

基因互作型

■ 显性核不育谷子

胡洪凯 著



中国农业科学技术出版社

基因互作型

■ 显性核不育谷子

胡洪凯 著



奇妙的赤峰核不育谷子，
堪称绿色王国的明珠！

胡洪凯

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

基因互作型显性核不育谷子 / 胡洪凯著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2016. 12

ISBN 978-7-5116-2948-7

I. ①基… II. ①胡… III. ①小米 - 基因互作 - 细胞核
雄性不育 IV. ①S515.035.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 003209 号

责任编辑 于建慧

责任校对 李向荣

出版发行 中国农业科学技术出版社

北京市海淀区中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82109194 (编辑室) (010) 82109704 (发行部)
(010) 82106626 (读者服务部)

传 真 (010) 82106631

社 网 址 [http:// www. castp. cn](http://www.castp.cn)

经 销 各地新华书店

印 刷 北京富泰印刷有限责任公司

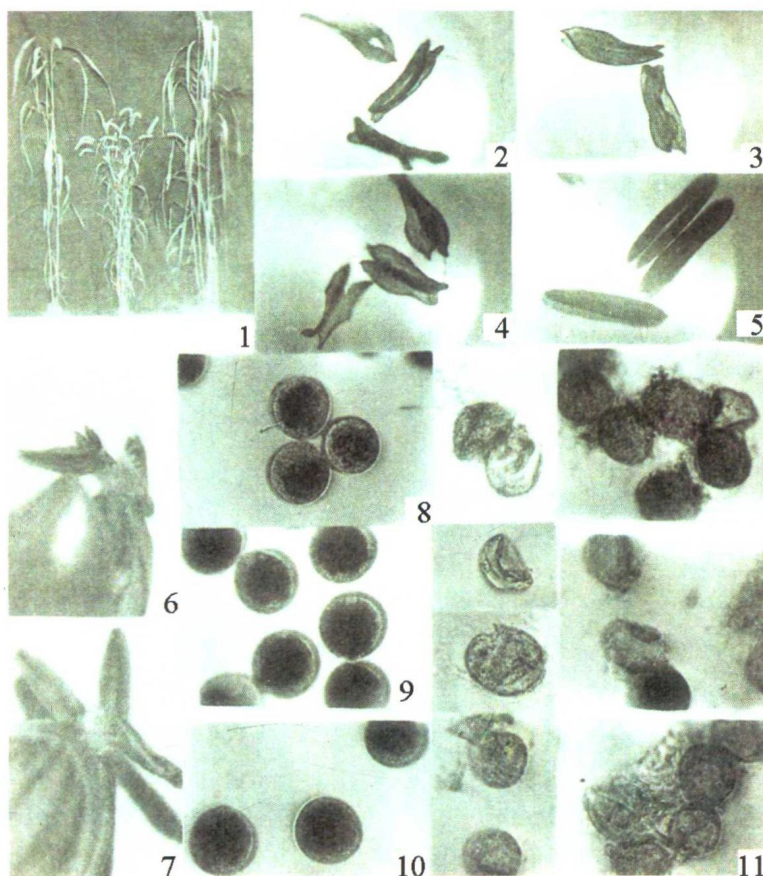
开 本 880mm × 1230mm 1/32

印 张 5 彩 图 8

字 数 109 千字

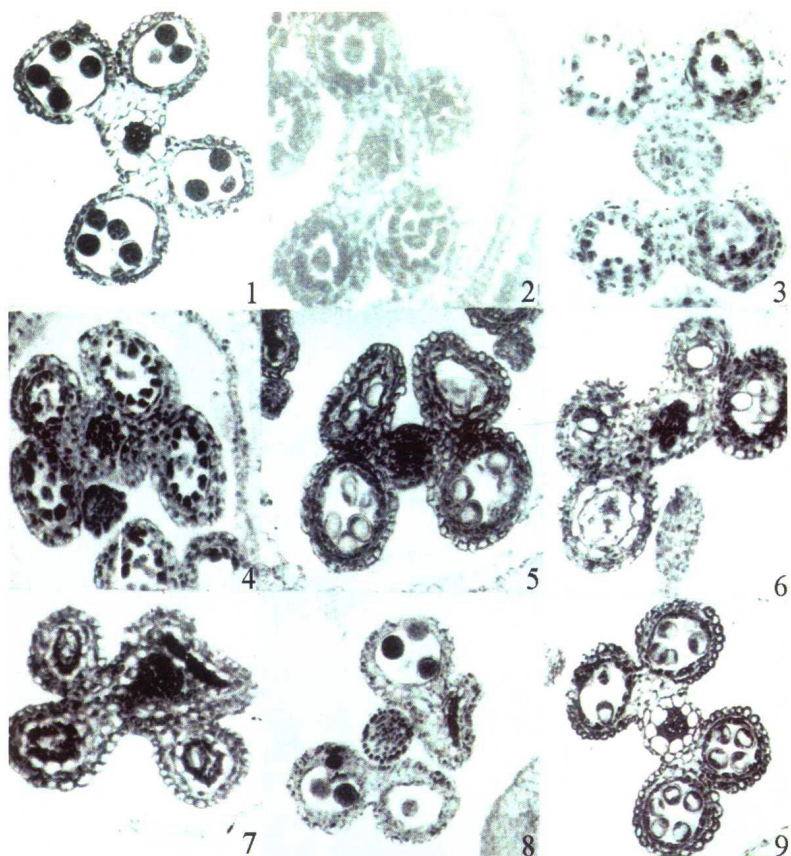
版 次 2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月第 1 次印刷

定 价 30.00 元



图版 I 谷子显性雄性不育基因的发现

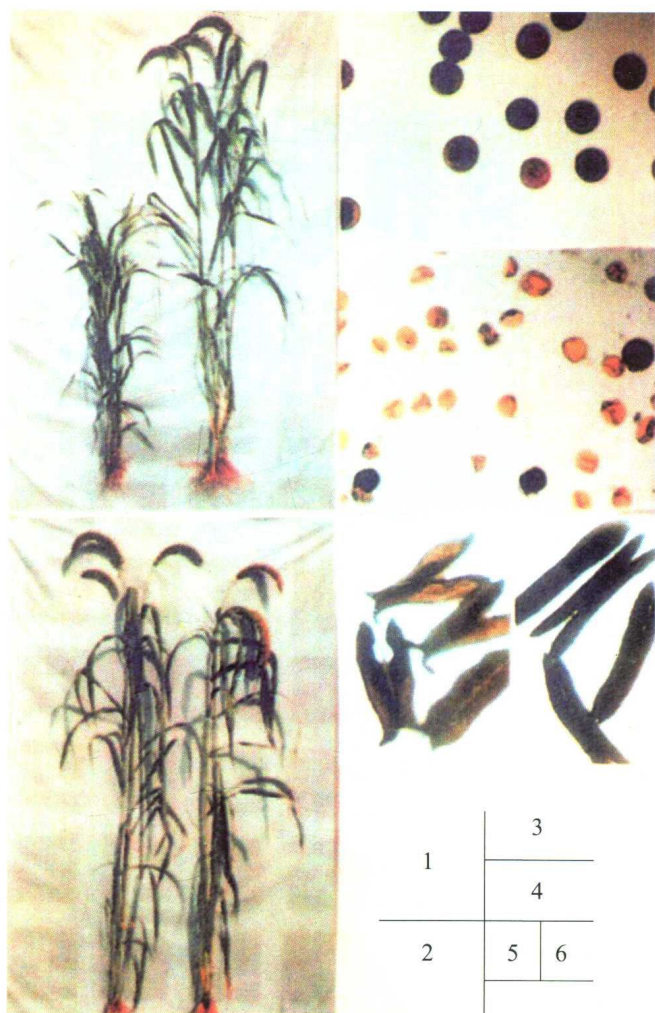
1. “Ch 型” 谷子显性雄性不育材料及其亲本，左：吐鲁番谷，中：澳大利亚谷，右：“Ch” 不育材料 2. 澳大利亚谷的花药 (3.5×4) 3. 吐鲁番谷的花药 (3.5×4) 4. 可育株的花药 (3.5×4) 5. 不育株的花药 (3.5×4) 6. 可育株的柱头 (1×15) 7. 不育株的柱头明显外露 (1×16) 8. 澳大利亚谷的花粉 (6.7×40) 9. 吐鲁番谷的花粉 (6.7×40) 10. 可育株的花粉 (6.7×40) 11. 不育株的花粉 (6.7×40)



图版 II “Ch 型”谷子显性核不育花药发育的细胞形态学观察

(刁现民等：谷子 Ch 型显性雄性核不育花药发育的细胞形态学研究)

1. 杂合株开花期花药横切，药隔及花粉发育均正常 ($\times 140$)
2. 纯合株早期的药室异常 ($\times 320$)
3. 纯合株小孢子母细胞的解体和绒毡层异常 ($\times 312$)
4. 示纯合株减数分裂后小孢子解体和绒毡层紊乱 ($\times 140$)
5. 纯合株小孢子期的败育表现及药隔异常 ($\times 120$)
6. 示纯合株药室内细胞退化后的壁细胞异常和药隔异常 ($\times 132$)
7. 开花期纯合株花药横切，药隔异常，药室皱缩 ($\times 130$)
8. 具正常可育花粉的纯合株花药 ($\times 110$)
9. 纯合的药隔及花粉发育正常的花药 ($\times 164$)



图版Ⅲ “Ch 型”谷子显性核不育的亲本，不育株及其花药、花粉

1. 澳大利亚谷、吐鲁番谷 2. “Ch”型不育材料 左：不育株 右：可育株
 3. 可育株花粉（正常） 4. 不育株花粉（败育、内含部分可育花粉） 5. 可育株花药（正常开裂散粉） 6. 不育株花药（不开裂、不散粉）



图版IV “Ch 型” 谷子显性核不育纯合不育株主穗和分蘖穗收获后，
再生穗和分枝穗生长情况（海南三亚荔枝沟南繁基地）



图版V “Ch 型” 谷子显性核不育纯合不育株在海南三亚出现节上分枝



图版VI “Ch 型” 谷子显性核不育纯合不育系选育现场

(海南三亚荔枝沟南繁基地)

“谷子核显性基因互作不育系三系配套”鉴定意见

胡洪凯等同志在吐鲁番谷×澳大利亚谷的杂种后代中
发现显性核不育基因 M_1^{u1} ，后又从澳大利亚谷中分离出上位性恢
复基因 R_1 。从杂种后代可育与不育比例的遗传分析中证明 M_1^{u1} 与
 R_1 这两个基因在澳大利亚谷中是连锁着的，交换值平均为 22%。
这就解释了在杂种后代中为什么只出现很少的，又是显性的
不育植株的遗传原因。

在海南岛南繁后代中发现 M_1^{u1} 不育株在冬季的特殊条件下有一
部分是花粉形散粒，这就为自交和与高秆其他合量性不育系创造了可
解性。将这些实验结果运用于育种实践，就使人们创造出在
谷子中可用于生产杂种谷子的特殊的三系：不育系 $M_1^{u1}M_1^{u1}$ 叶叶，保持系
 $m_1^{u1}m_1^{u1}$ 叶叶（一般谷子品种的常用型），和恢复系—— R_1R_1 (M_1^{u1} 或 m_1^{u1}
都不影响 R_1 的恢复功能)。在论文中发现杂种优势强的组
合，只要经过一些必要的转育手续，就可以运用这一套三系进行
制种。因此，这一套三系，既有新意，又有实用价值。

如能进一步弄清使不育系 $M_1^{u1}m_1^{u1}$ 或 $M_1^{u1}M_1^{u1}$ 散粒的必要
条件，就可用人工的方法，满足这些条件而做到在任何地方
都能繁殖 $M_1^{u1}M_1^{u1}$ 系种，不必专设海南岛南繁。这一研究

中国农业
科学院

作物育种栽培研究所

可纳入下一阶段的科研计划中。

从应用的角度来说,下一阶段的研究重点,应找出优良组合,试用这套三系进行制种,区试,示范,推广,从而在实践上证明它的经济效益和社会效益。

鲍文奎

1990年9月14日 北京

中国 北京
中国农业科学院作物育种栽培研究所
INSTITUTE OF CROP BREEDING AND CULTIVATION
CHINESE ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES
30, Bai Shi Qiao Lu, West Suburbs, Beijing-100081
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

“谷子核雄性基因互作雄性不育三系配套”研究成功是国内外首创的阶段性成果。从几年的实验数据看来，可以认定核基因互作型的雄性不育体系，与细胞质无关。^{确定是}其不育性受一对显性的遗传基因 Ma- 和 Rf- 上位互作控制的，Rf 对 Ma 是上位的，能抑制前者的表达，使不育恢复为可育。有了“纯合一型”、“同型可育”和“纯合上位”三系配套并了介其遗传机制，对实现谷子良种优势在生产上利用又接近了一大步。

这项研究在实践和理论上都有重要意义。它为核不育的利用展示了一条新的途径，比向系统“放”得多，它的开发潜力不亚於甚至超过核质互作雄性不育性的应用。这是一项突破性进展，建议做为优异成绩上报。

希望在进一步验证此中机理的基础上，加育不育基因和上位基因的可育，培育成优良三系并尽快确定是最优组合应用于生产；同时继续弄清这对基因的互作和遗传以及该两基因在不同光温条件下的表达规律，以便把良种谷子的生产利用建立在可靠可靠之科学基础上。（附表二最后一页第一栏中的基因型大概打印错了。）

王以伦

1990年9月12日 於北京农研

内容简介

本书详尽地介绍了在我国赤峰首次发现的谷子显性雄性不育基因“ M_s^{ch} ”和显性上位基因“ Rf ”及其上位互作遗传规律和新“三系法”杂交制种体系，提出基因互作型雄性不育的遗传模式、研究方法和典型实例。

同时，作者还简要介绍了显性核不育基因起源的新理论和显性核不育的细胞质转换、不育株花药发育的细胞形态学观察、不育株开花与生态、显性核不育体系的过氧化物酶同工酶分析、显性核不育基因与显性上位基因的分子标记等方面的初步研究。

可供植物遗传育种专业研究人员、大专院校教师 and 研究生、大学生参考。

本书关键词

谷子；显性核不育基因；显性上位基因；基因互作型显性核不育；显性核不育纯合一型系；隐性纯合可育系；显性纯合上位系；显性核不育杂合一型系；显性核不育“三系配套制种法”；群体改良；花药“开裂腔”；基因起源；细胞质转换……

序一

拿到胡洪凯先生寄来的沉甸甸的书稿时，我感触很深，一位年过八十的老者还为自己喜爱的工作默默耕耘，把自己多年的研究成果编撰成书，留给后人，非常值得赞颂。比起近些年出版的大量东拼西凑或拉郎配式的“编著”，以及为了做“主编”而滥出的众多论文集，这部《基因互作型显性核不育谷子》专著显得尤为珍贵。我细读了全部书稿，受益匪浅。

作物细胞核雄性不育，简称核不育，是常见的自然现象。我国是发现作物核不育材料最多的国家，但有理论研究价值和应用潜力的不育材料为数不多，太谷核不育小麦、湖北光温敏水稻、赤峰显性核不育谷子是这些材料的代表。赤峰显性核不育谷子，是一份基因互作型雄性不育材料，其育性受两对显性基因互作控制，一个是显性不育基因 M_s ，一个是显性上位基因 R_f ，后者可以抑制前者育性的表达。当二者同时存在时，表现正常可育；当 M_s 单独存在时，表现雄性不育。这种遗传体系的材料报道极少，基因

互作型显性核不育谷子是首次发现。雄性不育基因 M_s 与上位基因 R_f 都来自澳大利亚谷，这是一个非常有趣的现象。在植物进化的过程中由于基因突变而出现雄性不育。对于自花授粉作物来说，雄性不育是不利于自身物种繁衍的有害性状，为了生存，“上帝”赐给它一个 R_f 基因相伴随。现代人们用有性杂交进行品种改良时，为 M_s 与 R_f 两个基因分开创造了条件，在杂交后代中就会出现雄性不育株。因此，“凡是在杂交后代中出现的显性核不育，一般都能够找到恢复系，其恢复源来自提供显性不育基因的那个亲本。”显性核不育材料的后代总是分离出一半雄性不育株与一半雄性可育株，难以用于杂种优势生产，但赤峰显性核不育谷子是个例外。首先，它有一个能够恢复育性的上位基因 R_f ，解决了育性恢复问题。还有，它的不育株花粉败育不彻底，花药内有部分发育正常的有效花粉，但在北方谷子产区花药始终不开裂、不散粉，造成不结实，而在特定的地理生态条件下（例如，在海南岛），部分花药开裂散粉，能产生6%~10%的自交种子，从而可以培育出显性核不育纯合一型系和显性核不育杂合一型系。有了上述两个条件，就可以实现利用“三系法”或“两系法”生产 F_1 杂交种的目标。

《基因互作型显性核不育谷子》一书详细介绍了赤峰显性核不育谷子的发现、遗传模式、显性核不育基因起源、

胞质转换和杂种优势利用模式等内容，有理论，有实践，文字通俗易懂，说理逻辑性强，可供植物遗传育种专业研究人员、大专院校教师和研究生、大学生参考。

刘秉华

二零一六年十月于北京

序二

衷心祝贺胡洪凯先生的专著《基因互作型显性核不育谷子》一书的出版。这是植物遗传学界、作物杂优育种学界和谷子学界的一幸事好事，幸就幸在胡先生虽已耄耋之年，但不辞辛劳，把自己多年的研究成果及相关资料加以系统整理和总结，编撰成书出版；好就好在这本专著是学界一份弥足珍贵的财富，也是胡先生对社会和后人的又一重要贡献！

1966年，延安农科所发现谷子雄性不育现象，继后育成由隐性单基因控制的谷子延型不育系，20世纪70年代初又将不育系种子分发给全国34个谷子科研单位，引发了一场谷子杂优研究的热潮。1973年，由农业部组织，延安农科所牵头成立了全国谷子杂优研究协作组，1986—1995年谷子杂优研究两次被纳入国家育种攻关计划，此期间，全国育成了一批谷子不育系（包括高度雄性不育系、显性核不育系、光敏不育系和Ve不育系）。

胡洪凯先生所在的赤峰市农科所始终是谷子杂优研究

的中坚力量。胡先生带领他的课题组，在经费人力严重不足、设备和条件极为简陋的情况下，经 20 多年南繁北育的艰苦努力，锲而不舍地钻研和创新，攻克一个又一个技术难关，终于发现谷子显性雄性不育基因 Ms 和相应的显性上位基因 Rf 及其上位互作遗传体系，1990 年实现显性核不育“三系制种法”配套，并通过农业部科技教育司组织的鉴定。1999 年获得国家自然科学奖四等奖。

我细读了这部专著之后，恭谨地向读者推荐本书三大亮点：

第一，遗传学方面，在自然界发现一个不育现象并不难，难就难在要通过自交、杂交、回交等一系列的遗传试验，多年多代的细致观察，取得大量可靠的数据才能确认不育性的遗传本质。显性核不育在自然界本来就是极为稀少的，同时又伴随存在一个显性上位基因，这样的遗传体系更是少之又少，而且在这个体系中的显性不育基因和显性上位基因既互作又连锁，是迄今植物界的首例报道。为了解读这一体系的遗传机制，必需严谨的实验设计、细致的观察记载、合乎逻辑的推理判断，还要有年复一年耐心等待的毅力，因此，可以肯定地说，显性核不育基因 Ms 和上位基因 Rf 及其互作遗传体系的发现与研究，在遗传理论和试验方法上都是十分珍贵的。

第二，育种学方面，显性核不育杂交一代恒定分离出一半可育株，它找不到保持系，无法进行大面积制种，如