



修订版

基础科学与高新技术科普丛书

魅力无限 的田野

——农学与高新技术

湖北省科普作家协会 编

李合生 主编

湖北科学技术出版社

图书在版编目（CIP）数据

魅力无限的田野：农学与高新技术/李合生主编，
湖北省科普作家协会编.—武汉：湖北科学技术出版社
， 2012.3

【丛书名】基础科学与高新技术科普丛书（修订版）

ISBN 9787535221650

《基础科学与高新技术科普丛书》(修订版)

编辑委员会

顾 问 曲 颖
主 任 夏 航
副 主 任 栗陶生 邓宗琦 蔡华东 刘洪峰
刘健飞
编 委 (按姓氏笔画排列)
龙 敏 刘 虹 刘声远 李小虎
李合生 李慎谦 余永东 陈 炜
张端明 周有恒 高布锡 景才瑞
执行主编 李小虎 李慎谦

《魅力无限的田野》编写人员

主 编 李合生
副 主 编 程为仁 向子钧
编 委 (按姓氏笔划为序)
王秀阁 王庆云 叶志彪 向子钧
孙先瑢 朱旭彤 许绮川 刘金兰
伍素辉 李健生 李合生 吴志新
张训蒲 杨竹青 杨秀平 郑先保
罗先艾 贺立源 赵振山 郭开源
章天骐 黄祥柱 谢从华 喻传洲
程为仁 蒋思文 彭 健 谭美容
黎会平 戴经元 魏庆信

出版说明

当今世界,社会高速发展,生活瞬息万变。人们正在从各种途径汲取营养,丰富自己,以求得多元的知识结构。世界科学技术突飞猛进,一个国家、一个民族在科学技术上不断进取,就可能实现社会经济跨越式发展。国人,尤其是背负着时代赋予重大责任的青年人,已清醒地意识到,科学技术知识蕴含着恰能开发他们担负起这种责任的巨大潜能,基础科学和高新技术知识便成为他们涉猎的热点。

正是为了满足人们对基础科学和高新技术的这种迫切需要,十多年前湖北省科普作家协会即组织数十位专家、教授,撰写了一套《基础科学与高新技术科普丛书》,并获得了湖北省科普创作一等奖;在其影响下,有的在管理岗位上健康发展,有的则成为科研之栋梁。随着时间的推移和科学技术的高速发展,广大读者迫切期望看到一套更及时更全面介绍新科学、新技术、新知识的丛书。深入实施《全民科学素质行动计划纲要》的需要及使命感,特别是在读者的感召下,我们重新修订、出版了这套《基础科学与高新技术科普丛书》(修订版)。

《丛书》(修订版)力图从发展观的高度把握当代科学的最新

成就和特点,通过精选、咀嚼、消化了的高新科技知识,使读者在了解新知识的同时,认识世界科技发展的趋势,激发全民的科技热情,以及对祖国、对民族的热爱和使命感。还特别注重于科学精神、科学思想和科学方法的介绍,企望以此引导人们改变传统的、陈旧的思想观念,确立新的科学理念,运用科学方法,启迪科学思维,激发创新活力。

全书文字表述力求通俗易懂、生动活泼,插图力求准确逼真,这一切都基本保持来了原书科学性、通俗性、趣味性的传统风格。

《丛书》(修订版)即将付梓印刷,我们倍感欣慰。与此同时,我们对在《丛书》策划、编写、修订、出版过程中,给予关心和支持的湖北省科学技术协会、湖北省财政厅和湖北省科普作家协会的领导深表敬意;对应邀担任《丛书》(修订版)编委会顾问和委员的各位领导、专家表示深深的谢意;对付出辛勤劳动和智慧的各位作者表示衷心的感谢;对承担该书编辑、出版工作的出版社领导和编、印、发人员致以真切的慰问。

《基础科学与高新技术科普丛书》(修订版)编委会

2011年12月18日

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	25
1. 21 世纪的生物基因工程农业	26
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	40
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	67

6. 工业技术“插队落户”到农村 ——设施栽培的现状和未来	69
7. 植物化学调控技术在新世纪农业中大有作为	75
四、防御和杀伤农作物病虫害的秘方妙药	82
1. 植物也要打“预防针”	83
2. 昆虫性信息素能防虫治病吗?	87
3. 虫生真菌知多少	91
4. 害虫天敌建奇功	94
5. 植物性农药有绝招	97
6. 奇异的无公害农药——苏云金杆菌	101
7. 抗虫棉的诞生	106
8. 棉花高产病魔挡路怎么办?	111
五、养殖业丰富多彩	117
1. 转基因猪问世 前景诱人	118
2. 瘦肉型湖北白猪的培育与利用	125
3. 借腹怀胎繁殖优良奶牛	130
4. “克隆羊”带来的喜和忧	134
5. 基因工程生产超级鱼	139
6. 鱼类性别的人工控制	143
7. 鳖的产量能翻番吗	148
8. 动物性别控制技术	151
9. 激素调控在渔业生产中的应用	156
10. 珍珠生产及珍珠深加工的奥妙	160
11. 谈谈配合饲料与猪的营养需要及配方	164
12. 秸秆氨化——开发牛羊饲料的新途径	178
六、从传统农业迈向持续农业	184
七、农业产业化与农业现代化	191
后记	194

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、耐力大、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、农业生产上，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。

植物界也和动物界一样，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，又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,这成为白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”,人要活着就得要吃饭,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57亿人口中,有60%以上是以稻米为主食的。中国是个水稻生产的古国,在太古时代的炎帝神农氏时代以前2000多年,便开始了水稻生产,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。

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。因为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),并且要让不育系、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。这又是为什么呢?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,大都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。由于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 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,而不能用于生产。

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(图 1)。它的功能就是能够保持不育系生殖细胞的细胞质和细胞核的不协调

状态或者是能够使不育系的后代的细胞质和细胞核均为不育基因所控制,仍能保持雄性不能的特性。保持系对水稻杂种优势利用是至关重要的。1964年湖南省袁隆平曾在中粳品种胜利粳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,难于找到合适的保持系而受阻。



图1 不育系、保持系的雌雄蕊比较示意图

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,它能把大量的生活力强的花粉传给不育系,使不育系受精“怀孕”,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,否则就会有情无缘,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它能够通过增加与不育系细胞质更加亲和的核成分,能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

际水稻所的籼稻品种 IR24、IR26 或华南地区的晚粳，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就比较亲近、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。如果给不育系选配不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。

实践告诉人们，要利用水稻的杂种优势，必须要实现“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。“三系”之间的相互关系如图 2 所示。

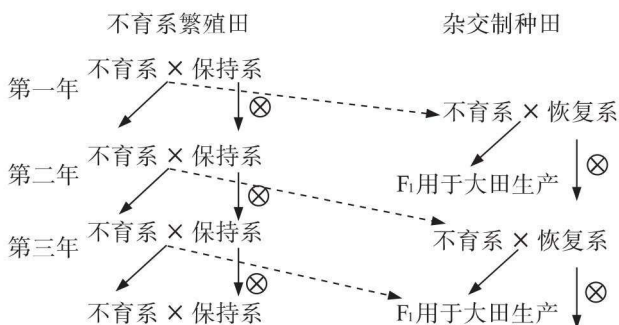


图 2 杂交水稻“三系”关系示意图

注：图中 × 表示杂交 ⊗ 表示自交

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，比当地推广良种每亩增产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5300千克。

30多年来，我国杂交水稻利用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。中国成为了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0.16~0.176亿公顷左右，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,有如克隆羊一样。通过这种生殖方式期望将杂种一代优势固定下来变成常规品种一样应用于生产,而不需要年年制种。无融合生殖选育一系法杂交稻是一项又新又难的育种新途径,它比“三系法”、“两系法”杂交育种更好、更方便。成败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。而且,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,这需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是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综合防治技术的推广和普及工作,积极扩大杂交早稻和杂交粳稻,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,增产潜力大。还要积极探索将一些对籼、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,克服籼粳杂交一代结实率低的现象,选育出优良的籼粳杂交水稻,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,一股新的全球性的杂交水稻热潮正在地平线上蓬勃兴起。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,进一步地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。让杂交水稻能像杂交玉米那样,在世界范围内得到大发展,让这项成果能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

在人类的生活中不食油是不可思议的,而食用油中植物油常常是扮演主角登场。还有饲料、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。而油菜则是一种类型多样、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,油菜产量一直居世界植物油料作物的前列。目前,

世界油菜面积在 2 600 万公顷左右,总产量达到了 4 100 万吨以上,在各种油料作物中仅次于大豆而雄居第二位。油菜也是我国最主要的油料作物之一。我们的祖先早在 2 000 多年前就开始栽种油菜,目前年种植面积达 760 万公顷以上,总产达到 970 万吨以上,面积和总产均居世界第一位。中国油菜产量占到全世界油菜总产量近三分之一。

目前国际上,油菜育种面临着两个改革,一是非优质品种改革为优质品种,即油菜品质育种(包括单、双低油菜品种的选育);二是常规品种改革为杂交品种。

所谓单低油菜是指菜油的芥酸含量低,故又称低芥酸品种。普通油菜品种油的芥酸含量为 40%~50%,而单低油菜品种原种油的芥酸含量不超过 1%,大田生产菜籽油的芥酸含量不超过 5%。选育低芥酸品种的目标在于将芥酸含量从占脂肪酸总量的 40%~50%,降至 1%,同时提高具有重要营养价值的油酸、亚油酸含量。

当前,油菜育种改革的另一个任务是把常规品种改革为杂交种,即油菜杂种优势利用。所谓杂交种是指两个遗传基础不同的油菜品种或品系进行有性杂交后产生的第一代种子(F_1)。它们具有杂种优势,表现在生长势、适应性、抗逆性、丰产性以及品质性状方面具有超亲现象。如世界上第一个大面积用于生产的雄性不育三系杂交种秦油 2 号比对照增产 27%~30%,光合能力、抗冻能力、抗病能力都强于常规品种。

20 世纪 60 年代开始,加拿大与欧洲各国都先后开展了油菜品质育种研究,育成了世界上第一个无芥酸的和低芥酸的以及双低油菜新品种。80 年代初,加拿大和欧洲各国都普及了单低、双低优质品种。1987 年在波兰举行的第 7 届国际油菜会议上,第一次授予史蒂芬森(Stefansson)教授“杰出科学家”奖章,以表彰他在油菜品质育种中所作的贡献。

我国在杂交油菜的研究和利用方面处于国际领先地位,取得

了辉煌成就,这其中,“波里马”油菜立下了“汗马功劳”。

据查证,“波里马”是一位“外国侨民”,它的老家在波兰,平淡的生活渡过了许多年头,深感在波兰不能施展才能,英雄无用武之地;一气之下,便出走苏联,在那里与在波兰一样遭到冷遇,便决定到中国“定居”。初到中国的日子,同样坐了冷板凳,并经历了“文化大革命”的风风雨雨,沉默了近10年光景,“波里马”的春天终于到来了,独具慧眼的傅廷栋,靠他敏锐的观察力,于1972年3月20日在华中农学院油菜试验田原始材料圃内,从“侨居”中国多年的甘蓝型油菜品种“波里马”油菜中,发现了19株表现特殊的油菜植株,只见它那盛开的金黄色花朵中,雌蕊发育正常,而6个花药(雄蕊)却高度退化,萎缩细长,初期开的花朵有微量花粉,中后期开放的花朵,彻底不育。这一重要发现,当晚就被油菜育种学家刘后利教授确认为典型的雄性不育株,说这是一个了不起的发现,这是因为甘蓝型油菜细胞质雄性不育在我国是首次发现,在国际上也是少见的。1973年7月傅廷栋在全国油菜科技协作会上报告了这一重大发现,并将波里马雄性不育材料的天然杂交种子赠送给了兄弟省同行。从此,波里马雄性不育材料便在湖南、四川、江苏等省获得了可喜的研究成果。1976年湖南省农科院利用这个奇特的患有雄性不育症的材料,最早实现了“三亲家”结缘——“三系”配套,定名为湘矮A不育系,负责不育系繁殖的“亲家”是来自非洲大陆的油菜,负责生产杂种提供花粉的“亲家”是来自意大利的油菜,并开始了杂种的生产、示范和推广。1982年波里马雄性不育材料又被江苏省农科院根据“中、澳合作油菜育种研究计划”赠送给了澳大利亚的同行,该国学者Buzza等在第6届国际油菜会议(1983年,巴黎)上,介绍了波里马雄性不育情况,引起与会者的重视。此后,波里马雄性不育材料很快传到世界各国。随后的研究证明,波里马雄性不育材料的育性恢复为一对显性主效应基因控制,也受修饰基因影响。1986年以后,加拿大、澳大利亚、波兰、瑞典等国都实现了波里马