

SHUI DAO
GAI LIANG

水稻改良

水稻改良

国际水稻研究所

P.R.詹宁斯 W.R.柯夫曼 著
H.E.考夫曼

江苏省农业科学院科技情报研究室译

江苏科学技术出版社

译者的话

国际水稻研究所1979年出版了《水稻改良》这本书，由长期在水稻科研战线工作的三位科学家共同著述。国际水稻研究所所长布莱德在前言中简要地介绍了本书的内容和作者的经历。

本书着重阐述水稻育种的具体步骤和方法，很少涉及理论的方面。虽然本书是针对热带地区的自然条件、生产情况和科学技术的现状写作的，而且某些论点也可能有待商榷之处，但本书毕竟是作者们多年工作经验的结晶，大部分内容对其他地区也同样适用。因此，本书对从事水稻改良的实际工作者特别具有重要的参考价值。

参加本书翻译工作的有姜诚贯、崔继林、疏仁山、万正源、过崇俭、殷尚智、顾正远、万传斌以及镇江地区农科所徐仁生等同志。全部译稿由姜诚贯同志作了阅校。对原书用词不合于我国习惯表达方式的少数标题，根据内容作了意译。因限于水平，不当之处在所难免，请读者指正。

原书彩图较多，本书仅取部分，列于书末。

1980年2月

前 言

六十年代育成的高产、抗倒伏、省肥的水稻品种，闪耀着热带地区绿色革命的光辉。这些新品种是新的生产技术的核心。它们为热带地区农民提供了稻谷高产的潜力，堪与温带地区的水稻良种相匹敌。

新品种出现之初，导致人们在水稻改良工作中对育种更加强调，甚至把育种看作是整个农业发展的关键。同时，也引起人们注意到改良品种的育成需要多种学科协同研究。为了获得成效，新品种要能抗虫、抗病、耐受不利的土壤条件和气候条件，并具有适合于当地食用要求的谷粒品质。育种家就要和其他学科的科学家的共同工作，把需要的性状组合到新品种中去。

六十年代初，只有少数受过良好训练的科学家专门从事热带地区的水稻育种工作。他们的努力受到经费不足的影响，同时也缺少其他学科科学家的协作。水稻新品种的问世改变了这种状况。现在有越来越多的年轻的作物育种家遍布于热带地区，从事水稻改良工作。他们不仅要求与本国的其他学科的科学家的协作，还要求国际间的协作。他们寻求能够帮助他们实现目标的知识。著述这本书的主要目的就在于提供这样的知识。

本书作者写出了一本很好的实用手册，可以帮助水稻育种工作者了解水稻改良品种选育的每一个步骤。本书不是附有参考文献的学术论文，而主要是根据作者们以及许多热带

地区国家的协作者们的经验写成的。

本书名为《水稻改良》，含义比育种广泛。如果没有植物病理学家、昆虫学家、农艺学家和其他科学家的协作，水稻育种家是不能够育成多种多样的改良品种，为亚洲、非洲、拉丁美洲千百万小农户所应用的。因此，作者们也是在多学科互相联系这个概念的基础上进行写作的。

本书的前几章着重论述育种工作中应处理好的几个问题，特定的育种方法，以及诸如整地、种植方式、进行产量试验等田间作业程序。其余各章大部分用于详细介绍具体的育种方法。对如何选择亲本，如何进行杂交，如何筛选重要农艺性状和谷粒性状，筛选对特定虫害和病害的抗性，以及对于旱、不良土壤条件、不良温度条件的耐受性等各个方面，都一步一步地作了详细的介绍。

作者把他们在水稻改良和发展国际农业的丰富经验写进了本书的内容。

詹宁斯博士在洛氏基金会从事水稻改良工作二十余年。1961年脱离了墨西哥与哥伦比亚农业计划的工作岗位，到国际水稻研究所任作物育种系主任，直至1967年。此后的七年间，改任设于哥伦比亚的国际热带农业中心（CIAT）水稻育种计划主持人。目前在哥斯达黎加，担任CIAT中美洲和加勒比地区水稻工作的协调人。

柯夫曼博士原在美国从事燕麦、小麦、大麦的研究，并在墨西哥的国际玉米和小麦改良中心从事小麦研究，1971年到国际水稻研究所从事水稻育种。现在是国际水稻研究所遗传评价和利用（GEU）计划工作委员会的主席，也是GEU培训计划的协调人。

考夫曼博士是植物病理学家。原先在海地从事农业发展

工作。1967年到印度海得拉巴参加全印水稻改良协作计划的工作。1972年到国际水稻研究所。现在是国际水稻试验计划（IRTP）的协调人之一。这个计划的工作基点遍及全世界。不同学科科学家们通过这些基点对同样试圃中的改良稻种进行系统的评价，以选育出适于不同农业气候条件的新品种。他在创造抗水稻细菌病害有效的筛选技术方面起了重要的作用。他在全部工作经历中都和育种家密切协作。

国际水稻研究所对作者们写成此书以及洛氏基金会资助此书的出版表示感谢！

国际水稻研究所所长

N.C.布莱德

目 录

第一章 育种工作中应处理好的几个问题	(1)
需要多种学科协同研究	(4)
农民是研究组的一员	(5)
选择的标准	(7)
水稻改良的助力	(9)
为水稻改良取得成就而奋斗	(10)
第二章 育种方法	(11)
竞争与育种方法的关系	(11)
集团育种	(14)
回交育种	(16)
谱系育种	(19)
第三章 工作程序	(21)
编制计划	(21)
固定的田块	(21)
掉落的种子	(23)
种植方法	(24)
试验区的管理	(27)
杂交	(29)
杂交组合的类型	(30)
工作步骤	(31)
杂交亲本的处理	(32)
去雄	(34)
授粉	(37)
杂交标牌的制备	(40)
杂交组合编号	(42)

杂交组合的标志方法	(42)
杂交记录本或杂交组合史	(44)
杂交组合的数目	(45)
F_1 的培育与管理	(47)
F_2 群体	(50)
谱系图	(53)
产量试验	(64)
国际试验	(71)
育种家的种子	(72)
品种说明书	(74)
第四章 制定育种目标	(76)
第五章 农艺性状和形态性状的选育	(79)
株高、抗倒伏、对氮肥的反应	(79)
伸长能力	(82)
营养生长势	(83)
分蘖能力	(84)
叶子的性状	(86)
穗子的性状	(90)
灌浆期的长短	(92)
小穗的能育性	(92)
成熟期和光期敏感性	(95)
色泽	(99)
芒	(100)
脱粒性	(100)
籽实的休眠性	(102)
第六章 品质育种	(106)
胚乳外观	(106)
谷粒长度、形状和碾磨品质	(108)
直链淀粉含量	(112)

凝胶稠度试验	(119)
糊化温度	(121)
蛋白质含量	(127)
香 味	(130)
第七章 抗病虫育种	(132)
多种学科协作进行抗病虫育种	(134)
稳定的抗性	(135)
筛选程序	(139)
筛选技术和育种技术的结合	(142)
稻瘟病	(147)
纹枯病	(151)
白叶枯病	(153)
东格罗病毒病	(159)
草状矮化病毒病	(163)
其他病害	(165)
飞虱和叶蝉的抗性筛选	(168)
褐稻虱	(171)
黑尾叶蝉	(172)
白背飞虱	(173)
Sogatodes飞虱	(173)
螟 虫	(174)
稻瘿蚊	(176)
其他害虫	(178)
第八章 对有害土壤的耐受性	(179)
盐分和碱度	(183)
铁中毒	(187)
酸性硫酸盐土壤	(188)
缺 锌	(189)
缺 磷	(189)

第九章 旱地适应性	(191)
抗旱性	(194)
抗旱性的筛选技术	(196)
抗旱的种质	(196)
第十章 对低温和高温的耐受性	(197)
低 温	(197)
高 温	(200)

第一章 育种工作中应处理好的几个问题

社会对育种家的支持只为了一个目的，即是培育产量更高的品种为农业上应用。其他都是次要的，或者从属于这一目的。育种家能否选育出优良的水稻品种，和他正确判断研究工作先后次序的能力，以及能否把他的研究活动和研究目标正确地结合起来有着直接的关系。

热带地区的育种家要取得成功，往往受到这样一种阻碍。他们要向上级行政官员负责，而这些行政官员经受过温带地区技术先进国家研究生院的培养。在育种家能够顺利地向着他的目标开展工作之前，往往必须首先说服他的上级，把他受过的正规教育适应于热带地区研究工作的现实与要求。

西方国家大学教工的晋级和声望的提高主要看他们发表著作的数量与质量，以及在职业社会中他们的同行科学家面前提出来的研究成果。在高度发达的国家学习的外国学生往往习惯于同一种模式。这些留学生完成了研究生的学习，回到了热带地区水稻改良的工作岗位，他们必须认识到，对他们职业上成功与否的唯一现实评价标准，是对水稻增产的贡献。如果所有的水稻科学工作者都能坚持以这一标准来评价自己的工作，而不是以发表著作的数量、参加学术讨论的次数、做过几次报告等等来评价，则全世界的种稻农民和消费者都将受益非浅。

温带地区的学院培养出来的专家也许不适合热带地区水稻育种工作的要求。因为温带地区一年只种一季作物，未来的育种家在研究生院攻读的课程是数量遗传、细胞遗传、统计学等等，都与温带地区冬季气候寒冷的时期长，不可能进行田间工作有密切关系。研究生院的培养往往是应用遗传学和理论遗传学的训练，加上植物病理和其他课程的有限知识。植物育种专业外国留学生的论文研究内容，一般为某一作物某一性状的遗传，而不涉及到水稻。对水稻改良非常重要的如植物病理学、昆虫学以及其他学科的研究生学习情况亦与此类似。

高度发达国家大学研究生的教学与研究，通常以学科为基础，代表各个学科的学系之间互相接触不多，很少把有关学科的人员组成小组，协作进行粮食增产问题的研究。这些大学教学和研究的经费很多，但是拨给个别育种计划的经费往往很少。温带地区农业研究的成就之所以给人以深刻印象，是由许多大学的许多小成果积累起来的。这样，个别的育种计划如果失败也无关大局。

但是热带地区周年都可种稻，产量很低，因此热带地区的水稻改良不能纳入西方温带地区的模式。热带地区水稻育种中有关有害土壤、病害、虫害、农艺条件、缺乏灌溉、农场规模、机械化等一系列的问题，都需要多种学科协同研究。遗传学与统计学中的高深学问不是解决这些问题的主要工具。热带地区的研究经费也很少，少数几个育种计划要面向一大片地区，如果一个计划没有取得进展或者遭到失败，对当地以稻谷为粮食的人民来说，将是一个灾难。

热带地区除了国际水稻研究所以外，设备条件不足，薪金不足，有些地区人工不足，都已成为水稻育种取得成果的

主要的普遍的限制因素。开展研究是要花钱的，而热带地区的育种计划没有足够的经费。因此育种家们必须把有限的资源集中于最重要的活动和装备上，他们还必须向农民、地区或全国的稻农协会、基金会以及其他单位寻求经费补助。

科学家们虽然可以间或在私人农场（土地和水都由农场主提供）进行早期世代的常规选择以补救试验地之不足，这个办法很少能取得成效。因为科学家不能自始至终地管理这些试验田，往往弊多利少。同样，科学家们往往想在试验场繁殖一些生产用种或纯种，以种子出售所得来补贴研究经费之不足，如果他们自己或同事必须在繁殖工作上投入力量，势必削弱研究活动，也必然得不偿失。

遗憾的是，行政官员往往愿意在对育种工作好处不大的两个方面花费那有限的经费。第一，许多试验场的土地大大超过了育种计划的需要，这就要在除草以及道路、渠道、围篱等维护上多花钱，用在研究上的就少了。第二，行政官员可能把建筑经费和农场发展经费用于对育种家没有重大价值的精致的办公室和实验室等建造上。温带地区冬季有五、六个月不能在田间工作，需要有较好的办公室和实验室，热带地区就没有必要照搬。为了防止把经费分散用于不必要的非生产性设备上，水稻科学工作者有责任告诉行政官员那些东西是育种工作中迫切需要的。所有搞农业生产的科学家必须认识到，为消除饥馑进行斗争的成败是在试验田和农场上决定的，不是在实验室决定的。

水稻改良计划的田间工作要取得成效，下列装备必不可少：

- (1) 至少有10公顷地形和土壤类型合于要求的土地。
- (2) 可靠的水源。

(3)耕作、整地的动力机具。

(4)足够的劳动力。

(5)交通运输工具。

必要的室内装备如下：

(1)一座小温室或铁纱网室，供进行杂交和鉴定对病虫害的抗性之用。

(2)一间大工作室，进行种子准备等工作。

(3)干燥处理的场所。

(4)一个简易而合用的谷粒品质实验室。

(5)一间小的空调低温种子贮藏室。

少于上述项目就感不足，超过上述项目可能就是多余。

热带及其邻近地区由于气候条件或灌溉条件的限制，育种家可能一年只种一季水稻。在这种情况下，应改善条件，实行年种两作。或把人员及材料转移到适宜的地方去种植第二季。任何育种计划如果一年不能种两个世代，那是绝对不行的。

需要多种学科协同研究

热带地区限制水稻生产存在的问题是多种多样的，因此要求多种学科的科学组成一个集体，共同探索解决问题的办法，以取得水稻改良的成果。科学家一个人所起的作用是有限的，他必须坚持打破学科或系室的传统，参加到集体中去研究解决水稻生产的基本问题。参加协作的首先是研究水稻生产的科学工作者，其次是育种家、植物病理学家和农艺家，这样组成比较理想。经验表明，如果能够明确以提高水稻产量所作出的贡献作为衡量成绩以及晋级加薪的标准，而

不是以发表论文的数目或其他与增产无关的项目作为衡量的标准，那么，学术地位较低的科技人员就能参加到研究集体中去。为了使水稻改良取得成效，研究组成员要分工负责，经常讨论出现的问题与工作进展情况，并经常举行非正式的工作检查。

育种家必须很好了解其他水稻科学工作者研究的问题，同他们进行交流，或者把植保专家、农艺家、作物生理学家、土壤学家、推广专家、农业工程专家、经济学家等组成一个有效的研究集体。因此，育种家除了遗传育种的专业训练之外，还要辅之以田间工作经验和钻研，以获得与育种有关学科的广泛知识。

同样，其他学科的科学家人要把掌握的知识和技能用之于水稻改良工作，也必须充分懂得育种。人们虽然不能期望农艺家或植保学家首先专心致志于育种而不专注自己的专业，但是农艺家或植保学家必须把自己的一部分工作看作比专业大得多的整体工作的一个组成部分，这个整体就是水稻改良的科学与艺术。他还必须认识到影响水稻生长和生产的因素虽然可以分属到学科的方面，但整体的份量要大于其各部分的总和。只是当科学家不受学科的局限，而致力于水稻改良这一共同目标时，才能取得最大的成就。

农民是研究组的一员

农民应当是研究组的成员，但他们常常被忽视。农民积累了多年的生产经验，有很多实际知识，他们可以提醒科学家注意试验区中一般见不到的问题。

但是必须使农民认识到科学研究会给他们带来利益，他

们必须信任农业科学工作者和他们的工作。因此，水稻育种工作者要了解耕作制度，以及主要品种在大面积生产中的问题，非常重要。由于农民往往难于在试验场的小区中对育种材料进行评价，优良的材料直接在农家的田里进行区域试验是与农民交往的最好办法之一。这不仅使研究组增加了在农田条件下遗传型与环境相互作用的认识，同时还提供了田头考察的场所，附近农民也能对可能成为新品种的育种材料和栽培措施在农家的田里进行评价。

六十年代热带地区水稻育种突出的进展是针对于水稻生产较好地区的农民的。在亚洲和热带美洲土地比较肥沃的有灌溉条件的地区，新技术差不多已经都用上了，生产上的风险也比较少，因此农民愿意在肥料、农药、排灌上投资，对高产矮生*的新品种也有了深刻的认识。

导致这些地区显著增产的品种和农艺措施，是在大量施用氮肥、精细管水、及早移栽、药剂防治杂草和病虫等完善的试验条件下研创出来的，主要是科学研究的重大贡献。

然而世界上还有半数以上的种稻农民靠雨水种稻，缺乏灌溉条件，大多数农民尚未采用新的高产品种和相应的栽培技术。由于靠雨种稻有风险，因此给先进地区带来好处的新技术在这种地区就用不上，或者用起来也得不到好处。

靠雨水种稻的地区或有其他不良环境条件的地区要使水稻增产，一方面不能要求农民象试验场那样搞法，也不能因为他们的老品种老办法有合理因素就认为不需改变。而要使

*有些科学工作者把很少有育种价值或没有育种价值的极矮生突变体称为矮生(dwarf)，把目前栽培的矮秆品种称为半矮生(semidwarf)。为简便起见，本书中把栽培的矮秆类型通称为矮生(dwarf)，因为这一性状属于简单遗传，它们的株高通常只有正常株高的一半左右。

育种过程中采用的技术必须符合于当地的现实情况。但是，目前根据典型的靠雨水种稻的地区限制产量提高的主要不利环境因素和栽培措施，去修订其计划的科学家，为数甚少。特别是习惯于在良好的生产条件下以每公顷八至十吨的产量为目标的科学家要实现上述转变是很不容易的。

选 择 的 标 准

这里不可能对后进地区培育改良品种需用的选择方法详加阐述。但无论如何，把育种材料置于严酷的选择条件之下非常重要。我们往往在进行防治病虫害、搞好灌排时，把试验小区弄得漂漂亮亮，这样就削弱了我们鉴别出抗性或耐受性最强的分离材料的能力。这些生产条件恶劣的地区，需要把病、虫、低温、高温、深水、有害土壤等若干不利因素的抗性结合起来。

在分离材料的各世代，交替给予精、粗培管措施是值得考虑的一种办法。这一个世代给予象先进地区高产矮秆品种那样的精细管理，下一个世代就置于后进地区的恶劣条件之下，包括大大减少氮肥施用量，杂草也不除尽，移栽推迟，不用农药防治病虫害，行株距不一致，不按规定管水等等。因此，选择标准就得改变，才能使培育出来的品种在典型的靠雨种稻条件下具有较高的增产潜力。例如现代的矮秆品种缺乏与杂草竞争的能力，在经常缺水或水过多、迟栽、施肥量一般等条件下产量也不高。靠雨种稻的农民需要能够耐受上述不良条件、成熟时株高约一米左右的品种。但是育种家在选择时通常把这样的材料淘汰掉，因为在先进地区和大多数试验场的良好管理和重施肥料条件下，它们长得过高，并且