

CIMMYT 的 小麦育种

原著 (CIMMYT) S. 拉加拉姆等
翻译 邹裕春 刘仲齐 李有春
校译 邹裕春



WHEAT BREEDING AT CIMMYT

四川科学技术出版社

CIMMYT 的小麦育种

原著 (CIMMYT)S. 拉加拉姆等

翻译 邹裕春 刘仲齐 李有春

校译 邹裕春

四川科学技术出版社

1994 年·成都

(川) 新登字 004 号

书 名/ CIMMYT 的小麦育种
原 著/ (CIMMYT) S. 拉加拉姆等
翻 译/ 邹裕春 刘仲齐 李有春
校 译/ 邹裕春
责任编辑/ 郭俊铨
封面设计/ 李焕伦

出版发行 四川科学技术出版社
成都盐道街 3 号 邮政编码: 610012
印 刷 温江人民印刷厂
版 次 1994 年 5 月成都第一版
1994 年 5 月第一次印刷
规 格 850×1168 毫米 1/32
印 张 10.5 字数 257 千 插页 4
印 数 1—1000 册
定 价 7.25 元
ISBN 7-5364-2810-3/S·503

译 序

国际玉米小麦改良中心（即 CIMMYT，以下简称“中心”）的普通小麦项目是国际上小麦育种工作做得最有特色、最富成效的课题组。它育成的普通小麦优良品种遍布第三世界各地，或直接用子生产或作为育种种质利用，为发展世界小麦生产、推动全球小麦育种技术进步，作出了卓越贡献。它在培育优良新品种的过程中，逐渐形成了一套独具风格的育种策略和技术路线，可供各地同行借鉴。四川省农业科学院作物研究所小麦育种家邹裕春同志从 80 年代中期起曾多次访问“中心”，参加我国与“中心”合作进行的小麦穿梭育种研究。他对“中心”的普通小麦育种情况比较熟悉，并与该项目的首席育种家 S. Rajaram 博士多所接触，对他们的育种经验深有体会。他在工作之中搜集到该“中心”已发表的一些文章或内部资料，经 S. Rajaram 博士提议，选取了其中能够代表该项目思想方法和工作方法的部分文献，与刘仲齐、李有春一道，编译成册，以飨国内同行，希望有助于改进国内的小麦育种工作。其中由 S. Rajaram 和 M. van Ginkel 合写的《CIMMYT 的普通小麦育种：全球展望》一文，是作者 1991 年在印度遗传及植物育种学会成立 50 周年庆祝大会上所作的学术讲演，比较系统和全面地介绍了该项目的工作策略、方法和经验，很值得一读。在这篇报告中，作者提出了基于气候地理条件、耕作栽培制度、消费者习惯和生物与非生物胁迫等因素而构成的目标环境区的概念；在同一大环境区内，育成品种必须满足复杂多样而又有其主

体的生产体系的要求，具有广泛的适应能力和对生物或非生物胁迫的抗耐性，以实现相对高产和高的投入报酬比。用他们的术语说，就是遗传核心潜力与遗传缓冲系统的最佳结合和统一。在总结其育种技术的发展时，他们首先是从引入秆锈病抗源构建 Sr_2 -复合体起家，继而通过两地或多地穿梭种植与选择形成对日照长度不敏感的广泛适应性，进而导入 $Rht1$ 、 $Rht2$ 半矮秆基因以提高经济系数，后又广泛开展以 Kavkaz、Aurora 等 1B/1R 易位系为代表的冬春杂交，把春冬两个基因源聚合起来，并将冬性种质的分蘖力、成穗数、穗粒数的优势以及对非生物胁迫的耐受性引渗到春性品种的遗传背景中。他们在技术发展的每一阶段都能一步一个脚印地为各地生产提供一批批产量高、适应性广、有良好耐受性和“持久”抗病性的优良品种供种植利用，这是十分难能可贵的。我想读者在阅读此文及本书其他有关译文之后，一定会从中吸取一些教益，用以改进自己所从事的课题研究。故乐以为序。

庄司浩

一九八三年六月於北京
中国科学院

译 后 记

在改革开放政策指引下，在经过多年广泛合作与交流的基础上，中国农业科学院于 1988 年正式与 CIMMYT 签订了小麦穿梭合作育种协议。CIMMYT 是当今世界上最大的国际小麦育种机构，育种经验颇具特色，成效十分显著。作为我们参加穿梭合作育种工作的一部分，在 CIMMYT 普通小麦育种计划现任负责人 S. 拉加拉姆博士的具体帮助下，我们将参与穿梭合作育种过程中收集到的一部分 CIMMYT 已发表的或内部的文献资料，编译成册，在国内出版，以便让我国小麦界同仁对 CIMMYT 的工作有更系统的了解。

这一工作得到 S. 拉加拉姆博士的支持，专门为这本译文集写了序。我们的这项工作在国内则得到了中国农业科学院及其作物所、四川省农业科学院及其作物所、四川省引进国外智力领导小组办公室和四川省作物学会有关领导的大力支持。应当特别一提的是，CIMMYT 前理事、我国著名小麦育种学家、中国科学院院士、全国小麦育种攻关组组长庄巧生先生，对这一翻译工作给予的热情关怀与支持，并在百忙中为译文集著序。在此，我们一并深致谢忱。由于时间仓促，更限于水平，翻译错误在所难免，敬望诸位同仁批评指正。

译 者

1993 年 8 月

于四川省农业科学院

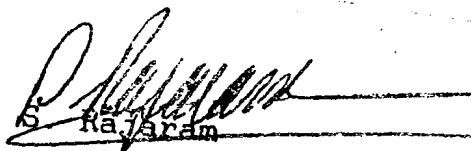
原 序

国际玉米小麦改良中心(即 CIMMYT)的小麦育种项目及其前身“专项研究办事处”,是由 1970 年诺贝尔和平奖获得者、绿色革命之父 N. E. 博劳格博士所创建的。经过 50 多年来、100 多个育种世代的努力工作,CIMMYT 目前已培育出的小麦种质,代表了在保持高产潜力的基础上所具有的在适应性、抗病性、对非生物胁迫的耐受性和工业品质等方面所必需的巨大多样性。

过去 10 年间,中国农业科学院及一些省农科院与 CIMMYT 间开展了穿梭育种工作,以便将 CIMMYT 小麦种质的某些有用性状转移到中国小麦中去。

我希望,本集中所选译的文章能够有助于大家了解 CIMMYT 作为一个国际育种机构的育种战略思想和育种目标。这些文章中所表述的观点、哲理概念都仅代表我自己,而与 CIMMYT 无关。我十分感谢四川省农业科学院及邹裕春教授为翻译这些文章所做的巨大努力。

S. 拉加拉姆 (签名)



S. Rajaram

1993 年 5 月
于 CIMMYT

目 录

译 序 庄巧生.....	1
译后记 译者.....	3
原 序 S. 拉加拉姆.....	4
一个国际小麦育种计划的育种策略及方法	
S. 拉加拉姆 B. 科夫曼 B. C. 科蒂斯.....	1
CIMMYT 普通小麦育种计划的全球育种目标及方法	
S. 拉加拉姆	25
CIMMYT 的普通小麦育种：全球展望	
S. 拉加拉姆 M. 京克尔.....	46
CIMMYT 普通小麦育种计划概况	
S. 拉加拉姆 M. 京克尔	103
提高小麦产量潜力的策略	
S. 拉加拉姆.....	173
遗传资源在六倍体小麦改良中的应用	
B. 科夫曼 S. 拉加拉姆	186
农林 10 号基因对春性普通小麦种质的产量和农艺性状的影响	
R. L. 维里瑞尔 S. 拉加拉姆 E. 德尔托诺.....	197
CIMMYT 一些 1B/1R 小麦的适应性、稳产性和高产潜力	
S. 拉加拉姆 Ch. E. 曼恩 G. 沃特—富尔拉拉	
A. 穆吉布.....	211
春性 1B/1R 易位小麦品质特性的变异	
R. J. 佩纳 A. 阿玛亚 S. 拉加拉姆 A. 穆吉布	
.....	223

小麦抗病育种的综合途径：CIMMYT 的育种经验	
S. 拉加拉姆 E. 托里斯	233
CIMMYT 现行的小麦抗锈育种方法	
S. 拉加拉姆 R. P. 辛 E. 托里斯	251
50 个墨西哥普通小麦品种中对叶锈病表现出低感和 水平抗性的基因	
R. P. 辛 S. 拉加拉姆	271
小麦耐旱育种：前景与主张	
S. 拉加拉姆	288
小麦抗旱育种的一种经验选择途径	
W. H. 普费菲尔 T. S. 帕勒 K. D. 沙瑞	
S. 拉加拉姆	303
CIMMYT 对普通小麦耐铝害能力的改良	
S. 拉加拉姆 E. 维里格斯	316

CONTENTS

Preface for Translating	
Zhuang Qiaosheng.....	1
Words from Translator	
Translators.....	3
Preface	
S. Rajaram	4
Philosophy and Methodology of an International Wheat Breeding Program	
S. Rajaram, B. Skovmand and B. C. Curtis	1
Objective and Methodology of CIMMYT Bread Wheat Breeding Program in Global Context	
S. Rajaram.....	25
Bread Wheat Breeding at CIMMYT; a Global Perspective	
S. Rajaram and Maarten van Ginkel	46
A Guide to the CIMMYT Bread Wheat Section	
S. Rajaram and M. van Ginkel.....	103
Strategy for Increasing the Yield Potential of Wheat	
S. Rajaram	172
Utilization of Genetic Resources in the Improvement of Hexaploid Wheat	
B. Skovmand and S. Rajaram	185
The Effect of Norin 10 genes on Yield and Agronomic Traits on Spring Bread Wheat Germplasm	
R. L. Villareal, S. Rajaram and E. Del Toro	196

Adaptation, Stability and High Yield Potential of Certain IB/IR CIMMYT Wheats	
S. Rajaram, Ch. E. Mann, G. Ortiz—Ferrara and A. Mujeeb-Kazi	210
Variation in Qualitr Characteristics Associated with Some Spring IB/IR Translocation Wheats	
R. J. Pena, A. Amaya, S. Rajaram and A. Mujeeb-Kazi	222
An Integrated Approach to Breeding for Disease Resistance; the CIMMYT Wheat Experience	
S. Rajaram and E. Torres	232
Current CIMMYT Approaches in Breeding Wheat for Rust Resistance	
S. Rajaram, R. P. Singh and E. Torres	250
Genes for Low Reaction and Partial Resistance to <i>Puccinia recondita</i> f. sp. <i>tritici</i> in 50 Mexican Bread Wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) Cultivars	
R. P. Singh and S. Rajaram	270
Breeding for Drought Tolerance in Wheat; Perspective andO pinions	
S. Rajaram	287
An Empirical Selection Approach to Breeding Wheat for Drought Stress	
W. H. Pfeiffer, T. S. Payne, K. D. Sayre and S. Rajaram	302
Breeding Wheat (<i>Triticum aestivum</i>) for Aluminium Toxicity Tolerance at CIMMYT	
S. Rajaram and E. Villegas	315

一个国际小麦育种计划的育种策略及方法*

S. 拉加拉姆 B. 科夫曼 B.C. 科蒂斯

引 言

植物育种家们在一个特定的工作范围内所采用的基本策略及育种方法，仍是当今植物育种界最复杂、最具争议性的论题之一。与异花授粉作物相比，虽然对自花授粉作物的改良已有一些众所认同的经典程序可循，但在植物育种家们中间，对于某一特定条件下的某一具体作物改良的最佳策略及最有效育种方法，却又未能有一个共同的认识。

植物育种的基本策略，实质上是同一个问题的两个方面：改善植物在某一特定环境中的表现，从而提高产量；改良作物品种使之具有广泛适应性，从而在各种环境下均能有较好的表现。当然，后者也在很大程度上包含了对特定环境的育种活动。然而这些特定育种努力的方向，总是倾向于通过在某一特定地区所需的特定基因性状的基础上，引入广泛适应性的种质，以克服一个或多个限制性环境因子。

任何一个进行自花授粉作物（如普通小麦）改良的育种项目所采用的育种方法，都必须反映育种目标区域的实际环境，如温度、湿度、土壤肥力及 pH 状况、病虫害以及种植制度等。

* 本文为作者 1987 年发表在《作物育种的基因操纵》一书中的一篇论文。——译者

可以举出一大批极不相同的自花授粉作物育种项目，采用不同育种策略而都取得了十分成功的实例。这些育种项目大多数都具有为特定环境育种的内容，它们当中的许多项目，都在其所服务的地理区域内，为提高单产潜力取得了巨大的成功。在其他一些地方已经讨论了另一些育种体系。本文的目的，是描述作者认为适合一个国际机构采用的育种策略及方法，即为非常广泛的生产环境所需的种质改良的育种策略及方法。

CIMMYT (即国际玉米小麦改良中心) 的小麦改良计划已在全球性的小麦生产中产生了巨大影响。今天，在发展中国家种植的 3 500 多万公顷高产小麦品种中，都具有 CIMMYT 的种质。这些已由博劳格 (Borlaug, 1968) 和其他人所记叙，本文不再赘述。当然，CIMMYT 并不是致力于农业研究获得巨大成功的唯一国际机构。G. S. Khush 博士也将在此次讨论会上报告国际水稻研究所 (IRRI) 在这方面所取得的全球性水稻生产的极大提高。CIMMYT 的小麦育种策略及方法从一开始就独具特色，作者强烈感受到，由 CIMMYT 小麦改良计划发展并成功运用的这些育种策略及方法，证明了一个在国际范围的自花授粉作物育种取得成功的良好模式。因此，我们在这一学术讨论会上提出这个报告将是一个反映此一模式的典型例子。我们感谢 Stadler 遗传学术讨论会组织委员会邀请我们进行这一讨论。

CIMMYT 小麦育种计划的育种策略

CIMMYT 主要从事普通小麦 (*Triticum aestivum*)、硬粒小麦 (*T. durum*)、小黑麦 (*X Triticosecale*) 和大麦 (*Hordeum vulgare*) 的改良工作。这四个作物育种计划所采用的育种途径，除很少量的改变外，大都基本相同。为方便起见，这里仅就普通小麦育种计

划作具体讨论。

普通小麦育种计划现行采用的育种策略及方法，是密切与世界各国家（地区）的小麦研究机构合作，培育适应性广、产量高的品种。这些品种应具有以下特点：半矮秆，对光周期不敏感，较好的工业加工品质，和能抵抗干旱、铝害、热害和多种流行病害（如秆锈、叶锈、条锈、叶枯、颖枯、根腐以及大麦黄矮病）等多种环境胁迫。

我们的育种策略的着重点，是强调培育出的高代选系，要能适应当今世界上以小麦为主食或小麦消费量正迅速上升的各个不同农业生态区域种植。这些农业生态区域包括：

- 灌溉区域；
- 年降雨量超过 500 毫米的高降雨区域；
- 年降雨量低于 300 毫米的、有干旱胁迫的半干旱区域；
- 小麦生产受铝害影响较重的酸性土壤区域；
- 经常有骤然高温出现的较暖区域。（见表 1）

由于病害的组成、土壤类型和气候条件在各区域间差异极大，因此 CIMMYT 的育种基本途径是选择具有广泛适应性及高产的选系，这些选系也同时具有其他一些必需的特性。CIMMYT 的普通小麦育种计划，是一个完全综合性的项目，以便能将不同的农艺特性、抗病性和产量性状结合起来。为能更清楚地介绍我们采用的育种方法，这里将就下列育种目标作分别讨论：

- 广适性与高丰产潜力育种；
- 抗病育种；
- 抗铝害育种；
- 抗干旱育种；
- 耐热性育种。

按照上述育种目标，我们每年要在墨西哥完成 8 000 个以上

的单交和顶交，以便能结合所需的各种不同性状，培育出能适应 CIMMYT 服务的前述世界各麦区的选系(表 1)。在进行杂交前，要对大约 1 000 份以上的冬性和春性亲本的农艺特性、抗病性和品质等作仔细的研究。对这些亲本材料的选择，并不是建立在对它们在病害抗性和产量构成因素上的遗传分析，而是根据这些亲本所表现出的能提供对杂交计划有用的性状。我们在做杂交时，常常对遗传型并没有很充分的了解；同样，在做杂交计划时，我们也没有做配合力的研究。在我们看来，除作为科学研究的论文发表和对遗传特性相互影响的了解外，这些研究工作并不是以种质改良为主要宗旨的 CIMMYT 育种计划所必须进行的活动。

表 1 与 CIMMYT 普通小麦育种计划有关的发展中国家(地区)的主要春麦区域及其主要病害

区 域	国 家(地 区)	主要病害
灌溉区域	印度 Gangetic 平原, 巴基斯坦 Indus 河谷, 孟加拉, 利比亚, 尼泊尔 Tarai, 埃及, 墨西哥, 津巴布韦	秆锈, 叶锈, 条锈
年降雨量超过 500 毫米的雨养区域	地中海北非, 中东, 中国, 南美南端的国家, 安弟和东非高地, 中美洲	秆锈, 叶锈, 条锈, 叶枯, 颖枯, 大麦黄矮病, 赤霉病, 根腐病, 黑颖病
年降雨低于 300 毫米的半干旱区域	印度中部, 中东的某些地区, 北非和南美南端的国家	腥黑穗病, 散黑穗病
受铝害影响的酸性土区域	巴西	秆锈, 叶锈, 叶枯, 颖枯, 赤霉, 根腐, 黑颖病
热带的较暖区域	南亚及东南亚, 西非, 巴西的 Cerrados, 中美洲, 加勒比	叶锈, 秆锈, 根腐, 黑颖病

广适应性和高产育种

CIMMYT 小麦改良计划的长期目标是不断培育具有下列特性的种质：

- 高的丰产潜力；
- 稳产；
- 广适应性；
- 半矮秆；
- 对光周期不敏感；
- 抗病。

在结合上述性状方面所取得的进展，迄今尚未作详尽了解，但在世界范围内被称之为高产品种（HYVs），大多来源于 CIMMYT 的种质。最近，Worrall 等（1980）对由 CIMMYT 每年分发至世界许多国家、由 50 份高产品种和高代选系组成并设有重复的国际春小麦产量圃（ISWYN）14 年资料分析结果表明，CIMMYT 小麦品种及其衍生品种几乎在每一个小麦生产环境中（包括半干旱带），都表现良好。这一分析结果已由 Pfeiffer（1983）证实。根据对 ISWYN 资料的分析，Pfeiffer 得出结论：培育具有在各种环境中均能稳产的育种努力已经取得并将继续取得显著进展。

广适应性、高产、稳产，是 CIMMYT 普通小麦种质的突出特点。这些种质主要采用下述方法选育而成：

1. 利用交替种植的试验点进行穿梭育种

CIMMYT 在墨西哥的小麦育种计划，每年种植两季，

A. 夏季 种植在托卢卡（Toluca），北纬 17.4 度，海拔 2 640 米，主要筛选对锈病、叶枯和赤霉的抗性。同时也进行农艺性状

及产量的评价。每年 5 月，当日照长度增加时播种。

B. 冬季 在墨西哥西北部的俄布勒冈 (Cd. Obregon) 种植。北纬 28 度，海拔 40 米。主要筛选秆锈、叶锈抗性，同时作产量潜力评价。每年 11 月，当日照逐渐变短时播种。

除在上述试验点进行鉴定外，高代材料还在 Los Mochis、Rio Bravo 和埃尔巴丹 (El Batan) 作叶锈抗性鉴定，在 Patzcuaro 作叶枯病抗性鉴定。(图 1)

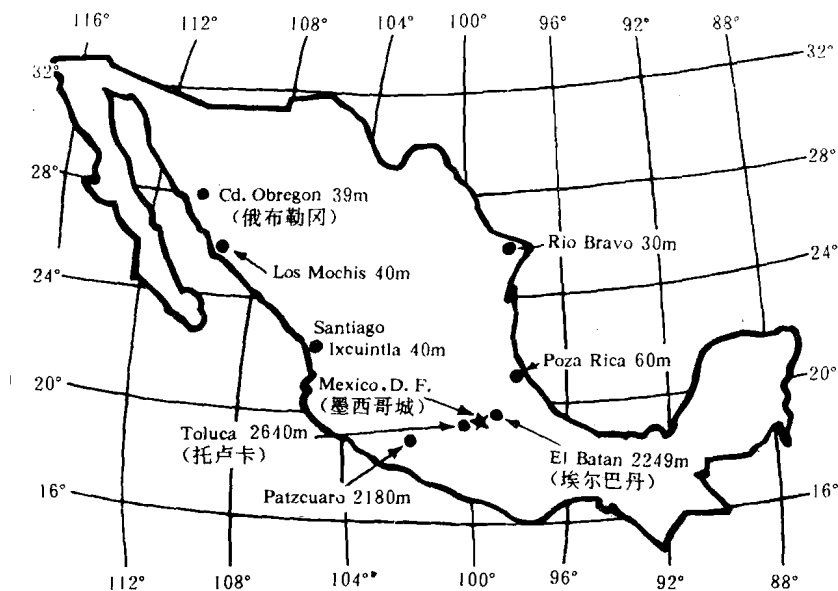


图 1 设在墨西哥的 CIMMYT 各试验站的位置及海拔

在俄布勒冈所作的鉴定，对评价具高产潜力的植株类型很有帮助；而在典型高地的托卢卡进行的鉴定，则有利于选择适于高地种植的高产高代选系；由于埃尔巴丹地处半干旱带，所以是很