

①  
40-45

# 水稻新株型——超级水稻的评价 A Review on Rice New Strain "Superrice"

韦燕萍  
Wei Yanping

李容柏  
Li Rongbai

S511.02

(广西农业科学院 南宁 530007)

(Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning, 530007)

**A** **摘要** 随着人口的不断增长, 目前的水稻高产品种将越来越赶不上人类对粮食需求的增长。国际水稻研究所已培育出一种水稻新株型, 即“超级水稻”, 新型超级水稻的增产潜力比现有的高产品种高 25%, 达到每公顷 13 t。这超级水稻育种计划始于 1988 年, 将在本世纪末下世纪初可得到适当的推广, 这项计划被认为是有效地解决人类特别是亚洲消费稻米国家粮食短缺问题的重要措施。

**关键词** 水稻新株型 超级水稻 评价 品种, 栽培

**Abstract** With the population continuing to grow, the present high-yield rice varieties released are increasingly unable to meet the demand of human for rice. IRRI are developing a new strain of rice, "Superrice", which yields 13 t/hm<sup>2</sup> with 25% more than dose the existing high-yield rice varieties. This program of developing "Superrice" started in 1988, and it will be popularized to some extent by the end of this century and the beginning of next centry. It is considered that "Superrice" program will be an important measure to effectively solve the problems of food shortages for humanity, especially for the countries consuming great quantity of rice.

**Key words** new rice strain, superrice, evaluation

根据经济学家对目前粮食情况和未来 30 年因人口的增长对粮食需要的分析, 水稻育种家审视了过去育种的成就和目前水稻品种和水稻生产存在的问题, 对水稻株型进行了重新设计, 这种新型水稻就是超级水稻。超级水稻按设计比现有高产的水稻品种增产 25%, 它将有效地解决人类特别是亚洲各国 21 世纪所面临的稻米短缺问题<sup>[1,2,8]</sup>。

## 1 水稻生产面临的挑战

在消费稻米的主要国家中, 印度、尼泊尔、孟加拉、菲律宾和越南等人均提取食热量仍没有达到日 1 万 J 的最低健康标准。然而更多国家所面临的是人口快速增长所带来的严重的

1996-06-15 收稿。

粮食问题。据估计，到2000年，世界人口将增加到62亿，到2025年将增加到83亿。90年代亚洲人口将增加18%，30年内将增加53%。亚洲是稻米的生产和消费的主要地区，其2025年对稻米的需求量将比现在增加70%，这就是说亚洲的水稻产量必须由目前的4.8亿吨增加到8亿吨<sup>[3,6]</sup>。因此，在目前水稻产量还不能满足人民需要的情况下，怎样才能满足由人口增长所带来的不断增长的稻米需求是对水稻生产所提出的严重挑战。

到21世纪已不可能靠扩大水稻种植面积增加水稻产量，而且由于其他方面对土地的需求，要维持现有的水稻种植面积也非常困难。

水资源短缺也将会在许多水稻种植国家中出现以致灌溉水稻的面积也难以继续扩大。

消费稻米国家都是发展中国家，农业设施不完善，农业投入低，水稻的生长环境还很脆弱。然而水稻与其他许多作物相比也是很脆弱的作物，突出表现在需要良好的水肥环境，抵御病虫害及不良气候因子的能力差等。因而水稻生产的现状可描写为脆弱的作物生长在脆弱的环境下满足穷人的粮食需要<sup>[4~6]</sup>。

正是由于这些原因，新增加的水稻产量必须在较少的水、肥、劳力消耗，较少的损失，较少的污染和较目前少的土地条件下去实现。

解决挑战最可行的途径是培育具有更高产潜力的水稻品种。

## 2 回顾与展望

水稻育种的历史，60年代末到70年初，以半矮秆水稻品种的育成为标志的水稻绿色革命，使水稻品种的产量潜力由每公顷1.5 t~4.0 t增加到每公顷6 t~10 t。半矮化育种的主要成就是对水稻株型进行了改良，因而又叫株型育种。传统的高秆品种株高110 cm~180 cm，叶薄、长、窄和下垂，分蘖多，穗数少，生长期长(140 d~180 d)。改良的半矮秆品种株高90 cm~110 cm，叶较薄、短、窄而直立，分蘖力强(25个/株)，每株可达15穗，生长期110 d~140 d。由于半矮秆水稻品种比传统品种具有多得多的产量潜力，从70年代至今，几乎所有推广品种都是半矮秆品种，其中两个IRRI育成的品种IR36和IR64被推广到众多国家大面积种植。目前采用的杂交水稻也是半矮秆亲本<sup>[8]</sup>。

到本世纪末，半矮秆高产品种已种植30年，这种改良水稻虽然突破了数世纪之久的遗传产量障碍，在水稻生产中发挥了突出的作用，然而目前的水稻生产却出现了停滞不前的局面，全球年稻谷增长率在1975年以前3.6%，1975年~1985年是3.2%，1985年~1993年下降至1.7%<sup>[6]</sup>。因此从水稻生产所面临的挑战考虑，目前半矮秆株形的高产品种已越来越不适应水稻生产的需要。

水稻育种必须考虑产量增加的遗传限制，稳产的生物物理制约因素和不可避免的气候变化和环境条件对水稻生长的影响。

## 3 目前水稻生产存在的突出问题与解决的办法

自从80年代后期以来，水稻产量的增长低于需求的增长，甚至没有感觉到稻谷产量有明显的增加<sup>[1,10]</sup>。

新品种的产量潜力没有明显增加，生产水平已接近品种的产量潜力；水稻种植面积逐渐减少；水稻病虫害日益严重；原始和次生基因库不断萎缩；包括耕地和水资源在内的水稻生产基础不断恶化；资源利用的回报率不断减少；水稻灌溉面积（保水田、旱涝保收田）的增

加受到限制；水稻生产的利润已下降到接近无利可图的边缘；稻米的贮备已减少到最低限度<sup>[1,10]</sup>。

解决的办法就是水稻育种，虽不能解决上述的所有问题，但至少可以在解决这些问题中发挥重要作用。

#### 4 水稻新株型概念

为进一步突破水稻产量，科学家曾试图从直接或间接决定产量的生理要素寻求突破，寻找可开发的变异要素，但终未见效。也没有发现任何基因型出现“库—源”平衡的有利改变<sup>[10]</sup>。但他们仍相信在不同的种植环境下，水稻的产量水平仍可以通过改良产量构成要素而增加20%~25%。在分析水稻生长特性和产量潜力的基础上，一种适合灌溉地区生态系统的水稻被重新设计<sup>[3,8,10]</sup>。这种新型水稻具有如下形态生理指标：

(1) 通过改良生理功能增加生物量，包括：叶面积快速增加；低的呼吸消耗。

(2) 增加“库”容量，包括：增加每穗粒数和粒重；更高比例的光合同化物分配到穗部；增加收获指数(0.6)。

(3) 提高谷粒的充实度，包括：茎叶耐衰老；维持生长后期健康的根系统；抗倒伏。

新型水稻的基本指导思想是增加收获指数。目前的高产品种由于无效分蘖多，穗相对较小，收获指数仅为0.5，而且很难再提高。而新型水稻要使收获指数提高到0.6，也就是0.5成稻谷，4成稻草，这就需要减少无效分率，增加穗粒数、粒重和粒充实度。

在国际水稻所，这种新株型于1988年形成概念，随即开展了卓有成效的选育种工作。为寻找合乎需要的性状，科学家们检查了8000份水稻样本，对2000个水稻品种进行种植鉴定。所需目标性状包括少分蘖、大穗、茎秆坚韧粗壮、强的根系活力和小型的植株。粗壮坚韧的茎秆和大穗、高充实度等性状存在于爪哇型水稻；粒数多，谷粒重等性状存在于籼稻和粳稻品种中。筛选得供体亲本后，下一步就是杂交选育将这些性状集中起来，通过组配了1000多个杂交组合，获得了50000个植株形态各异的品系。通过数年的努力，这种新型的具混合血统的超级水稻终于培育出来<sup>[9]</sup>。

#### 5 新型水稻的农艺性状

半矮秆，少分蘖(4~5个)，茎秆坚韧粗壮，叶直、厚、短、浓绿(图1)；大穗大粒，每穗200~250粒，千粒重25g；中等熟期，100d~130d；收获指数0.6，产量潜力每公顷13t<sup>[6,10]</sup>。

#### 6 新型水稻的生理特性

在分蘖期减少分蘖的发生而相对促进茎叶的构建，使单茎叶面积迅速增加；在营养生长后期和生殖生长期，同化产物较少地分配于叶的生长而较多地转移到茎部；叶的含氮量高，含氮量随株冠的顶部到基部逐渐减少；茎部贮存同化产物的能力扩大；在生殖生长期增加库容能力并延长成熟期。

#### 7 对超级水稻的评价

到目前为止，各种作物产量改良的主要成就都是通过改良生活周期和源的分配的调节过

型而不是改变代谢效率来实现的<sup>[4]</sup>，超级水稻的株型概念也反映了同样的特点。即是通过叶面积和叶寿命的增加而增加光合量，从而提高生物产量，通过调节光合产物的分配而提高经济产量。与目前的高产水稻品种相比，超级水稻具有如下优点<sup>[4,5]</sup>：

(1) 分蘖少，基本没有无效分蘖。故此，超级水稻又称为少分蘖水稻。现有的高产改良品种一般每株25个蘖，无效分蘖约占10%，这些无效分蘖与有效分蘖竞争养分和太阳辐射能量，极大地浪费了光合同化物，降低了收获指数。实践证明，水稻的产量与单位面积的有效穗数相关，但并不与分蘖能力相关。就超级水稻而言，单位面积的穗数可通过增加播种量得以解决，由于无无效分蘖，这就克服了同化产物的浪费，增加产量。〔笔者按：几个世纪以前的玉米和高粱也是多分蘖（或多秆）型的，果穗很小，产量低，经过不断的选育和改良，变成了单秆型，果穗大，产量也高得多。〕因此，单秆大穗型水稻是极可能成为进一步提高产量的株型结构。

(2) 库源大，产量高。超级水稻能迅速扩展单茎叶面积，单茎叶面积的扩展比现有高产品种快，叶直、厚、浓绿，含氮量高，因而可吸收更多的光能，提高光合效率，光合产物积累增加，加上无无效分蘖的浪费，因而总的生物产量随之而提高。据测定，新型水稻单一叶片的光合作用要比高产品种IR72高10%~15%。现有高产品种的生物产量是每公顷20t，而超级水稻的生物产量是每公顷21t，增加5%。

(3) 目前高产水稻品种的谷秆比是5:5，而超级水稻的谷秆比是6:4，穗大，茎秆数少是提高收获指数的关键所在。穗大库容大，以及光合产物的合理分配，茎叶耐衰老，后期生长相对较长，可使谷粒充实饱满，从而为增加收获指数提高经济产量打下基础。

(4) 合理的群体结构。现有的高产品种每穗只有100粒左右，由于穗较小，不得不依靠增加穗数来增加产量，穗数多，无效分蘖多，必然造成群体密集荫蔽，下部叶片光合效率低，消耗多，并为病菌滋生造就了适宜的潮湿小生境，这种群体结构是不合理的。相反，超级水稻由于穗大粒多，无无效分蘖，因而单位面积的茎数显著减少，群体荫蔽小，下部叶片仍能维持一定水平的光合作用，结果是提高了群体的总生物产量。由于群体通风透光，不利于病虫害滋生，从而可以少用或不用农药，既节省成本，又可带来环境效益。

(5) 根系发达，抗倒力强。由于下部叶片能维持较长时间的光合功能，从而提供光合产物构建发达的根系统。这种根系统可维持活力更长时间，不断向上部茎叶提供养分，为茎叶耐衰老打下基础。超级水稻发达的根系，粗壮坚韧的茎秆可大大增强抗倒能力，维持后期的正常生长。

(6) 适于直播，栽培技术简单

超级水稻既可移植栽培，也可以直播栽培。水稻的移植是极费劳力的环节，在适合直播的地区进行直播栽培，可节省劳力。由于这种直播仅依靠主茎成穗，增加了播种量，因而在苗期群体的密度也就较大，从而抑制了杂草，减少了除草剂的施用。此外，这种直播稻的根系更完善，无移植返青期，因而往往可获得更高的产量。

现代高产品种需要有一套配套的栽培技术，必须进行促控结合，以控制合理的群体结构。早熟高产品种由于分蘖期和生殖生长前期重叠，栽培上在控制后期分蘖的同时也抑制了幼穗的正常发育。然而超级水稻在栽培上群体的密度主要由播种量或插植苗数来决定，因而可根据需要准确地控制群体密度，并不受水肥天气的影响，栽培技术简单。

(7) 节水，超级水稻由于无无效分蘖，群体密度降低，对水的消耗相对减少。

(8) 节肥, 提高生产利润率。在过去的30年里, 水稻产量的增加是以增加肥料特别是氮肥的投入为代价, 但是肥料使用的增加率大大高于产量的增长率, 造成水稻生产成本的增加, 甚至没有纯利, 而肥料的增加又会使环境恶性化。超级水稻具有更好的氮反应能力, 能提高投入产出效率, 既增加了水稻生产利润, 也保持了环境质量。

超级水稻必将在21世纪水稻生产中发挥重要作用, 如果这种新型水稻在亚洲得到广泛种植, 则 $8 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 的灌溉稻区的稻谷产量将年增加1亿吨以上(每 $\text{hm}^2$ 灌溉稻增产1.25 t)。按每人每年消费400 kg计, 仅增产的粮食就可养活2.25亿人以上。

## 8 对策

8.1 我国是发展中国家, 水稻生产也面临同其他发展中国家相似的问题, 如农业基础薄弱; 投入不足; 种植面积减少; 农业环境恶化; 新品种产量潜力没有明显提高; 稻谷产量停滞不前等等。我国的杂交水稻已种植多年, 到目前, 杂交水稻对稻谷生产的贡献已接近70%, 在未来若干年内, 品种间杂交水稻仍将占据重要地位, 亚种间杂交水稻将是我国水稻生产突破的主要途径之一。

8.2 超级水稻以其不同的特点和自身优势也必将在我国水稻生产中发挥重要作用。这种新型水稻是为灌溉稻区设计的。我国也是灌溉稻区的主要国家, 这就为我国发展超级水稻提供了机遇, 笔者认为有两个利用超级水稻的途径:

(1) 超级水稻与杂交水稻互为补充。杂交水稻虽然优势明显, 但至今仍有很大一部分稻田没有种上杂交水稻, 超级水稻的出现, 使品种分布更适应多样化的生态系统。

(2) 超级水稻与杂交水稻相结合。在杂交水稻中导入超级水稻的优良特性, 培育成超级杂交水稻。

8.3 我国目前超级水稻育种最紧迫的任务是:

(1) 筛选超级水稻的供体性状。我国稻种资源丰富, 下乏大穗、大粒、耐衰老、根系发达等性状的稻种资源, 从中筛选出合乎需要的性状与少分蘖特性结合, 就可以获得各种各样的新类型, 为选育超级水稻打下基础。

(2) 培育适合我国环境条件的超级水稻。我国既往从国外引进水稻品种种植, 常常出现环境不适应等问题, 何况我国幅员辽阔, 本来就具有环境条件的多样化, 因此, 筛选一些适合我国自然环境的超级水稻品系并继续进行选育是一个较快捷的途径。

(3) 培育适合我国耕作制度的超级水稻。目前已培育出的超级水稻品系更适合于直播栽培, 而它与我国现有的耕作制度却有不相适应之处, 因此, 也应考虑培育更适合于移植栽培的超级水稻。

(4) 导入抗我国水稻病虫害小种、菌群或生物型的基因。不同地区水稻病虫害的优势小种、菌群和生物型不尽相同, 抗性基因也可能不同, 因而导入特定的抗性基因或具广谱抗性的基因是这种新型水稻在推广前不可缺少的环节。

(5) 应选育出具有消费者普遍接受的外观、蒸煮和食用品质的超级水稻。

超级水稻育种是一个系统工程, 需要全面考虑, 动员各方面的力量, 组织多学科的合作, 才能取得更快的进展。本文至此, 剩下的期待。

### 参考文献

- 1 International Rice Research Institute. IRRI Goal: a new rice plant types, The IRRI Reporter, 1991, (3):1.

- 2 International Rice Research Institute. IRRI redesigns rice plant to yield more grain. IRRI Reporter, 1994, (4): 1~2.
- 3 International Rice Research Institute. Preparing the world's rice bowl for the next century. IRRI Reporter, 1994, (4): 3~5.
- 4 International Rice Research Institute. Fragile lives in fragile ecosystems; feeding the world's poor from neglected rice ecosystems. IRRI Reporter, 1994, (4): 5.
- 5 International Rice Research Institute. Innovative rice research urgently needed to feed the world's poor. IRRI Reporter, 1995, (1): 1~2.
- 6 International Rice Research Institute. Economist challenges rice scientists to help increase farmer's yields in fragile ecosystems. IRRI Reporter, 1995, (1): 2~3.
- 7 Isek. Inheritance of a low tillering plant type in rice. IRRN, 1993, 17 (4): 5~6.
- 8 Rangarajan S. Greener revolution—A new rice variety set to boost production. Frontline, 1995. 88~90.
- 9 Menon S. Optimism in order. Frontline January 13, 1995. 88~89.
- 10 Siddiq E A. Rice production strategy for the 21st century. Oryza, 1993, 30: 186~196.

[本刊编辑部按: 人类的活动对生物多样性有正负两方面的影响。砍伐热带雨林和破坏植被以及污染均威胁着生物多样性, 也是物种减少的主因, 这就是负面影响; 而人类为了自己的需求, 在农、林、牧、渔各业中不断地培育出优良品种, 堪称是比保护生物多样性(自然保护区)更积极的举措, 算是将“功”补“过”的正面影响罢!]

## 《广西科学院学报》征订启事

《广西科学院学报》是广西科学院主办的自然科学综合性刊物, 主要刊登广西科学院、广西区内各大专院校和科研单位的自然科学领域中具有一定理论水平和实践价值的学术论文、科研成果报告和科研管理经验等。主要读者对象是广大科技工作者、大专院校师生和科技管理干部等。

《广西科学院学报》为季刊, 16开本, 48页, 国内定价(含邮费): 每期2.5元, 全年10元; 国外定价: 每期2.5美元, 全年10美元。《广西科学院学报》1982年创刊, 欢迎广大读者订阅。(《广西科学院学报》尚有部分过刊, 每册工本费及邮费2元)。

订阅《广西科学院学报》请将书款汇到广西科学院学报编辑部。汇款地址: 广西南宁市江南路西一里20号广西科学院。收款人: 邓大玉;

邮码: 530031; 电话: (0771) 4830135

转帐 开户名称: 广西科技期刊编辑学会; 开户行: 广西南宁江南建行;

帐号: 2072386。

广西科学院学报编辑部

1996年8月15日