改造等，也都会随之进入全新阶段。

要想实现这个目标，就必须有人来做一项工作，那就是科普，就是把高深晦涩的航天和航天育种知识理论、技术原理、研究成果、未来趋势，转化为通俗易懂的内容，再用老少咸宜的方式，尽最大努力去告诉广大民众，让他们理解、掌握和运用。这不论是对航天育种、中国农业本身，还是对提升国民科技素养、文明程度，都是意义深远、势在必行的。

由于科普作品具有“通俗性”，它能够覆盖的范围、起到的作用、产生的效果有时是纯粹意义上的科学研究、科学技术本身

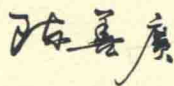
所难以达到的。更何况，科普工作的难度实际上并不小，尤其是要把民众平时并不直接接触的某个领域的知识、理论、技术、成果，巧妙地容纳到一部作品中去，通俗地展示给各行各业、各个阶层和各年龄段的读者，让大家一见就想读、一读就能懂，并不是一件容易的事。

从这个意义上讲，这部《航天育种简史》，是一次难能可贵的探索。它没有单就育种讲育种，也没有单就航天讲航天，而是直接从宇宙起源开始讲起，一直讲到中国航天育种的壮阔前景，讲到今后应当在哪些方面加以改进和提高。在此过程中，宇宙起源、物质出现、生命进化、人类发展、农业历史、早期育种、太空环境、射线来源、核爆原理、世界航天、中国航天、基因变异、种子知识、当前成就、未来展望……全都讲得清清楚楚，而且语言幽默而不呆板，内容宽厚而不晦涩，旁征博引，收放自如，同时还配有大量想象与实际相结合的趣味漫画、精美插图，每页插图又是相关篇章文字内容的更大拓展。

我相信，每一位翻开这部《航天育种简史》的读者，都会像我一样，立即感到并不是翻开了一本书，而是推开了一扇窗户。展现在面前的，是既包罗万象，又紧扣主题；既高端大气，又平易近人；既紧张激烈，又娓娓道来；既横跨宇宙，又直入分子的宏大立体电影。尽管尚不能说这部书已经完美无缺，更不能说它能够针对航天和航天育种介绍所有知识、解读所有问题，但作者这种“在有限空间中覆盖更多领域、在有限篇幅中阐述更多知识、在有限内容中消除更多疑惑”的理念，却是值得我们共同参鉴的。

我真诚地希望，这部《航天育种简史》能够对航天育种产业的进一步扩大影响产生良好的效果，进而对提升民众科学素养整体水平，引导和激励民众，尤其是年轻一代，更加关注中国航天和航天育种事业，树立热爱科学的基本意识、强化投身科学的强烈愿望，发挥更好的作用。

中国载人航天工程副总设计师
国际宇航科学院院士



2016年11月15日

序二

用现代科普塑造现代农业人才

当我翻开这部《航天育种简史》，并被书中如此宽阔的视野、如此丰富的知识、如此幽默的笔法、如此鲜活的图片所吸引，进而一鼓作气全部读完之后，就立即萌生出一种过去没有过的感慨：这就是长期以来我们在培养塑造现代农业人才的过程中，一直在等待的那种优秀科普作品。

之所以这样讲，是因为我们在建设和推进现代农业创新发展的过程中，不断遇到新型农业人才短缺的紧迫问题。诚然，随着各级政府对农业人才队伍建设越来越重视，随着一批批有志根植大地、建功农业者不断涌现，农业人才队伍的整体规模和水平，始终在上升，成为我国“三农”发展的重要支撑。但是，由于现代农业分类细、标准严，尤其是各个层面、各个阶段的科技含量越来越高，对所有从业者的科技素养、科技能力，都在持续提出更高要求。

然而，我们千挑万选、重点培养的农业人才中，并不是所有的人都受过高等教育，接受过研究生级别专门训练的更是凤毛麟角。就是从各类农业大学、科研院所走出的年轻一代，也并不是所有的人都对其专业之外的相邻、相近、相关领域知识都非常了

解。而这种了解，却又是发挥专业能力、从事现代农业所必需的。于是，我们选拔现代农业人才的工作，有时便会觉得在效果上不太理想；我们发展现代农业的努力，有时便会觉得在效益上事倍功半。有的项目，明明适合某个地区的地质、气候、水文特点等要求，明明能够优化当地农业产业结构、造福一方，但却因为缺乏那种在专业技术上具有足够积累甚至一定造诣的高水平人才，最终推广不下去，或者效果不够好，甚至还损害了项目推广者以及当地政府的声誉。

每逢这个时候，我们比谁都希望能有更多更好的、让各个地区各个层次的农业人才都能一看便懂的科普作品，尤其是看过之后就能对自己从事的农业项目、农业科技的来龙去脉全都了然于心，从而对如何去做、做得更有针对性、取得更好的效果、实现更好的效益，做到心中有数，而不是盲目为之，进行不下去了才去临时抱佛脚、四处求援、到处搬兵。毕竟，我们不能让所有的现代农业人才培养对象都长期泡在相关高校或院所中，去学习掌握所有的相关专业理论知识和实践技术，这是一个不现实的、没必要也不可能完成的任务，因为没有哪个人能在有限的生命历程中学完所有相关专业，哪怕仅仅是框定于“农业”二字，也不可能。更何况，“学成”之后还需要大量的时间去投身大地，去运用所学、建功立业。

所以，我们才需要像《航天育种简史》这样纵览宏观与微观、横跨专业与相关、兼容高端与通俗的高水平科普著作。实话实说，我虽然从事农业人才培养工作多年，但对航天育种专业知识的全

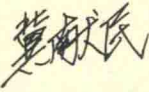
面了解，也正是读了这部《航天育种简史》才实现的。过去，我只知道种子上天后会发生基因变异，但对变异的原理、过程知道得并不深入；我只知道促发种子基因变异的主要是宇宙射线，但对射线来自于哪里知道得并不详细；我只知道宇宙空间中到处都是宇宙射线，但对多数射线起源于几十亿年甚至上百亿年前、跨越浩瀚空间和漫长岁月才来到地球上空，知道得并不准确……也正是因为如此，我才理解了书名中为何有“简史”二字，而且理解了这个“简史”不但是航天育种的简史，实际上就是与航天育种密切相关的整个宇宙，以及太阳系及地球上世间万物演化发展的简史，同时还是中国传统农业发展的简史、世界及中国航天科技的简史。

于是我就想，如果我们所有的现代农业人才，尤其是与现代育种生产有关的人才，在从业之前或之初，就能读到这样的作品，一定会开阔眼界、启发思维，同时也因为不但知其然，而且还知其所以然，所以对自己从事的工作也就必然会更加充满信心，充满自豪。同时，这样的科普作品又为他们提供了丰富的宣传教材，当他们对各级政府官员、当地普通群众讲解自己的技术、成果、作用和贡献时，也能够说得更加清晰明了、准确到位，进而赢得更加广泛的理解和更加坚定的支持。

如果说读过之后还有遗憾，那就是这样的优秀科普作品，还是太少了。由此我也希望，我们各个行业、各个领域的科技工作者，都能与热爱科学、热爱科普、综合知识较为宽泛、写作能力较为过硬的作家加强合作，共同把本行业、本领域的高深科技知识转

化为通俗科普语言、科普内容、科普著作。只有这样，才能实现“百花齐放春满园”的美好愿望，让更多的现代农业人才培养对象，不论其身处什么地区、从事哪类项目，都能随时随地得到这种极其容易吸收的“丰富营养”的强化补充，反过来又能随时随地进行广泛宣扬和传播。毕竟，农业的分类是非常复杂的，单凭一部讲述航天育种的科普著作，是不能同时解读和回答水利、病虫害、气候、土质、污染等所有问题的。从这个角度讲，《航天育种简史》的作者，已经为我们做出了具有启发意义的尝试，已经为我们树立了一个很好的标杆。

借此机会，谨向两位作者致敬，同时也想以这篇序言，向所有科技工作者，尤其是肩负现代农业开发建设和现代农业人才培养管理职责的人，冒昧发出这个永久的倡议。

农业部人力资源开发中心研究员 
中国农学会农业科技园区分会秘书长

2016年11月16日

【目录】

【引子】 惊艳世人的“瓜果之王” ——它们是地球植物吗	001
【第一章】 物质出现与生命进化 ——从宇宙大爆炸说起	011
【第二章】 当人类成为主宰 ——小小种子责任重大	032
【第三章】 变被动等待为主动出击 ——从大农田到实验室	050
【第四章】 宇宙一直在等待我们 ——那里什么条件都有	070
【第五章】 航天科技强劲助推 ——火爆的太空生物实验场	092

【第六章】我们一直在领跑	
——特殊国情，特别决心·····	112
【第七章】不一样就是不一样	
——种子究竟发生什么变化·····	140
【第八章】一切尽在掌控之中	
——既无核沾染，更非转基因·····	165
【第九章】无限风光在险峰	
——前途光明，任重道远·····	186
【参考文献】·····	200
【后记】·····	202

【引子】

惊艳世人的“瓜果之王”

——它们是地球植物吗

对航天育种事业来说，让一大批太空种子、太空植物出现在世界园艺博览会上，是一次极具“划时代”意义的成功策划。这是航天育种科技的累累硕果首次在世界级园艺主题展示活动中精彩亮相，不但引发中国各界人士、广大民众的浓厚兴趣，也受到了许多国家和地区有关组织的广泛关注。

2011年4月28日，以“天人长安 创意自然——城市与自然和谐共生”为主题的“2011西安世界园艺博览会”^[1]（简称“世园会”），在西安东郊的浐灞生态区^[2]隆重开幕。（见图1）

为期178天的西安世园会过程中，来自100多个国内外城市和机构的园艺产品佳作汇聚，精彩纷呈，令成千上万的参观者陶

[1]世界园艺博览会，是由国际园艺花卉行业组织“国际园艺生产者协会”批准举办的国际性园艺展会，堪称各国园林园艺精品、奇花异草的大联展，目的在于增进各国相互交流，展示以园艺为主题的文化成就、科技成果。首届世园会于1960年在荷兰鹿特丹举办；中国已先后在昆明、沈阳、台北、西安、锦州、青岛、唐山各承办过一次。

[2]浐灞生态区，即“西安浐灞生态区”，得名于“长安八水”著名的浐、灞水系。建立于2004年9月，是国家级生态区、西北地区首个国家级湿地公园，欧亚经济论坛永久会址和国家服务业综合试点项目西安金融商务区所在地。位于西安城区东部，规划总面积129平方千米，用于发展集金融商贸、旅游休闲、会议会展、文化教育等于一体的现代高端服务业、生态人居环境产业。

醉不已、流连忘返。

然而，与过去在世界各地举办的往届世园会不同的是，本届世园会特设的“航天植物及航天科普教育展示区”，不仅首开历届世园会之先河，而且始终参观者络绎不绝、赞誉腾涌。（见图2）

不仅如此。除了设在世园会之内的这个“展示区”，在位于西安南郊的西安国家民用航天产业基地，还有一个更大规模展示更多航天植物的分会场，这就是西安航天育种科技产业示范园。（见图3）

那么，不论是在展示区，还是在示范园，参观者们究竟是被什么展品所震撼，甚至发出“它们是地球植物吗”这样的惊叹？

让我们看看当时最“闪亮”的三种植物吧。

第一种，是被公认为“南瓜霸王”的太空南瓜。（见图4）

何以为霸？因为它长得快，比普通南瓜快得多，5天左右就能长到西瓜那么大。不但长得快，而且长得大，实在是太大了，成熟后单瓜体重可达200千克，两个壮小伙子合力都未必能够抱得起来。

所以，如果它不是“瓜霸”，那也没谁能是了。

而第二种呢，就是被戏称为“番茄部落”的太空西红柿。

一根长长的“主干”上，又长出数百条分枝，沿着棚架攀爬生长，最长可达20米，枝叶覆盖面积达150~180平方米，总共能结1万多颗果实，像不像一个兴旺发达的超级部落？

第三种，是堪称“线椒之王”的太空线椒。

这种线椒，不但亩产量始终保持在原地面优质品种亩产4000

千克的纪录之上（1亩约等于666.7平方米），而且果肉厚度、维生素含量、红色素、辣素等关键指标，全都处于领先水平。

其实，当时在世园会上向人们公开展示的，并不只是这三种“瓜果之王”。之所以先说它们，是因为大家对南瓜、番茄、辣椒都非常熟悉，所以现场一看就觉得十分惊奇、感叹不已。

而对其他的植物，多数人并不是很熟悉，虽然在现场看着很新鲜，但并不是每个人都能一眼看出与普通植物有什么明显差别。

比如说，除了“瓜果之王”之外，还有很多“花卉之王”呢！

有被誉为“花中模特”的“太空百合”，因枝干木质性大大增强，因此植株异常高大，平均高度为1.80米，是普通百合的3倍以上，最高的可达2.26米，而且花苞长度近20厘米，每株都可绽放20余朵花，是普通百合的10倍左右。

有株高超过普通品种两倍以上、达到70厘米，花色演变出从浅黄到金黄等多种颜色的“太空金盏菊”；还有花期远远超过普通品种，能够大幅度延长观赏时间、降低养种成本的“太空一品红”“太空孔雀草”“太空万寿菊”“太空金鱼草”“太空瓜叶菊”“太空醉蝶花”……

这些瓜果花卉植物的名字，你听上去都会觉得似曾相识，过去也亲眼见过好多。可是在这里，却又觉得“不敢相认”。

它们真的是地球上的原生植物吗？莫非是从外星球移植来的？怎么长这么大个儿、结这么多果儿、开这么多花儿啊？（见图5）

怎么说呢？