

# 农学高新实用技术

向子钧 李合生 主编



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

# 农学高新实用技术

主 编 向子钧 李合生

副主编 程为仁 谢华伦

编 委 (按姓氏笔画为序)

王庆云 王家刚 叶志彪 向子钧 向 敏

伍素辉 刘金兰 许泽明 李合生 李芙蓉

杨竹青 汪应成 陈开红 陈松苗 陈松林

张植敏 罗顺喜 贺立源 郭茂胜 黄长征

黄明生 彭 健 谢从华 谢华伦 程为仁

绘 图 彭 芳



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

农学高新实用技术/向子钧,李合生主编. —武汉:武汉大学出版社,2014.3

ISBN 978-7-307-12830-9

I. 农… II. ①向… ②李… III. 农业技术—高技术 IV. S3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 032214 号

责任编辑:柴 艺 责任校对:汪欣怡 版式设计:马 佳

---

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:崇阳县天人印刷有限责任公司

开本:880×1230 1/32 印张:7.375 字数:202千字 插页:1

版次:2014年3月第1版 2014年3月第1次印刷

ISBN 978-7-307-12830-9 定价:18.00元

---

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

## 序 言

农业是国民经济的基础。农业生产的发展，一靠政策，二靠科学，三靠投入，但是，最基本而长远起作用的因素是科学。持续农业靠什么才能“持续”？主要是靠科学技术。21世纪农业科学的主要特点将是用高新技术武装、改造和丰富传统的农业科学。

科学研究成果的转化，一方面要通过中间试验去推广，另一方面通过科普宣传去提高劳动者的科技水平和科技意识。只有这样，科学研究成果才能更有效地转化为生产力，产生更大的经济效益。

在新的农业科技革命即将到来的时刻，我们高兴地看到向子钧、李合生同志主编的科普著作《农学高新实用技术》的出版，它将为普及新的农业科学、促进我国农业生产的发展和提高劳动者的素质发挥其特殊而积极的作用。

中国工程院 院士  
华中农业大学 教授



# 前 言

农业是人类生存和繁衍的基础，同时也是国民经济和社会发展的基础。长期以来，我们的党和政府十分重视农业问题。党的十一届三中全会以来，我国农业取得了举世瞩目的成就。但是，我国是一个人多地少、经济欠发达的农业大国，在进入 21 世纪的时候，面临着人口增长、资源匮乏、环境污染和能源紧缺等众多严峻的社会问题的困扰。

中国的农业要振兴，中国的农业要持续发展，中国要实现农业现代化，靠什么呢？实践告诉我们，中国的农业发展“一靠政策、二靠科技、三靠投入”，但最终还是要依靠科技解决问题。农业发展靠科技，科技进步靠人才，人才培养靠教育，这是现代农业发展的客观需要和规律。依靠科技和教育，是振兴农业的必由之路。大力发展我国的科学技术，特别是发展农业科学技术，对实现 21 世纪 20 年代的增产目标，具有十分重要的战略意义和深远的历史意义。

邓小平同志指出：“下个世纪是高科技发展的世纪。”科技竞争，特别是人才竞争，已经成为世界各国全面竞争的焦点。现在，许多国家都把提高国民的科学文化素质当成是赢得 21 世纪竞争成功的关键。农业领域的科技成果众多，高新技术日新月异，具有重要的应用价值。然而，最终把农业领域的高新技术应用到农业生产上去，还得依靠有较高科学文化素质的农业技术推广人员和农民。

当前，由于农业技术推广组织不健全，经费无保障，农业技术推广人员素质偏低，农民文化素质低以及科研人员重研究轻推广等原因，农业科研成果转化率还不到 30%，不少好的科研成果和高

新技术难以传到农民手中。科普创作正好担负起普及科学文化知识，将科研成果转化为生产力的光荣使命。为了向广大青年和各级干部普及农业高新技术知识，在武汉大学出版社的支持下，我们组织了华中农业大学、湖北省农科院、湖北省农业厅植保总站、武汉市畜牧兽医科学研究所等单位的知名专家、学者编写了《农学高新实用技术》一书，献给全国农业工作者、农民朋友及广大青年，期望这本书能为普及农业高新技术、把农业科研成果转化为生产力、建设社会主义新农村、提高农业技术人员素质、培养社会主义新型农民贡献一份力量。

本书以当前国内外在农业领域所取得的重大科技成果和农业高新技术为主线，重点介绍了农作物杂种优势利用、高新育种技术、种植技术、防治病虫害技术、家畜水产养殖技术、现代集约持续农业的现状与发展趋势、信息技术在现代农业中的应用。本书适合具有高中以上文化程度的各级领导干部、农业技术人员、农民朋友及广大青少年阅读、参考。

在本书的编写过程中，得到了傅廷栋院士、刘纪麟教授、李泽炳教授的支持、指导和审阅，重点参考了傅廷栋主编的《杂交油菜的育种与利用》、刘纪麟主编的《玉米育种学》、李泽炳等编写的《杂交水稻的研究与实践》、黄铁城主编的《杂种小麦研究》、卢良恕主编的《21世纪中国农业科技展望》等专著和《世界农业》杂志及国外期刊。

由于农业科技进展很快，内容十分丰富而广泛，加上编者水平有限，本书难免有不足和错误之处，欢迎读者批评指正。

**编著者**

2014年1月

# 目 录

一、杂种优势利用创造世界奇迹·····	1
1. 水稻生产的新里程碑·····	2
2. 油菜“波里马”谱写新篇章·····	8
3. 玉米雄花不育系生产优势杂种的奥秘·····	13
4. 小麦育种的新突破——杂交小麦的育成和利用·····	21
二、农作物遗传改良走向何方·····	24
1. 21 世纪的生物基因工程农业·····	25
2. 基因枪射向农作物改良·····	29
3. 转基因番茄“呱呱落地”·····	31
4. 植物原生质体培养、融合技术进军果树品种改良·····	34
5. 高产水稻再高产——“超级稻”育种·····	39
三、高新种植技术与新世纪农业相伴·····	43
1. 良种包衣好，科技含量高·····	44
2. 马铃薯品种退化与脱毒种薯生产·····	47
3. 漫话新世纪的肥料家族·····	56
4. “花而不实”、“蕾而不花”为哪端？·····	61
5. “精确农作”与全球卫星定位系统·····	68
6. 工业技术“插队落户”到农村——设施栽培的现状 和未来·····	70
7. 植物化学调控技术在新世纪农业中大有作为·····	76

<b>四、防御和杀伤农作物病虫害的秘方妙药</b> .....	83
1. 植物也要打“预防针” .....	84
2. 昆虫性信息素能防虫治病吗? .....	88
3. 虫生真菌知多少 .....	91
4. 害虫天敌建奇功 .....	95
5. 植物性农药有绝招 .....	98
6. 奇异的无公害农药——苏云金杆菌 .....	102
7. 抗虫棉的诞生 .....	106
8. 棉花高产病魔挡路怎么办? .....	110
9. “富贵”稻曲病 .....	115
10. 南来北往的稻纵卷叶螟 .....	118
11. 落地成灾的稻飞虱 .....	121
<b>五、养殖业多彩多姿</b> .....	125
1. 转基因猪问世, 前景诱人 .....	126
2. 瘦肉型湖北白猪的培育与利用 .....	133
3. 借腹怀胎繁殖优良奶牛 .....	138
4. “克隆羊”带来的喜和忧 .....	143
5. 基因工程生产超级鱼 .....	148
6. 鱼类性别的人工控制 .....	152
7. 鳖的产量能翻番吗? .....	157
8. 动物性别控制技术 .....	160
9. 激素调控在渔业生产中的应用 .....	165
10. 珍珠生产及珍珠深加工的奥妙 .....	169
11. 谈谈配合饲料与猪的营养需要及配方 .....	174
12. 秸秆氨化——开发牛羊饲料的新途径 .....	190
<b>六、从传统农业迈向持续农业</b> .....	195
<b>七、农业产业化与农业现代化</b> .....	203



<b>八、信息技术在现代农业中大显神通</b> .....	206
1. 精准农业 .....	207
2. 农业生产过程与生产环境控制 .....	209
3. 作物生长模型与虚拟农业 .....	212
4. 光谱技术及其应用 .....	214
5. 计算机网络应用 .....	216
6. 农业生产信息化 .....	220
7. 农业资源环境信息化 .....	221
8. 农业信息化服务 .....	223

## 一、杂种优势利用创造世界奇迹

说起“杂种”，人们并不生疏。我国劳动人民将马和驴交配生下的骡子，就是典型的“杂种”；作为杂交第一代的骡子与它的父母——马和驴相比，具有生长快、体格高大健壮、力气大、适应性强、好饲养、使用年限长等优点，这种现象就称为杂种优势。人们将骡子应用于运输、农业生产，就是所谓的杂种优势利用。中国在1400多年前的《齐民要术》一书中，就有马和驴子杂交产骡子的记载，对动物这种杂种优势的利用流传至今。

植物界和动物界一样，普遍存在着杂种优势现象。人们公认，英国科学家达尔文是杂种优势理论的奠基人，他在19世纪50年代就发现了多种农作物有杂种优势，并认为利用杂种优势是一项有效的增产措施，这可以说是一个划时代的科学发现。其后，经历了数十年的科学探索，终于在20世纪初，玉米自交系的利用揭开了近代作物杂种优势利用的序幕。随后，杂交高粱又为杂种优势利用的发展开拓了广阔前景。目前已在玉米、高粱、油菜、水稻、小麦、棉花、大麦、大麻、烟草、辣椒、番茄、甘蓝、白菜、萝卜、黄瓜、牧草饲料作物等150多个物种中开展了杂种优势利用研究，发现各种作物杂种一代生长健壮、适应性强、抗逆性强、生产力高，利用前景广阔。我国于1964年开始杂交水稻研究，1976年开始推广杂交水稻汕优63等，这成为自花授粉作物利用杂种优势方面的成功典范，并一直保持世界领先地位。油菜杂种优势利用研究和应用方面也处于国际领先地位。

## 1. 水稻生产的新里程碑

常言道“民以食为天”，人要活着就得吃饭。你可知道，水稻是人类栽培最古老的、面积最大的粮食作物，全世界 70 亿人口中，有 60% 以上是以稻米为主食的。中国是个水稻生产的古国，水稻生产距今已有 7000 多年的历史。同时，中国也是生产水稻的大国之一，水稻栽培面积占世界水稻总面积的 22.8%，水稻产量占世界总产量的 37.4%。在国内，水稻栽培面积、总产量和单位面积产量均居全国之首。水稻生产收成如何，事关重大。



图 1 民以食为天

为了提高水稻产量，利用杂种优势是一条有效途径。早在 1926 年，中国水稻科学家丁颖利用野生稻与栽培稻自然杂交，经

过7年探索，于1933年育成了杂交水稻新品种——中山1号。20世纪初，日本人奇尾最早发现了水稻花器官与男人一样患有“雄性不育症”，自花授粉不能结实。美国加利福尼亚州育种专家则利用水稻雄性不育性配制了四个杂种组合，优势很强，但未能应用于生产。此后，在20世纪30年代至70年代初，日本、印度、美国、菲律宾及国际水稻研究所的科学工作者都进行过水稻杂种优势利用的研究，然而都因这样或那样的原因未能成功。

杂交水稻的育成并应用于大田生产，需要人工培育、选择出雄性不育系、雄性不育保持系和雄性不育恢复系（简称为不育系、保持系、恢复系），并且让不育系、保持系和恢复系“三家”攀亲，实现“三亲家结良缘”（即“三系”配套）才会圆满成功。这是为什么呢？原来，作物杂种优势只是在杂种第一代（ $F_1$ ）表现最明显，且无分离现象。因此，要想在大面积生产上利用水稻的杂种优势，就需要年年生产出大量的 $F_1$ 种子。由于水稻是雌雄同花近亲繁殖的自花授粉作物，要获得杂交种，就必须去雄，然而采用传统的人工去雄或化学去雄方法，操作起来难度很大；如果选育出了理想的雄性不育系，再配以恢复系散布花粉，进行自然异花授粉受精，就可“生儿育女”，获得大批的杂交种（ $F_1$ ）。

那么，如何获得理想的雄性不育系呢？目前，选育雄性不育系的方法主要是远缘杂交法、自然不育株转育法和现存不育系转育法以及人工诱导突变法等。一个理想的雄性不育系应当具备哪些条件呢？首要的是不育性稳定，它必须是身患雄性不育绝症的稻株，它们的花粉不育度和不育株百分率均应达到100%，即自花授粉不能结实，而且不会随环境条件（主要是温度）的变化而发生育性改变，但它们又必须是一批善于“社交”、易选“配偶”、雌花发育正常、异花授粉易“受孕”且结实率高的株系材料。目前在生产上应用的水稻雄性不育系，大多是父母本双亲血缘关系较远、遗传物质差异较大的品种间杂交，并经多次回交所得到的杂交后代。它们的生殖细胞是具有母本的细胞质和父本的细胞核的矛盾体，也可能是由于来自亲本的细胞质和细胞核双方都携带不育因子所产生的

干扰和影响，破坏了杂种生殖系统和生理代谢的正常进行，从而患上了“雄性不育症”，即花器官的雄蕊发育不正常，不能自交结实。这种不育材料就是水稻“三亲家”结缘“生儿育女”的母体。它是水稻杂种优势利用的基础。美国、印度、菲律宾等国虽在20世纪50—60年代就开展了水稻杂种优势利用的研究，但由于未育成稳定的不育系或者是不育系本身存在严重缺陷，所以不能用于生产。

为了让雄性不育系的不育特性代代往下传，就需要一个既能自花授粉结实，又可给不育系传粉受精，使其后代保持雄性不育特性的保持系。它的雌雄蕊与不育系是有差别的。它的功能是保持不育系生殖细胞的细胞质和细胞核的不协调状态或者是使不育系的后代的细胞质和细胞核均为不育基因所控制，仍能保持雄性不育的特性。保持系对水稻杂种优势利用是至关重要的。1964年，袁隆平曾在中籼品种胜利籼中发现几株自然变异雄性不育株，但由于其不育性均受隐性核基因控制，难以找到合适的保持系而使研究受阻。

在水稻杂种优势利用中，有了稳定的不育系作母本，又有了保持母本雄性不育症代代往下传的保持系（B）之外，还必须选配一个恢复系（R）用于生产优势杂种。为了获得高产、优质、高抗的杂种，对恢复系的选配条件很苛刻。首先它必须对杂种后代花粉育性有很强的恢复能力，能把大量的活力强的花粉传给不育系，使不育系受精“怀胎”，结出杂交种子，在一般栽培条件下，结实率要达到80%以上，而且要求其丰产性好、抗逆性强、适应性广、优势明显；在“身材”高度上有严格要求，必须稍高于不育系植株，否则就会有缘无缘，传粉不到位，受精不成，杂种就生产不出来。恢复系的功能就在于通过增加与不育系细胞质更加亲和的核成分，不同程度地克服或缓和不育系质核之间的不协调状态，从而恢复花粉育性。在水稻杂种优势利用中，人们给原产于亚热带地区的野败型雄性不育系选配的恢复系多是国际水稻研究所的籼稻品种IR24、IR26或华南地区的晚籼，容易获得成功，这是因为两个“亲家”生活的地理位置相近，亲缘关系较密切，杂交时恢复系的细胞核和

野败型雄性不育系的细胞质比较亲近、融洽，同时由于不育系的细胞核内掺入了“亲家”——恢复系细胞核的可育因子，可以弥补不育因子所造成的缺陷，因此其后代的育性就能不同程度地得到恢复。如果不能给不育系选配到一个优良的恢复系，那么，水稻的杂种优势利用就成为空谈。美国加州大学实验室和菲律宾国际水稻研究所虽然很早就开展了水稻杂种优势利用的研究，并获得了雄性不育系和保持系，但未能获得理想的恢复系，不育系本身也有某些严重缺陷，因而不能用于生产。



图2 美国加州大学实验室对水稻杂种优势的研究

实践告诉人们，要利用水稻的杂种优势，必须实现“三亲家”结缘——“三系”配套。在“三系”中，不育系是“三系”选育

的基础，不育系和保持系是兄妹系，杂种优势的表达依赖于恢复系，“三系”相互配合，就可实现杂种优势利用。

不育系和保持系杂交获得不育系，不育系和恢复系杂交获得杂交水稻（ $F_1$ ），保持系自交仍是保持系，恢复系自交仍是恢复系。

水稻杂种优势利用研究的实践表明，“三亲家”结缘创高产可不是那么简单，但困难挡不住中国人前进的步伐。1970年10月，湖南省黔阳农校杂交水稻研究组的李必湖同志在海南岛崖县发现了野生稻花粉败育雄性不育株，后被命名为“野败”，为籼型水稻“三亲家”结缘提供了宝贵的细胞质不育亲本——不育系（A）。这个发现在水稻育种史上是一个突破。有了“野败”，就为水稻杂种优势利用研究插上了腾飞的翅膀。1971年，杂交水稻研究课题被列入国家重大科研项目。1972年便育成二九南1号A、珍汕97A、威20A、京引177A、广选3号A等第一批野败型雄性不育系及其保持系。1973年又筛选出IR24、IR26以及泰引1号等一批恢复系，成功地实现了“三亲家”结缘——“三系”配套，选育出了一批早熟、高产、多抗、优质的杂交组合，如南优2号、汕优2号、汕优6号、威优6号等。1974—1975年，在全国试种杂交水稻，一般1公顷产5000千克以上，比当地推广良种单位增产50~100千克。1998年全国杂交水稻平均单产每公顷6750千克，常规稻只有每公顷5300千克。

40多年来，我国杂交水稻研究取得了一系列举世瞩目的成就，硕果累累，实现了“三亲家”结缘的梦想，“三系”配了套，创造了世界奇迹。中国成为世界上第一个在生产上育成并利用水稻杂种优势的国家。现在全国杂交水稻推广面积0.16亿~0.176亿公顷，约占全国总水稻面积的57%，增产稻谷约2400亿千克。由于我国杂交水稻研究和生产成就巨大，袁隆平等于1981年获得我国第一个特等发明奖，还荣获联合国教科文组织1986—1987年科学奖。1986年在湖南长沙召开了首届国际杂交水稻学术讨论会，有来自20多个国家和国际机构的100多位知名学者参加了会议。会议认为杂交水稻的推广是继高秆水稻改矮秆水稻之后的又一次大飞跃，

是第二次绿色革命。2009年9月在长沙又召开了中国杂交水稻技术对外合作部长级论坛，进一步将杂交水稻推向全世界。

近年来，中国的育种家与美国的育种家共同合作，正在进行一项在杂交水稻育种中利用无融合生殖选育一系法杂交稻的研究。所谓无融合生殖是以种子形式进行无性繁殖，它可完成世代更迭，但不改变核型，后代的遗传结构与母体相同，如同克隆羊一样。通过这种生殖方式，期望将杂种一代的优势固定下来，变成常规品种应用于生产，而不需要年年制种。无融合生殖选育一系法杂交稻是一个又新又难的育种途径，它比“三系法”、“两系法”杂交育种更好、更方便。成功的关键在于直接从水稻中获得以资利用的无融合生殖基因或者通过远缘杂交和基因工程的方法，把异属的无融合生殖基因导入水稻，目前此项研究尚处于探索试验阶段。

在杂交稻领域，袁隆平的野败型与武汉大学朱英国的红莲型、日本的包合型，被国际公认为三大细胞质雄性不育类型。只有野败型和红莲型在生产中大面积推广种植，被冠以“东方魔稻”的美称。目前，我国杂交水稻生产上应用的籼型不育系50%以上属野败型，而野败细胞质不育系易感热带地方的主要病虫害。从长远来看，细胞质太单一，易引起流行病发生，潜伏着意外的风险，需要选育一些其他质源的不育系，特别是配子体不育的优良籼型不育系，取代一部分野败型不育系。其次，现有的杂交水稻品种在品质上存在着直链淀粉含量较高、透明度欠佳、味淡、整精米率较低等缺陷，需要把选育优质米籼型不育系作为今后发展杂交水稻的主攻方向之一。在推广杂交水稻的地区，病害生理小种的生物型在发生变化，从而导致一些杂交组合逐渐丧失其抗性，需要选配新组合取代。幸运的是，大多数水稻品种抗性受显性或部分显性基因控制，因此，只要注意选择多抗性的亲本，就可以育出高产多抗的杂交组合。威优64就是一种可以抗五种主要病虫害（稻瘟病、白叶枯病、黄矮病、褐飞虱和叶蝉）的高产、优质杂交组合。此外，杂交水稻单产有待进一步提高，各地杂交水稻生产发展很不平衡，杂交水稻中杂交早稻和杂交粳稻所占比例很小，亚种间杂交稻尚未取



得重大突破，这就需要进一步加强杂交水稻高产栽培技术和病虫害综合防治技术的推广普及工作，积极扩大杂交早稻和杂交粳稻的种植面积，注重提高中低产田的单产，充分发挥品种间杂交组合的生产潜力。同时，要加强对有希望出现超高产材料的大穗型两系组合的选育，还要积极探索将一些对粳、粳均亲和（杂交  $F_1$  正常结实）的广亲和基因材料转育成水稻三系和两系，克服粳粳杂交一代结实率低的现象，选育出优良的粳粳杂交水稻，把我国水稻杂种优势利用研究推向更高的水平。

中国人创造的杂交水稻的发展方兴未艾，一股新的全球性杂交水稻热潮正在蓬勃兴起。杂交水稻这一科研成果，不仅属于中国，也属于全世界，在 21 世纪，我们要进一步将常规育种手段和分子育种技术紧密结合起来，在利用水稻的远缘杂种优势方面取得重大突破。让杂交水稻像杂交玉米那样，在世界范围内得到大发展；让这项成果为解决人类仍然面临的饥饿问题，作出更大的贡献；让杂交水稻在 21 世纪再创辉煌，造福于全人类。

## 2. 油菜“波里马”谱写新篇章

早春二月田野金黄  
油菜花开十里飘香  
优质杂优结伴登场  
“波里马”谱写新篇章

在人类的生活中不吃油是不可思议的，而食用油中植物油常常作为主角登场。饲料、食品、化工、纺织、橡胶、医药、钢铁工业的发展也都和植物油密切相关。油菜是一种类型多样、适应性强、栽培面广、用途多、价值高、发展潜力大的油料作物。近年来，油菜产量一直位居世界植物油料作物的前列。目前，世界油菜种植面积在 2600 万公顷左右，总产量达到了 4100 万吨以上，在各种油料作物中仅次于大豆，居第二位。油菜是我国最主要的油料作物之