

袁隆平和他的杂交水稻梦

2014年,对于“杂交水稻之父”、中国工程院院士袁隆平和他的团队来说无疑是丰收之年:他们研发的“超级水稻”四期最高亩产(1亩 $\approx 666.7 \text{ m}^2$)突破1000 kg,打破了之前的纪录。

尽管出生于北京,但袁隆平从青少年起就生活在长江流域,中学就读于武汉,大学就读于重庆,毕业后分配到位于怀化的湖南省安江农校,在这里开启了他的杂交水稻研究之路。这也很好解释了这一选择,因为他所居之地,皆是中国主粮水稻的主要种植区域。

袁隆平强调了科研方向的选择,“对我来说,研究杂交水稻的方向是对的,尽管在这条路上挫折与困难重重,但方向对了,终会成功”。

事实也证实了这一点。杂交水稻给他带来了巨大的荣誉,在中国几乎无人不晓他的名字;也给他带来极大的满足感,85岁的他仍然亲自下田,“稻田让我感觉很踏实,不断挖掘杂交水稻的潜能是推动我和团队研究的动力。”他笑着说,“我们有90%的把握在3年内将杂交水稻的产量提高到16 t/hm²。”

在访谈中,袁隆平回顾了自己的研究之路,并且期待中国的杂交水稻能够加快走向世界的步伐,为所有人远离饥饿做出贡献。

与杂交稻结缘

记者: 20世纪60年代您为什么最终选择杂交水稻作为研究方向? 据了解,您之前也研究过红薯之类的作物?

袁隆平: 大学毕业后我被分配到湖南省安江农校工作,教学的同时,我常常做一些试验研究。最初研究的是红薯,但慢慢我发现水稻才是中国尤其是南方的主要粮食作物,而且当地政府也很支持水稻研究。1959~1961年,中国处于三年困难时期,粮食短缺,在饥荒年代粮食比金子还要珍贵。这就是为什么我从研究红薯转为研究水稻的原因。1961年,在选种过程中我发现一株独特的稻株:穗子比一般水稻的大,颗粒很饱满。我非常兴奋,以为自己选到了一个好品种,收获时小心翼翼地收集了这株水稻的谷粒,等到来年把它们播种到田里,认真管理、每天观察。可是到了抽穗时,它们却高的矮、矮的矮、早的早、迟的迟,没有一株像前一代的植株那样。当时我非常沮丧,坐在田埂上,看着那些水稻发呆。突然,一个想法像闪电一样击中了我:如果是纯种,它的后代不会出现分离,只有杂交种才会出现分离,这是一株天然的杂交水稻呀!后来我又做了一些人工杂交,证明了水稻杂交种有优势,产量高,于是我坚定了信心,研究杂交水稻。



袁隆平在田间察看超级杂交稻

记者: 杂种优势理论在当时被科学家所接受并认同吗?

袁隆平: 当时经典遗传学理论认为自花传粉植物自交无退化现象,因此认为杂交无优势现象。水稻是自花授粉作物,所以很多专家认为水稻根本就不可能杂交产生杂种优势。但这些都没有动摇我。1964~1973年,我、我的助手和协作组成员一直在尝试采取“三系法”的技术路线,培育不育系、保持系和恢复系,实现“三系”配套,育成三系杂交水稻,以达到在生产中利用水稻杂种优势的目的(三系就是生产这种三系杂交水稻所需要的水稻细胞质雄性不育系、水稻细胞质雄性不育保持系和水稻细胞质雄性不育恢复系,简称不育系、保持系和恢复系。三系杂交水稻即3种具有特殊功能的水稻配合所生产出的具有杂种优势的杂交水稻,即用保持系使雄性不育系能不断繁殖;用恢复系使雄性不育系育性得到恢复并产生杂种优势)。

首先从研究不育系开始,最先是在田间寻找天然的雄性不育株水稻进行培育。我们先后用1000多个品种进行了3000多个组合的杂交试验,但是不育株率总达不到100%。为了解决这一问题,我们开始寻找野生水稻种进行远缘杂交。功夫不负有心人,1970年我们终于在海南的野生稻中发现了野生雄性不育株,命名为“野败”,也正是这个发现奠定了之后的“三系法”杂交水稻育种的基础。

三系杂交水稻培育成功后,水稻产量比普通常规水稻提高了20%。

记者: 三系杂交水稻比普通水稻产量高的原因是什么?

袁隆平: 具体原因很难用一两句话讲清楚。概括来说就是杂种优势是生物界的普遍现象,利用遗传背景不同的亲本杂交会增强杂种的活力,从而产生杂种优势,提高产量。

记者: 我们也知道,您研究杂交水稻的时期中国正

好发生了“文化大革命”，在这一时期您是如何继续进行研究的？

袁隆平：我觉得要感谢当时华国锋同志的支持，他一贯很重视农业，主张加大农业研究力度。那时候我们的试验转移到了海南和广西，使得我们的研究工作不被打扰。

从“三系”到“两系”

记者：20世纪80年代，您又提出用“两系法”杂交水稻来替代“三系法”，这种研究思路转换的原因是什么？

袁隆平：虽然三系杂交水稻显著提高了水稻产量，但我们还觉得远远不够。再者20世纪80年代中后期三系杂交水稻的产量开始徘徊，因此我们也必须寻找更为高效的育种方法，而两系法就是我们想到的最有潜力的育种方法。两系法杂交稻，就是建立在一种特殊的雄性不育水稻基础上的育种技术，即光温敏雄性不育系。与三系法相比，其优越性是在夏季高温长日照条件下表现不育，可用于制种；而在春、秋平温短日照条件下表现为可育，可进行自身繁殖，即一系两用，省掉了保持系。相比较而言，三系法3个亲本之间存在恢保关系，而两系法2个亲本之间无恢保关系，可自由配组，95%的水稻品种都能使不育系育性恢复，因此可大大提高育种效率。

1995年，我们获得两系法杂交水稻选育的成功。1996年，农业部提出“中国超级杂交水稻培育计划”，我们开始了超级稻的育种研究。值得骄傲的是我们已经分别于2000、2004和2012年实现了亩产700、800、900 kg的前三期目标，2014年我们突破了亩产1000 kg是第四期目标。

20世纪80年代日本和国际水稻研究所(IRRI)也提出了“超级稻”的概念并开始研究，日本的目标是亩产800 kg，国际水稻研究所的目标是亩产800~850 kg，但他们都没能实现各自的目标。所以中国超级稻的育成使中国水稻研究和产量均处于世界领先水平。

记者：两系杂交水稻是否还有一些不完善的地方？

袁隆平：是这样，两系法也有自身缺陷，例如2009年我们在江苏盐城的两系杂交水稻制种就失败了，因为在抽穗的过程中，反常的低温导致低温敏雄性不育系由不育变为可育，造成制种失败。

记者：这就是说，两系法杂交水稻的适用范围是有限的？

袁：目前来说是这样。两系法基本上是种植在长江以南，即低于北纬33°的地区。我们正在研究如何提高超级稻对区域和温度的适应性。另外，特别想强调的是，植株形态和杂种优势利用对提高产量有重要影响，优良的株叶形态使叶片接受光照面积大，可以提高光合效率利用率。

记者：对于超级稻来说，产量的上限值是多少？

袁隆平：目前我们的超级稻已经突破了亩产1000 kg，但产量还有增长的空间。根据现有的资料，水稻的光合作用效率最高可以达到5%，如果我们可以将在湖南种植的超

级稻的光合作用效率提高到2.5%，亩产就可以达到1500 kg，所以超级稻还有很大的进步空间。

记者：要达到这个目标，除了好的品种还需要具备哪些条件？

袁隆平：我们正在进一步优化品种，但必须强调的是，除了良种还要有良法、良田、良态，优良品种的潜力充分发挥，当然还和气候有关系。就像建房子，需要各种条件都具备才行，“四良”配套才能实现超高产。

梦想仍待实现

记者：您除了提出两系法杂交水稻，也提出了杂交育种的远期发展目标。

袁隆平：我们育种战略是从三系到两系，再到一系。现在，超级稻的研究主要是利用两系法育种，我们已经实现了第一期、第二期、第三期和第四期超级稻的目标。我们正在向第五期超级稻16 t/hm²的目标进军。今后在常规技术的基础上，需要结合使用先进的分子生物技术，来实现杂交水稻的超高产。“一系法杂交水稻”是一个远景，目前进展很小。

记者：您能具体解释一下“一系法”的优势吗？

袁隆平：一系法利用先进的分子生物技术将外源基因导入到水稻中，通过无融合生殖，固定杂交优势，不需要杂交。但是研究难度很大。

记者：这听起来很有挑战性。

袁隆平：对，目前我们主要还是用传统的方法来育种，包括三系法和两系法。一系法是在分子水平上的操纵，虽然现在全世界很多科学家也在为之奋斗，但还没有看到明显进展。

记者：据了解，您的团队也在尝试将玉米的C4基因转入水稻的基因组以提高光合作用效率。

袁隆平：是这样。我们目前已经锁定了4个基因中的3个，而且已经把它们转入到水稻的基因组中，但还没有令人满意的结果出现。

记者：基因工程，尤其是转基因技术在中国引起很大的争议，您怎样看？

袁隆平：在我看来，通过我们设计的技术路线，传统的育种技术还有潜力可挖。但分子技术与常规技术相结合是今后的发展方向，转基因技术是分子技术的重要方面。未来的一系法育种肯定要涉及转基因技术。我理解有些人对于转基因作物的担心，但在我国，与转基因相关的法律与规定非常严格。我认为研究应该积极，推广应用应该谨慎。

记者：中国作为农业大国，政府也一直很强调农业和农村发展。您怎样评价中国在该领域的发展？

袁隆平：这是一个非常复杂的问题。我认为中国的农民长期生活在社会的最底层，而且经济上没有足够的安全感。目前，中国有约一半的人口从事农业，说明农业生产的效率还很低。当更多人从农业转移到其他产业，中国才

能真正迈入发达国家行列。在我看来，中国未来的农业应该具备5个特点：机械化、电气化、智能化、良种化、艺术化。田园很漂亮，产品很漂亮，各方面都很漂亮。

记者：作为农业科学家，您不仅对于中国的粮食安全，也对世界的粮食安全非常关注，您也非常希望杂交水稻能够走出国门，走向世界。现在这个愿望的实现还面临哪些困难？

袁隆平：杂交水稻已经走出国门，使杂交水稻覆盖全

球确实是我的梦想。目前世界上有22亿亩水稻，如果杂交水稻种植面积能够达到一半，那就能多养活4~5亿人，非常可观。但由于各方面的原因，我们还没有能够实现这一理想。虽然美国已经种植了我们的杂交水稻，但也是经过国家农业部、科技部、安全部的批准才达成的。我们掌握着杂交水稻的核心技术，没有必要太担心资源流失。我期待国家能够在杂交水稻走向世界问题上更加开放，并鼓励国内龙头种业走出国门，参与国际市场竞争。

英文原文“Wang L. Yuan Longping: hybrid rice is on the way to fulfilling its potential”发表于*Science Bulletin*, 2015, 60: 657–660

(记者 王玲)