

# 超级稻如何成就“吨粮田”

■本报记者 成卿

2013年4月,农业部副部长韩长赋在海南三亚田间和中国工程院院士袁隆平共同宣布启动超级稻第四期攻关计划,拨款1000万,预计历时五年完成。仅过了不到半年,两系法杂交稻组合“Y两优1号”就在湖南隆回创造了亩产988.1公斤的超高产记录;今年10月,该品种在湖南溆浦更是将百亩亩产冲到了1026.7公斤,标志着第四期目标提前完成,“吨粮田”诞生。这些看似简单的数字究竟是如何得出的?回顾历时十余年的中国超级稻攻关计划,又是如何一步步解决了哪些问题?是否如一些公众所担心的,是通过转基因技术或大量化肥投入得来?本报记者多次深入测产现场,对权威专家进行实地采访,试图呈现这一系列数字背后的故事。

## 见证“奇迹”

在湘西雪峰山东麓海拔数百米以上,邵阳隆回和怀化溆浦两县相隔数百公里,却因“超级稻”三个字成了福地。进入9月,眼看着田里的稻子长势喜人,“杂交水稻之父”袁隆平要来的消息在丹道悄然传开。

2014年的秋天对袁隆平来说是个特殊的季节。各地发来的前期数据让他既开心又紧张:万一消息放出去了,测产结果又差那么一点点,怎么向全国人民交代?

记者曾几次去他的办公室,发现他在会客时总是谈笑风生,但当独处或是和助手商量工作时却总是眉头紧锁。

究竟哪里的稻子表现最好?老天会不会作美?还有哪些准备工作没做到位?很多问题让他放心不下。

曾创造亩产900公斤等“奇迹”的隆回县首先被纳入考虑。9月底,这里迎来了由中国科学院院士谢华安带领的专家组。前不久,由湖南省组织的前期测产结果曾“侥幸”突破千公斤,但这仍然令袁老感到不太放心。旋即,一批科研骨干在国庆前后被调往溆浦县开展抽样测产。

溆浦取代了隆回,成为最终见证亩产千公斤测产的幸运之地。

袁老的学生、育种科学家邓启云是这次测产品种“Y两优900”的主要选育人。就在10月10日农业部专家组到来前,邓启云提前两天赶到测产地——湖南溆浦县横板桥乡红星村。9日一整天,记者跟着他在田里转悠,查看田块、水稻长势、灌溉条件、数据数,为第二天的测产作准备。

10月10日这一天的日头渐渐升到了头顶,时针渐渐指向了中午12点。

“袁老师来了!”人群中不知谁嘀咕了一句,记者、官员和农民立刻从各个角落一起涌了上去,将从村口进到测产田间的一块不大的坪围得水泄不通。

此时,测产专家组组长、中国水稻研究所所长程式华正在一家农户前的坪里翻晒着稻谷,为测产最后一环——测定含水率作准备。他笑着对记者说:“我也想去迎袁老,但我不能去,我得坚守岗位。”

晒稻谷是为了将其烘干到国家规定的13.5%的含水率标准。虽然经过几天的充分日晒,稻谷里的水分已经差不多了,但考虑到含水率测定仪的精度,还需要仔细晾晒。

这不是一次简单的数学题游戏。就连隆回县羊古坳乡农技站站长都知道,袁老是一个对数据特别较真的人,一丝都马虎不得。他告诉记者,袁老要求乡里报上去的所有试验数据至少都精确到小数点后两位,而不能报个整数了事。

## “千公斤”的诞生

程式华告诉记者,任何仪器都有测量范围。如



袁隆平(中)在田间听取品种主要选育人邓启云(右一)介绍情况。

成卿摄

稻谷很湿,水分含量高会导致测不准。因此除要求充分晾晒外,他还特别要求水分仪、磅秤、皮尺等所有测量工具全由湖南省农业厅提供,而不能由科研团队自己或当地县市提供。

不仅如此,为保证田块面积的准确,专家还动用了GPS测量仪,沿田边走上一圈,对皮尺的测量结果进行验证。

“数据准确是测产结果可信的大前提,如果这一点没保障,后面的就都成数字游戏了,因此必须先把握前提条件控制好。”程式华介绍说。

过去作含水率测定时,从一块田里往往只取一袋稻谷样品,而且是从大袋里一拿出来就直接去称量,误差有可能很大。此外脱粒机的工况和性能不同也会造成误差。

而这一次,专家组在每块田里都准备了两台脱粒机,在随机取两份样品进行脱粒除杂后进行编号,之后再将这些稻谷一粒粒摊开在开阔的地方晾晒。

程式华表示,农业部组织的测产要求很严格,从这次的组织来看没有一丝造假的可能。“数据绝对靠得住。”他说,“测产工作不能仅看最后的数据,更要看数据测定的过程,这才是科学、负责的态度。”

提前赶到的袁隆平一边微笑着向乡亲们致意,一边在找程式华。十多分钟后,穿过人墙的他径直朝程式华所在的晒谷场快步走来。他双手紧握着这位比自己年轻不少的同行的手,向他致以简单的问候:“辛苦了。”

没有过多打扰“主考官”的工作,“运动员”袁隆平很快离开,他要去测产田里看一看他最爱的水稻。他健步走在那条只能放下两只脚的田垄上,眼里看着水稻,回头向工作人员不断询问:“其他专家在哪里?”

虽然一路上媒体记者的长枪短炮个不停,中央电视台的直播现场也已早早准备好,但这位科学家深知,今天不是一场表演秀,而是一次严谨的科学试验。主角不是他,而是田里的水稻和工作着的专家。

到了被抽中的一块测产田前,袁隆平停了下来。他弯下腰,双手摩挲着又直又长的禾叶,将抽得满满而又饱满的穗子摊开在掌心,数着粒数,脸上终于绽开了笑容。此时的他似乎已经心里有底了。

一位记者问道:“您说过水稻是美女,那您觉得今天眼前的稻子美吗?”袁老笑了起来:“当然

美了,是最美的美女!”一股快乐的气氛在空气中传播开去。

从田里回来后,袁隆平来到一个农户家里,并和中心的其他科研人员一道耐心等待着专家组的测定结果。

最终数据计算出来:1026.7公斤!工作人员将数据第一时间告诉在房间里等候的袁隆平,他的眉头彻底舒展开,打电话将这一喜讯告诉了北京。

半小时后,农业部的新闻发布会提前举行,全世界都知晓了中国超级稻创造的这一新纪录:1026.7公斤。

## 跨入半高秆时代?

2012年底,就在超级稻第四期攻关目标提出后不久,杂交水稻国家重点实验室学术委员会在长沙举行第一次会议,袁隆平首次阐述了自己对第四期攻关的理解和战略构想。

“社会发展都是螺旋式上升的。”在简要回顾水稻形态发展过程后,袁隆平说。他举电脑的例子说,以前的电脑很大,“后来小、小、小,小到巴掌那么大,再后来又大了,大到房子那么大,这便是事物发展的规律”。

袁隆平的这一观点主要是针对水稻株型,特别是株高。据介绍,传统水稻原来一直是高秆,高度在一米七八左右,产量一般在400到500斤;到了上世纪60年代初后变成矮秆,产量得到极大提高。后来,水稻产量进一步提高到1000斤左右的“半矮秆”时代。

袁隆平认为,水稻株型是先从高秆降到矮秆,再从半矮秆、半高秆、高秆、新高秆直到超高秆,即呈现“螺旋式上升”的趋势。

本世纪初,继日本和国际水稻研究所之后,农业部提出以超高产为目标的“中国超级稻”计划,此后,水稻高度进一步提高,杂交水稻逐渐跨入“半高秆”时代。

据了解,超级稻第一期的品种以“两优培九”为代表,株高仍在一米左右,属半矮秆,但产量已提高至亩产700公斤,第二期产量则增加到800公斤水平,水稻秆子也变得更高了,达到了1米2;第三期亩产突破900公斤时,由邓启云领衔创制的“Y两优2号”已经超过了1米2,其余超级稻第三期品种也都长高到了1米2至1米4之间。

“在收获指数保持在0.5的前提下,最有效最

简单的方法就是把株高升高。”对于株型与产量之间的关系理论,袁隆平称之为“形态改良”。

正是“形态改良”这一理论,成了超级稻攻关从第一期到第三期成功的关键武器。在继续“两系法”挖掘品种间杂交优势利用潜力的基础上,育种家们开始重视对水稻株型的改造。

在现代育种家眼里,大田生产就像一座绿色工厂。他们考虑的是怎样增加绿色生产的马力,使作物从太阳光那里捕捉更多的能量,以转化为更高的产量。但在不少人眼里,似乎认为水稻产量的增加主要源自对土地地力的“掠夺”,这实际上是一种误解。

邓启云告诉记者,形态改良主要围绕光能利用率,目的是捕捉更多的光能,同时保持好的透光性。“如果株高太矮,叶片就会太‘挤’,甚至密不透风,光合作用效果就会降低,中下部叶片根本照不到太阳光。这时的叶片就不再是物质生产者,而是白白成了光能消耗者,成了一个消耗器官。所以必须提高株高。”

邓启云向记者详细介绍了超级稻前三期的育种经历。第一期的代表组合是“Y两优培九”,主要在于塑造了较为成功的理想株型,为避免两兜不长得过于“笔挺”,使中间漏光损失太大,育种学家让水稻叶片尽量向四周生长,让叶片都搭接起来,以捕捉更多的太阳光。

到第二期攻关时,邓启云主持选育的“Y两优1号”开始崭露头角。他告诉记者,这一期主要是将水稻育种周期发展到全生育期,即让水稻在每一阶段都长成科学家想要的样子。孕穗期是水稻一生中叶片最茂盛的时期,此时叶面积指数最大,“整个田里都密密麻麻的”。

“但水稻互相间也会打架,竞争,抢太阳。”邓启云介绍,随着水稻捕捉阳光能力增强,此时又要开始想办法减少水稻间的竞争,又是使水稻的叶片直立起来。“你长你的,我长我的,都向空中要阳光。”

进入第三期攻关,“Y两优1号”有了一个新兄弟“Y两优2号”。此时,邓启云等将“动态理想株型”和“全株理想株型”结合起来,用他自己的话说就是“从头改到脚”。

“我们把上面的空间全部让给叶片,尽可能增加太阳光捕捉量;同时在下部想办法,增强水稻抗倒伏性。”邓启云介绍说,一种办法是把秆增粗,但这样一来会导致穗数下降,最后未采用;第二种是降低水稻“节结”的高度,结果“Y两优2号”的茎秆比“Y两优1号”还变矮了一点,“但叶子长了,穗数也长了”。

为什么“Y两优2号”相比“Y两优1号”不但没有长高,反而还矮了一点?对此邓启云认为,这与袁隆平院士提出的高型态改良理论并不矛盾。“袁老师的理论是从长远发展趋势上说的,这并不等于具体到每一次测产时期的育种改进都一定会比原来的品种要高。”他表示,由于考虑抗倒伏等其他性状要求,有时株高可能会稍微变矮。这与“螺旋式上升”的总体发展规律并不矛盾。

“半高秆时代从2000年开始才过了10年,应该还有20年发展空间。”邓启云估计说。

## 解决亚种间杂交四大难题

亩产900公斤的目标实现后,第四期攻关要进一步提高产量至1000公斤,怎么办?

形态改良仍在继续,同时另一个“杀手锏”——亚种间杂交优势的威力开始发挥出来。据了解,“Y两优900”之所以能成为第四期攻关中的最佳“种子选手”,就是在杂种优势利用上下了功夫——充分利用了籼、粳亚种间杂交优势。

袁隆平的这段概括被很多人奉为经典,“通过育种提高作物产量,只有两条有效途径。一是形态

改良;二是杂种优势利用。单纯的形态改良,潜力有限。杂种优势不与形态改良相结合,效果必差。其他育种技术,包括分子育种在内,都必须落实到优良的形态和强大的杂种优势利用上来。”

对这一点,邓启云深有体会。他在湖南农业大学念书时,学校特招了一批体育特长生,其中有个打篮球的小伙子身高1.92米。在食堂排队打饭时显得“鹤立鸡群”,可奇怪的是他的身体素质并不好,“我们随便哪一个扑上去,几乎都能从他手里抢到球,速度、爆发力都不够。”在这位育种学家今天看来,篮球运动员需要高大的体格,才能在拼抢球中占到先机,也就是和籼稻一样要有优良的形态。但若只有体格或形态,没有强大的身体机能就没有意义,这就需要杂种优势了。

邓启云告诉记者,在超级稻第三期攻关之前,都只能算品种间杂交或亚种间杂交,直到第四期开始籼、粳杂交,才进入亚种间杂交阶段。

杂交的目的是制造和产生有利的变异。不过,“现在我们对于杂种优势产生的机理还远远没有弄清楚”,邓启云解释说,如将两条分别来自籼、粳的染色体配对,产生的影响有时是正向的,有时却是反向的,育种学上称之为“互补”和“互作”,“后者可以理解为一种‘负优势’”。

此外,与古老中药方的配置类似,杂交过程中的比例控制也有待掌握。“我们把籼粳亚种的一些染色体掺和在一起,但并不确定什么比例是最恰当的,究竟哪个比例最好?”水稻共有5万多个基因,究竟哪个基因在起什么作用,科学家仍需要做大量工作。

“未来也许要等到我的学生这一代才能彻底弄清楚。”邓启云指着年轻的博士生助手吴俊说。

籼粳杂交成功后,扩大“库容”的问题轻松解决,但问题也随之而来:粒虽然很大,但不结实、不饱满。

邓启云表示,亚种间杂交存在四大难题:一是水稻生育期严重超过亲本;二是株高变得太高;三是子代的结实率低(籼粳亚种杂交子代不亲和,结实率低);四是籽粒充实不良。

亚种杂交,优势很强,但很难利用。如何调和?邓启云介绍,控制手段最主要有两个:一是利用广亲和基因,解决结实率低的问题;二是制造中间材料,把血缘距离拉近。

上世纪80年代,日本学者首先在水稻中发现广亲和基因,后来发现其主要存在于热带的爪哇稻里,可提高水稻结实率。由于籼、粳亚种间相差大,遗传上相差太远,科学家想到利用广亲和基因,先制造中间材料,从而将遗传差距过大带来的不利影响降到最低。

湖南的育种家们还联合了中科院等单位的团队,在改善根系动力上下功夫,以增强运输功能,使水稻在灌浆期间动力充足。“杂种优势不仅表现在形态上的高大,还表现在看不见的生理机能上,比如光合速率、蒸腾拉力、根系活力等。”

目前,四大难题中前三大难题已基本解决,只剩下籽粒充实不良的问题,这是摆在亚种间杂交技术面前的最后一关。

事实上,籼、粳亚种间杂交不仅有助于增产,对稻米品质的改进也大有裨益。在采访的最后,程式华告诉记者,南方米偏硬,北方米偏软,通过籼粳杂交,把北方粳稻的一些血缘导入到籼稻中去,可以降低米的硬度,改善米的口感,使越来越挑剔的南方人觉得更好吃。但在本来就吃惯了软米的北方人而言,籼粳杂交稻的推广就相对困难,可能需要从别的途径来突破产量。

地理生态条件的复杂和人们口味的多元,正是超级稻计划在推广时面临的新挑战。从“禾下乘凉”到“覆盖全球”,袁隆平这两个富有浪漫色彩的梦想能否完成,都需要今天的科学家们付出更多的智慧和心血去努力。

有深度的悦读

北京市第一本大型生活娱乐周刊

带给世界科学的深度新闻

《科学新闻》是中科院主管、中国日报社主办、服务于职业科学家的中国最高层次的科学类新闻杂志。日前,该报全部调高两院院士、部委科技管理者、大学校长等教育科研管理者、部分“千人计划”入选者、主流科学家在内的万余读者。

2013年5月,《科学新闻》与美国《科学》杂志进行战略合作,成为《科学》在中国内容特供伙伴。

《科学新闻》杂志电子版最大程度保留了纸媒杂志的优势:精美的排版、高质量的文章和图片,能够带给读者熟悉的阅读体验。

《科学新闻》以其高权威性、权威性和科学性被广大科研工作者和科技政策制定者广泛认可与喜爱。

科学网 ScienceNet.cn

构建全球华人科学社区

主要频道

- 新闻 | 国内外科技进展与高教要闻、高端在线访谈、精英科教专题
- 博客 | 高端科研人群的实名交流空间
- 论坛 | 基于SCI论文的重要科学进展报道
- 人才 | 国内外中高端人才流动平台
- 院士 | 全面反映院士风采的权威平台
- 电子杂志 | 精选科学网一周精彩内容,覆盖三十万一线科研人群
- 服务领域 | 生命科学 | 医学科学 | 化学科学 | 工程材料 | 信息科学 | 地球科学 | 数理科学 | 管理综合

科学网微信二维码

主管单位:中国科学院 中国工程院 国家自然科学基金委员会 中国科学技术协会

http://www.sciencenet.cn