

Proceedings of
the Symposium on
Theory and Practice
of Plant Genetics
Nov. 1994, Wuxi

植物遗传理论与应用 研讨会文集

中国遗传学会

中国遗传学会植物遗传专业委员会根据常务理事会的决定，曾于 1992 年 12 月在福州召开工作会议，对本届学术活动进行了研究与讨论。与会同志认为本届植物遗传专业委员会的学术活动可仍沿用植物遗传理论与应用研讨会名称。并提出研讨会应体现“面向经济建设，面向未来”和“植物遗传学与高产、优质、高效农业”等主题思想。经商定，研讨会定于 1994 年 11 月在无锡召开。会议共收到论文 170 余篇，内容涉及植物遗传学研究的许多领域，如杂种优势与雄性不育、分子遗传与遗传工程、性状遗传、远缘杂交、组织培养以及遗传资源与育种等方面。专业委员会于 1994 年 8 月在南京召开第二次工作会议，研究了会议筹备工作并对论文进行审稿。考虑到研讨会的规模和论文集的篇幅受到诸多因素限制，经审稿后定为参加会议交流并以全文刊登于文集的稿件不得不压缩在一定的篇数以内。对于未能参加会议交流的论文，文集刊登其摘要。

为了便于阅读，论文集分为三个部分。第一部分为植物杂种优势与雄性不育。第二部分为植物分子遗传与遗传工程。第三部分为性状遗传、远缘杂交、组织培养及遗传资源与育种等。

在论文集的编印过程中，陈佩度、高忠、冯以高和卜敏莉等同志付出了大量辛勤劳动，编者谨向他们表示诚挚感谢。

编 者

1994 年 11 月

目 录

第 I 部分 植物杂种优势与雄性不育

杂种小麦研究	赵寅槐(1)
生态遗传雄性不育理论与两系杂交植物	
II、选育生态遗传雄性不育系的一般方法	何觉民 戴君惕等(5)
小麦 T 型雄性不育系及其保持系花粉粒中线粒体	
超微结构的研究	张召铎 刘植义等(12)
小麦细胞质雄性不育与核基因组及其染色体的关系	薛 玺 王同昌等(18)
玉米姊妹系间杂种优势与改良单交的应用研究	刘宗华 陈伟程(25)
WA 型, BT 型和 D 型水稻细胞质基因组翻译产物分	
析和研究—两种不育和育性恢复假说	赵世民 刘祚昌等(32)
光周期敏感细胞质雄性不育小麦的初步研究	徐乃瑜 刘江东(35)
高粱无融合生殖系 SSA-1 的创制	牛天堂 张福耀等(41)
水稻籼粳杂交亲和性的遗传分析	牟同敏 杨国才等(48)
油菜雄性不育性的分子机理研究进展	钟 蓉 林良斌等(54)
水稻两用核不育系的光温反应特性	贺浩华 孙义伟等(60)
分期播种和光照处理对培矮 64S 雌雄配子育性的影响	李传国 李和标等(63)
几类异质 1B/1R 小麦雄性不育系育性稳定性与育	
性恢复性的研究	张改生 吴兆苏等(68)
籼型温敏核雄性不育基因的等位性研究	陈顺辉 卢浩然等(75)
棉花核雄性不育性完全保持的遗传分析	黄观武 毛正轩等(81)
B、D 型细胞质对小麦 × 玉米杂交结实率的影响	陈 孝 陈新民等(89)
异源细胞质对小麦旗叶生理生化特性的影响	高 忠 张荣铨等(94)
带标记的籼稻光(温)敏核不育系的选育及其光温反应特性的研究	董凤高(100)
农垦 58S 衍生的水稻光敏不育系育性转换光温反应的多样性	程式华(106)
水稻核质互作不育类型育性基因的分析及其遗传模式	陈深广 闵绍楷等(112)
水稻亚种间杂交 F ₁ 亲和性的遗传分析	朱英国(117)
玉米基因雄花不育的遗传育种和利用	张宝石(122)
大豆隐性核不育基因的遗传与应用研究若干问题的探讨	宋启建 吴天侠等(128)

第 II 部分 植物分子遗传与遗传工程

基因工程与主要粮食、豆科作物的遗传改良	贾士荣(133)
---------------------------	----------

HSP70 基因探针与温敏雄性不育高粱的 DNA 和 mRNA

- 杂交的初步分析 陈建南 傅鸿仪等(143)
- 水稻(*Oryza sativa* L.)14 个 RFLP 标记的物理作图 宋运淳(148)
- 水稻蜡质基因 5'非翻译区对外源基因表达的影响 酆永忠 马红梅等(154)
- 组培品种黑珍珠与供体的形态差异及其 RFLP 分析 杨长登 庄杰云等(158)
- 用蛋白质探针研究天麻内源抗病物质-抗真菌蛋白的分子基础 舒群芳 徐锦堂等(163)
- 农杆菌介导的外源基因转化马铃薯及其表达 王光清 王蕴珠等(169)
- 用 6 个小麦-黑麦衍生系筛选与黑麦抗条锈病基因连锁的 RAPD 标记 陈建莉 薛秀庄等(176)
- 用原位杂交技术对不同进化类型植物染色体中 rRNA 的研究 宋林生 张自立等(181)
- PEG 介导外源基因转化原生质体获得转基因水稻植株 李文彬 王革娇等(190)
- gusA* 和 *neo* 基因在转基因水稻后代的遗传研究 温孚江 J.Peng 等(194)
- 抗芜菁花叶病毒转基因油菜的研究 卢爱兰 陈正华等(203)
- 利用激光微束穿孔法将 GUS 基因导入百脉根并获
得转基因植物的研究 周奕华 韩厉玲等(210)
- 沙冬青(*Ammopiptanthus mongolicus*)高活性抗冻蛋白的分离和检出 费云标 黄涛等(216)
- 农垦 58S 育性转换期间叶片核蛋白因子与光调序列结合研究 ... 杨代常 徐平等(220)
- 用基因组原位杂交检测小麦中的簇毛麦染色体 钟少斌 张德玉等(226)
- 转基因番茄后代 CMV 病毒抗性表达与鉴定研究 杨荣昌 徐鹤林等(230)
- 用 RAPD 技术鉴定体细胞无性系变异体 沈晓蓉 许仁林等(239)

第三部分 其它(包括性状遗传、远缘杂交、组织培养及遗传资源与育种等)

- 数量基因效应研究方法的进展 盖钧镒 杨永华(244)
- 小麦叶锈菌基因鉴定新进展 朱之育 杨文香等(260)
- 苯甲酰胺与 γ -射线复合处理对大麦辐射损伤及遗传效应的研究 许耀奎 包和平等(265)
- 小麦高分子量(HMW)麦谷蛋白亚基的遗传及其在杂种后代转育规律的研究 毛沛 李宗智等(272)
- 相关数量性状基因图谱的联合建构 姜长鉴 惠大丰(277)
- 水稻 DH 群体数量性状的遗传分析 张能义 薛庆中(283)

包括基因型×环境互作效应的种子遗传模型及其分析方法	朱 军(291)
籼型杂交稻稻米营养品质种子效应和母体效应的遗传分析	石春海 朱 军(302)
粳稻米糊化温度的遗传研究	李 欣 汤述翥等(310)
农垦 58S 与感光性不同的等基因系杂交后代的育性遗传研究 ...	王明全 汪向明(314)
优质蛋白玉米 O2 基因控制赖氨酸超量积累的分析	曾孟潜 刘雅楠(322)
马尾松种源生长性状、枝粗及通直度的遗传变异	徐立安 陈天华等(331)
小麦抗根腐病突变体的获得及其鉴定	姚庆筱 郭丽娟等(337)
八倍体小滨麦与普通小麦杂交后代的细胞遗传学研究	傅 杰 陈淑阳等(342)
抗白粉病普通小麦-簇毛麦易位系选育及分子 细胞遗传学分析	陈佩度 齐莉莉等(350)
普通小麦-多枝赖草二体附加系的创建及其细胞 遗传学研究	赵茂林 周荣华等(358)
利用蓝粒单体小麦选育稳定缺体小麦的研究	穆素梅 钟冠昌等(362)
甘蓝型油菜-埃塞俄比亚芥二体附加系植株形态 及细胞学鉴定	戚存扣 仲裕泉等(366)
油菜染色体工程研究——蓝花子特性导入油菜	李旭峰 杨毅等(372)
小黑麦(AARRRR)与提莫非维小麦(AAGG)杂交创新 种质资源	马缘生 范传珠等(377)
小麦-偃麦草-簇毛麦-黑麦四属杂种的产生和细胞 遗传学研究	孙善澄 刘少翔等(387)
旱稻及水旱稻杂种核仁动态与核仁组织者数目的研究	郑成木(393)
VE161 小麦在转移外源基因上的作用	杨天章 魏小萍(397)
球茎大麦抗黄化叶病基因导入栽培大麦及其同工酶 标记的研究	张德玉 仲裕泉等(405)
导入小麦的外源染色体片段的准确鉴定及外源抗性 基因的稳定性分析	齐莉莉 刘大钧等(412)
普通小麦—纤毛鹅观草异附加系的选育	王秀娥 陈佩度等(419)
葡萄耐盐变异体的研究	鲍雪珍 王敏琴等(428)
赤桉(Eucalyptus camaldulensis)人工种子的研制 I.微芽高频率诱导及同步性控制	谷瑞升 陈正华等(433)
玉米复合生物技术育种的研究	母秋华 于树清等(439)
“解放钟”枇杷原生质体培养再生植株	林顺权 陈振光(449)
多倍体黄花菜离体培养繁殖研究	董雅茹 王瑞库等(455)
同源四倍体水稻花培创造新种质的研究和利用	秦瑞珍 郭秀平等(460)

氮离子束注入对玉米 (Zea mays) 体细胞培养的影响	刘世强 贾景明等(465)
几对小麦正、反交组合的亲本及其杂种的花药培养	
反应的研究	贾双娥 张驰等(472)
葡萄花药胚性愈伤组织转化的研究	王新国 鲍雪珍(477)
香蕉快速繁殖中继代数对染色体数量畸变的影响	王正询 骆慧明等(483)
小叶杨原生质体培养植株再生及其同工酶的变化	王 影 黄敏仁等(489)
云南红豆杉细胞培养的研究	杨永华 萧凤迎等(499)
组织培养与普通小麦异源易位系选育	徐惠君 辛志勇等(504)
大豆愈伤组织类型形态发生能力的比较	郭子彪 盖钧镒(509)
修饰回交法与简单回交法及三交法育种效果的比较研究	盖钧镒 刘良舟等(513)
长江下游大豆地方品种的聚类分析	游明安 盖钧镒(520)
胡杨花粉辐射杂交可配性与杂种选育	孙雪新 刘 榕(528)
一个甜橙花斑变异的研究	吕柳新(533)
陆地棉 5 个三体的诱发、鉴定及其细胞遗传学研究	张天真 胡保民等(537)
国外血缘杂种优势类群玉米自交系的遗传分析及利用	陈彦惠(542)
约束性最小二乘法在杂交种改良模型中的应用	卢方元 管荣展等(548)
甘蓝型油菜遗传标记杂种的选育	莫鉴国 李万渠等(553)
植物生长调节物质克服甘薯品种间交配不亲和性的作用	陆漱韵 张洪平等(557)
适合于间套种的特早熟优质小麦—“南大 016-2894”	王祥麟 蔡瑞华等(561)
杉木基因型与环境交叉效应的研究	叶志宏 施季森等(568)

第IV部分 摘要

G 型胞质不育的育性恢复基因 Rf3 的研究

I、构建提莫菲维小麦基因组文库	王同昌 李文辉等(575)
矮败小麦株高遗传动向研究	刘思衡 王升鑫等(575)
作物核质杂种优质的理论和应用	王乃元(576)
普通小麦 K 型和 T 型细胞质雄性不育系及其杂种	
过氧化物酶同工酶的研究	吕德彬 崔党群等(577)
不同温度条件下油菜细胞质雄性不育酯酶同工酶的研究	唐章林 李加纳等(578)
低温显性核不育水稻“8987”的初步研究	邓晓建 周开达(578)
水稻亚种间数性状的基因效应分析	梁康迳 杨仁崔等(579)
CHA 杂种小麦的研究与应用	刘植义 沈银柱等(580)
玉米雄性不育 G 胞质与 T、C、S 胞质的比较研究	黄玉碧 荣延昭等(581)

小麦不同类型细胞质雄性不育系小孢子败育及育	
性恢复的初步研究	徐祖元 徐乃瑜(581)
马铃薯有性多倍化与块茎性状的杂种优势表现	冉毅东 戴朝曦(582)
大麦核质互作雄性不育系 88BCMS 的选育及其遗传	
特性研究	孙东发 徐延文等(582)
油菜(<i>Brassica napus</i> L.)基因启动功能片段的分离和鉴定	王海燕 江明等(583)
玉米 C 型细胞质雄性不育系线粒体基因组文库的构建	赖锦盛 赛吉庆等(583)
玉米转座因子 Ac/Ds 导入水稻花药悬浮细胞并再	
生成植株	刘明华 楼小明等(584)
植物显性插入突变载体的构建	陆建荣 金振华(584)
玉米矮花叶病毒外壳蛋白基因真核表达载体的构	
建及向玉米的转化	黄 忠 赛吉庆等(585)
西藏栽培和野生大麦同工酶和 rDNA 标记的遗传多	
态性分析	戴先凯 张启发等(585)
云南稻地方品种的遗传变异和籼粳稻的遗传分化	刘克德 张启发(587)
利用激光微束穿刺法将外源基因导入小麦的研究	王兰岚 傅荣昭(587)
牛胸腺 DNA 引入小麦其早代的染色体行为	于元杰 尹承岱等(589)
水稻籼粳特异性核心探针的筛选及其应用可行性的研究	庄杰云 钱惠荣等(589)
玉米转化技术的研究	王国英 丁群星等(590)
高粱叶肉细胞和鞘细胞 rbcL 基因编码区的 PCR 克	
隆和序列测定	赵银锁 姜韬等(591)
小麦高产优质性状的遗传研究	王立秋 卢少源(592)
小麦籽粒灌浆特性的遗传	王 敏 姚维传(592)
关于冬小麦亲本早熟性的遗传分析	赵志立 许钢垣等(593)
籼粳杂交稻米品质性状的遗传分析	徐辰武 张爱红等(594)
中国野生大麦和栽培大麦酯酶同工酶的遗传研究	丁 毅 宋运淳等(595)
红麻茎部刚刺性状的遗传研究	祁建民 李维明等(596)
冬小麦不同类型组合熟性遗传与育种分析	孙智开 王石惠(597)
大豆数量性状的遗传距离及其在育种中的应用	李光威 张孟臣(598)
组合质量指数法在小麦育种中的应用	兰素缺(598)
甘蓝型油菜抗 HYP 突变体的筛选和利用	吴沿友 罗鹏等(599)
八倍体小偃麦与普通小麦杂交育种的研究	钟冠昌 穆素梅(600)
大蒜中期染色体中的 RNP	王 学 张自立(600)
甘蓝型油菜与诸葛菜属间远缘杂交授粉子房离体培养研究 ...	李 琳 蓝泽莲等(601)

运用远缘杂交获得优质油菜低芥源	吴书惠 罗鹏等(602)
花生属拟直立型组种间杂交亲和性及染色体变异机制的探讨	张新友(603)
甘蓝型油菜与蓝花子属间倍半二倍体的形成及其 细胞遗传学特性	杨毅 李旭锋等(604)
大麦种间杂种的产生和细胞学鉴定	仲裕泉 张德玉等(604)
胡椒味辣椒的核型研究	石大兴 王米力(605)
西洋参离体胚培养及体细胞胚胎发生	杨振崇 胡桂珍(605)
通过原生质体融合将波缘烟草部分核基因组转移 给普通烟草	刘宝 何孟元等(606)
不同培养基状态对甘蓝型油菜花药和花粉培养的效应比较	王蒂 冉毅东(607)
马铃薯体细胞融合和杂交技术的研究	戴朝曦 孙顺娣等(607)
水稻离体辐射诱变技术研究	吕慧能 沈守江(608)
超甜玉米组织培养及体细胞 clone 建立	田秋华 张新生等(609)
康乃馨(<i>Dimthucanyophyllus</i> . L.)离体繁殖玻 璃化苗的解剖和组织化学研究	吴鹤鸣 余建明等(610)
水稻耐盐细胞变异体后代的鉴定及其遗传稳定性	孙立华 汤邦根等(610)
碳源、激素和水解乳蛋白对桑树茎尖培养的影响	张小苹 张晓义等(611)
离体细胞的内源性诱变原理与杂交稻配合力育种新途径	杨世湖(611)
水稻 HYP 抗性突变体的抗盐性研究	朱庆麟 崔传斌等(612)
论中国芥蓝的分类地位	何承坤 郭素枝等(613)
高产、早熟、优质大豆新品种冀豆七号的选育研究	杨春燕(614)
青贮小黑麦的选育和应用	孙元枢 王增远等(615)
高产、早熟夏大豆新品种南农 88-48 的选育研究	刘佑斌 游明安等(616)
以多 27 自交系为母本的 F ₁ 籽粒出现的特殊现象研究	王建革 贾世锋等(616)
大豆花叶病引起的大豆顶端坏死症	廖林 刘玉芝等(617)
亲本遗传构成及配合方式对修饰回交法育种效果的作用	刘良舟 盖钧镒(618)
梗稻轮回选择育种方法的研究	吴长明 付秀林等(618)
粮饲型、食荚型豌豆产量、基因型 × 环境互作和稳定性分析	杨俊品 刘莹(618)
云杉针叶的扫描电镜观察	贾敬鸾 陈晓松(619)
甘蓝型油菜低芥酸自交不亲和系 1010-1 和 1010-2 的选育和利用研究	安彩泰(619)
通过种子分析估算交配系统参数的误差	赖焕林(620)
马尾松种源遗传稳定性分析	陈天华 徐立安(620)

杂 种 小 麦 研 究

赵寅槐

(江苏省农科院粮食作物研究所)

自 1951 年木原均育成小麦的尾状山羊草细胞质雄性不育系以来,1962 年威尔逊育成现在为杂种小麦育种研究普遍应用的梯摩菲维细胞质雄性不育系(即 T 型不育系)以来,都已分别经历了 44 年和 33 年。这比起 1914 年 Shull 提出杂种玉米的构思,至五十年代初杂种玉米已在美国商品化应用的时间来,要长的多了。而二十世纪后半期的遗传育种研究,远较前半期深入,但杂种小麦为什么还不能在生产上普遍应用呢?

著名的小麦育种家蔡旭教授,他育成的小麦良种曾在我国北部冬麦区普遍推广应用。在他的小麦育种实践中发现品种间杂种 F_1 有强大的杂种优势,并有研究生专门作了这方面的研究。1965 年,在他和李竞雄教授出访罗马尼亚之际,从匈牙利科学院引入了威尔逊的 T 型三系。从此,蔡旭教授不管政治风暴的冲击和疾病的折磨,在他的晚年一直坚持并领导了全国杂种小麦攻关协作研究。

我国杂种小麦育种研究已历时 30 年,与国际同行一起,在细胞质雄性不育、育性恢复、杂种小麦亲本选育和强优势组合选配等方面,做了大量的工作。杂种小麦育种经历了七十年代的群众运动和“六五”、“七五”、“八五”国家攻关,在蔡旭教授的“开放育种”思想指导下,采用“多种胞质、多种途径”的技术路线,已经在强优势组合选育方面取得显著进展,杂种小麦开始在生产上示范,并已经在集中力量,准备攻克生产应用关了。

杂种小麦的商品化生产,综合同行的各种观点,我们认为必须解决以下三个问题:获得杂交种子的方法,强优势杂种组合的选配,建立经济有效的繁种制种体系。这三个问题中任何一个解决不好,都会阻碍杂种小麦的生产应用。以下对这三个问题分别阐述。

一. 获得杂交种子的方法

T 型三系和 K、V 型三系已经配套。T 型不育系的不育性及其稳定性、T 型恢复系的恢复力都已达到生产要求的水平。95% 以上的普通小麦品种都可转育成不育度和不育株率达到 100% 的不育系;通过 T808,(1A,5A,7D)T.Spelt var.duhamelianum(1B)和 Primepi(1B,5D)等恢复源累加育成的 R16,它与不同品种转育的不育系的 F_1 杂种,以及这些杂种在不同年间(连续 5 年调查)的恢复度,都在 93% 以上,其结实率与普通品种已没有差异(邹明烈等,1994)。K、V 型不育系分别具有粘果山羊草和偏凸山羊草的细胞质,由西北农业大学杨天章教授等于 1988 年育成后,农业部立即组织全国 8 个单位对 K、V 型不育系进行合作研究。5 年来已育成不育性稳定、基本不产生单倍体的不育系,和恢复力稳定在 85% 以上的恢复系。K、V 型不育系产生单倍体的世代间变异性,以及杂种的育性恢复性在年际间的变异问题尚待深入研究。

通过化学杂交剂配制杂种小麦的方法已基本完善。1986-88 年,壳牌石油公司与我国合作研究 WL84811 在杂种小麦制种上的应用,该药剂从小麦减数分裂开始到花粉单核期(大约 7 天)施药,都能达到 100% 的杀雄效果,且由于其内吸作用,对后生小分蘖仍有效果。但是,该药剂因未能通过人畜安全试验而停止生产。1988 年开始,天津市农科院与美国

Sogetal 公司合作研究 SC2053, 6 年来在我国南北方主要科研单位试验, 其杀雄效果可达到 99% 以上。美国孟山都公司已有商标注册的化学杂交剂 MON21200(商品名 Gencsis)。

此外, 湖南农业大学、重庆市农科所等已在小麦光(温)敏核不育方面作了大量研究, 并已配制杂种作生产示范。村井正之等(1993)报导, 具 D^2 型细胞质的粗厚山羊草(*Ac. crassa*)和壮山羊草(*Ac. juvenalis*), 它们与农林 26 产生的质-核杂种, 在等于或大于 15 小时的长日条件下表现几乎完全的雄性不育, 小于 14.5 小时光照, 则为高度可育, 温度对育性没有明显的影响。

具有异种细胞质的普通小麦, 总会存在细胞质的副作用。七十年代已育成的 20 多种细胞质雄性不育系中, 普遍认为, 具梯摩菲维细胞质的雄性不育系, 除了种子皱瘪以外, 其副作用最小。近年来, 四川省农业科学院的川 7A 和江苏省农业科学院的 ND28 不育系, 其种子都很饱满, 与保持系种子没有差异, 表明 T 型不育系的这个问题可以解决。K、V 型细胞质雄性不育系种子饱满, 但都有诱导单倍体的问题, 粘果山羊草细胞质还引起不育系植株干重降低 10%。高忠(1993)利用 T 型和 V 型细胞质的同核异质不育系, 与它们的保持系比较了三种细胞质对旗叶光合功能的效应。与普通细胞质相比, 这两个异源细胞质对小麦光合速率、RuBP 羧化酶活性都有不同程度的负效应, T 型的小于 V 型, 但当它们的育性被恢复以后, 这些负效应都可以解除。

化学杂交剂生产杂种种子, 就 SC2053 来说, 已可以在生产上应用。在大面积制种中, 化杀效果受到喷药机械、喷施技术和天气条件限制, 往往使杀雄不彻底, 杂种种子纯度降低。北京农业大学正在研究利用营养缺失型突变体解决这个问题。

综上所述, 获得杂种小麦种子的问题, 已经基本解决。

二. 强优势杂种组合的选配

评价杂种优势的指标, 最终是产量, 即比推广品种增产的百分率, 亦所谓竞争优势。小麦品种间杂种 F_1 具有明显的杂种优势, 就国内外育成的优良杂交组合来说, 其产量可比推广的常规品种增加 15% 以上。“七五”、“八五”国家攻关对杂种小麦新组合的要求就是增产 15%。当前优良的杂种组合, 就其产量水平来说, 已可用于生产。但是, 小麦品种间杂种优势强度, 总不如玉米、水稻等。有一种观点认为, 普通小麦是异源六倍体作物, 在其进化过程中, 已把亲本的优良性状综合其中了, 因而不可能会有太强的杂种优势; 还有认为, 小麦是自花授粉作物, 现有品种是人工选择的高产自交系, 在它里面已经排除了尽可能多的不良隐性基因。剑桥派的小麦遗传育种家认为, 产量增加主要是显性效应的作用, 这个效应是累加的, 因此, 产量的杂种优势是把分散在亲本中的显性基因效应累加的结果。育种实践表明, 小麦品种间杂种 F_1 , 不论是其产量优势, 或者是涉及到抗性的显性效应, 都可以在杂种小麦中应用。

由于生态型差异造成的自然隔离, 在小麦中形成了两种类型, 即在发育前期对低温有明显要求的冬小麦和对低温要求不严格的春小麦。小麦育种通过冬春小麦基因库之间的交流, 已育成了一些著名的品种。同样, 冬春小麦杂种 F_1 也具有强大的杂种优势。陆维忠等(1982)用春 $\times$ 春, 冬 $\times$ 冬和冬 $\times$ 春三种形式配制的杂种 F_1 比较了它们的竞争优势, 分别为 -3.8%、-4.0 和 8.5%, 其中最高的冬春杂种组合为 33.7%。

亚种间、生态型间杂种 F_1 存在着强大的杂种优势, 如水稻的籼粳杂种、棉花的海陆杂

种等。在玉米中,已按照亲本间 F_1 杂种优势强度,把自交系分为若干个优势亲本群。如美国已把常用的自交系分为兰卡斯特和瑞得两个群。对小麦来说,由于育性的原因,其种间杂种的生长优势尽管强大,但不能利用,而冬春型亲本间杂种优势的利用则具有很大的潜力。江苏省和长江中下游麦区处于南北交界,春性和冬性品种都可以正常发育,冬春杂种的利用,将成为这一地区小麦杂优利用的主要手段。

自花授粉作物杂种优势研究表明,高产的杂种来源于高产亲本(但不是所有高产亲本都能产生高产杂种)。因此,杂交种选育的过程,实际上就是亲本选育的过程。必须按照杂种优势利用的特点来选育优良亲本。江苏省农业科学院于七十年代就制定了高产、半矮秆杂种小麦的选育目标。我们比较了当前常用的几个矮秆基因源以后,确定了利用在矮秆性方面具有部分显性效应的大拇指矮 $Rht3$ 基因。由 $Rht3$ 矮秆系配制的杂种小麦,在株高和抗倒性方面能够满足小麦高产栽培的要求。此外,还发现这个基因能赋予杂种小麦较高的净光合速率和低光补偿点等特性,这对超高产品种选育具有很大的意义。

杂种小麦的优势强度,将随着亲本水平的提高而不断增长。确定杂种小麦的优势亲本群,研究群间杂种的产量和产量性状,并通过计算机予以管理,这将是小麦杂优利用工作的必然途径。

三. 建立经济有效的繁种制种体系

小麦是典型的自花授粉作物,这种授粉特点限制了杂种小麦的繁种制种产量;小麦是密播作物,春小麦播种量 15-20 公斤/亩,冬小麦 7.5-10 公斤/亩,而杂交玉米和水稻的每亩用种量分别为 2.5 和 1.5 公斤/亩。玉米的制种产量可达 400 公斤/亩,杂交水稻制种产量也可达 200 公斤/亩,与其用种量相比,杂种小麦的制种产量不可能比玉米和水稻高 2-3 倍。因此,小麦的繁殖系数远低于玉米、水稻等作物。用种量高而制种产量不会太高,是杂种小麦生产应用的主要限制因素。此外,杂种小麦在不育系繁殖和制种过程中,极易发生机械混杂和生物学混杂,这个问题不象玉米和水稻那样在间苗或移栽过程中可以部分解决。这样,种子生产已成为杂种小麦突破生产应用的难关。

沿用玉米、水稻等作物的繁种制种体系,不能满足小麦生产的特殊要求。这些年来,一直有改革这种体系的设想和研究报道。七十年代初,有人曾提出利用大粒和小粒、长粒和圆粒、高秆和矮秆的不育系和恢复系混合播种法生产小麦杂交种子;Driscoll(1972)提出了 X、Y、Z 繁种制种体系;黄寿松等(1988)提出利用兰标型不育系生产杂交种子体系;King 等(1991)提出利用沙龙山羊草 $4S^1$ 染色体优先传递效应与雄性不育突变相结合生产雄性不育种子和杂交种子的方案。

最近二十年来,已经发现,小麦近缘种沙龙山羊草(*Ae.sharonensis*)和高大山羊草(*Ae.longissima*)的 $4S^1$ 染色体,三芒山羊草(*Ae.triuncialis*)和柱穗山羊草(*Ae.cylindrica*)的 3C 染色体,都存在着这样的基因,它们在普通小麦的遗传背景下具有优先传递功能,这个功能是靠其杀配子效应来实现的。King 等(1991)育成了 $4S^1$ 片段与带 $Rht2$ 的 4D 染色体易位系,以此来解决农林 10 号衍生的半矮秆小麦品种中常出现的高秆株问题,这些高秆株是由于缺少一条 4D 的非整倍体所引起;他们(1992)还分别选育了小伞山羊草 IUL 和 IUS 与 $4S^1$ 的易位系,利用这个 $2n=44$ 稳定的异附加系来优先传递改良而包烘品质的性状。

根据 $4S^1$ 优先传递功能,我们制定了创造 $4S^1-Rht3-ms$ (隐性核不育基因)紧密连锁的

易位染色体的方案,利用这条染色体来建立小麦的雄性不育遗传系统。这3个基因都属于第四部分同源转化群,其前期工作正在自然科学基金项目中执行。在这个系统中,由不育系与保持系在隔离区中繁殖的 F_1 种子是可育的,其自交种子不育,用于半矮杂种小麦制种。繁种和制种区中,父母本在株高上有很大差异,便于田间去杂工作。这仅是研究方案,尚须在实践中不断完善。此外,还须探索更好的杂交种子生产途径。

我们认为,下一阶段的杂种小麦攻关研究,一是建立杂种小麦优势亲本群,二是建立经济而有效的杂种小麦繁种制种体系。

为杂种小麦尽早应用于生产,望大家共同努力。

生态遗传雄性不育理论与两系杂交植物

II、选育生态遗传雄性不育系的一般方法*

何觉民 戴君惕 邹应斌 张海清 刘雄伦

欧仕益 周美兰 杨友才 曾利荣

(湖南杂交小麦研究中心, 长沙, 410128)

选择生态遗传雄性不育系的一般方法为: 根据植物品种雄性发育对于生态条件的要求, 把植物远缘杂交、两系不育系转育、辐射、诱变后代的分离世代种植于不育条件下, 对所出现的不育株进行强迫自交, 或给其以可育条件, 使其迟发花在正常条件下发育而得到自交种子, 以后各代在可育条件下种植, 选择优良可育株, 直至稳定。稳定株系的部分种子在不育条件下鉴定, 选择雄性败育彻底且适于异交者。

关键词: 不育株, 自交, 可育条件, 稳定

由本文第 I 报可知, 作为生态遗传雄性不育的产物, 两系杂交植物具有重要的研究与应用价值。培育两系杂种, 最关键的是选育优良不育系。限于篇幅, 本文只介绍选育光、温敏不育系的方法。

一、可用于配制两系杂种的生态遗传雄性不育系

可用于配制两系杂种的生态遗传雄性不育系, 必须具备两个基本条件: (1) 制种过程中不育彻底且年际间稳定; (2) 繁殖过程中自交结实率高。这就要求: 引起不育的基因效应较强, 即不育系应为深不育, 但转换为正常可育的条件容易找到, 或虽为浅不育但使不育基因得以表达的生态条件在同一季节不同年份间相对稳定, 或者说, 如果引起不育的生态条件年际间变化大, 如温敏, 那么不育系应为在可育条件下结实正常的“深不育”, 反过来, 如果引起不育的生态条件年际间变化小, 如光敏, 则不育系可以是“浅不育”。

二、不育个体的拓建

获得不育株的通常方法是进行远缘杂交。周庭波 (1988) 以野生稻作母本, 与栽培稻杂交, 获得大量不育株, 从中选育出温敏不育水稻衡农 S-1^[2]。作者 (1992) 从野燕麦、小黑麦与普通小麦杂交育成的贵农 14 中获得不育株育成 ES-3、ES-4、ES-5, 从小偃、栽培二粒与普通小麦的杂交后代中, 获得大量不育株, 育成一系列光温敏不育小麦^[3,4]。谭昌华等 (1992) 从栽培二粒与普通小麦的杂交后代中, 获得一批不育株, 育成温光型雄性不育小麦 C49S^[5]。以现有不育系与普通品种杂交, 也可获得大量不育株, 目前, 我国培育出的大批光、温敏不育水稻, 大多数由此而来^[6,7]。对普通品种进行辐射, 也可以获得不育株, 杨仁崔等 (1989) 从 IR54 的辐射后代中发现不育株, 培育成温敏不育水稻 5460PS^[8]。赵凤梧 (1992) 以 Co60 对冀麦 21×津丰 1 号 F₁ 进行辐射, 获得一批不育株, 培育成光温敏不育小麦 91-1。诱变后代, 也可以出现不育株, 刘向东等 (1993) 用一种从稻瘟病菌的毒素 PO₄ 处理金早 1 号的种胚, 获得不育株, 育成了温敏不

育水稻金新 S-1^[9]。一些品种间的杂交后代,也可能出现不育株,邓华凤(1991)从品种杂交组合 40B/H285//S209-3F₃ 中发现不育株,育成温敏不育水稻安农 S-1^[7]。外缘 DNA 导入,也可以获得不育株。

三、获得不育株自交种子

能否培育成功两系不育系,关键是能否获得不育株自交种子。获得不育株自交种子的方法有:

1. 高肥水条件下早播、稀播

在高肥水、早播、稀播条件下,不育株雄性发育时间拉长、主茎、早发分枝与迟发分枝,雄性发育时间间隔加长,生态条件差异加大,早花或迟花有可能自交结实。

2. 强迫自交

不育株虽然不育,但如果不是无花粉型或无花药型,就可能有少量花粉,把不育株的花药捣碎,撒于柱头上,套袋,就有可能得到自交种子。

3. 化学复育

某些化学药剂可以取代某些环境条件的作用,使不育株结出自交种子,如“920”可以使雄性不育大麦自交结实;

4. 割去主茎与大分蘖(分枝),施肥浇水,培育迟发枝、再生蘖,这些再生茎(枝)生长发育在变化了的环境条件下可能变为可育,可获得自交种子;

获得的不育株自交种子应种在可育条件下,选择育性正常且农艺性状、抗病性好的个体,连续数代,直至稳定。

四、温敏不育系的选育

温敏不育是生态遗传雄性不育现象中最普遍的。由于温度变化大,温敏不育系,只有不育范围宽的“深不育”系才有应用价值。高温和低温均可以引起雄性不育,下面简要介绍低温与高温不育系的选育方法。这里所说的温敏不育系,包括以温度为主的温光敏不育系。

1. 高温敏感不育系的选育

让远缘杂交、辐射、诱变、不育系转育、外缘 DNA 导入、易出现不育株品种间杂交组合等的分离世代开花前处于较高温度条件下(这种高温条件在当地年份间能稳定出现)。对所出现的不育株进行强迫自交等处理,得到的自交种子在较低温度条件下种植,选择农艺性状好、自交结实正常的个体,直至稳定。再在高温条件下鉴定育性。如欲选择稻、棉、玉米、高粱等夏作高温不育系,则应使上述可出现不育株的材料在温度较高的 7、8 月份开花,得到的不育株自交种子及以后各代则应使之在温度较低的 6 月份以前或 9 月份以后开花,选择优良可育株,直至稳定。让稳定株系部分种子在高温季节开花,选择不育彻底,适于异交者。如欲选育小麦、油菜、大麦等冬作高温不育系,则应把可出现不育株的材料冬播,使之在温敏较高的 4 月下旬至 5 月下旬开花,所得到的不育株自交种子及以后各代秋播,使之在温度较低的 4 月中旬前开花,选择自交结实正常,农艺性状、抗逆性好的单株,直至稳定。稳定的株系部分种子冬播,选择不育彻底,适于异交者。图 1 是高温不育小麦 8525S 的选育过程。

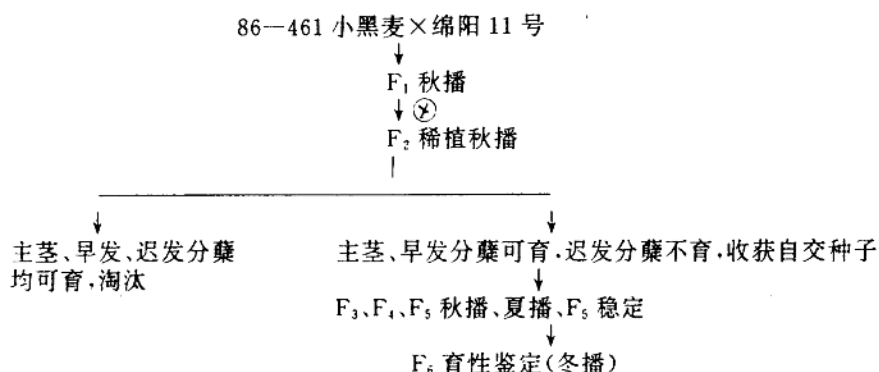


图 1 高温不育小麦 8525S 的选育过程

2. 低温不育系的选育

低温不育系的选育过程与高温不育系恰恰相反。让前述有可能出现不育株的群体在较低温度条件下开花, 所得的不育株自交种子则让其在较高温度条件下开花, 选择自交结实率高且农艺性状、抗逆性好的个体, 连续数代, 直至稳定。让稳定株系部分种子在较低温度条件下开花, 选择不育彻底且适于异交者。如欲选择水稻、玉米、高粱、等夏作低温不育系, 则让可出现不育株的群体, 在温度较低的 6 月份前或 9 月份后开花, 所获得的不育株自交种子则让其在温度较高的 7、8 月份开花, 选择育性正常且农艺性状、抗逆性均好的个体, 连续数代, 直至稳定。让稳定株系部分种子, 在较低温度条件下开花, 选择不育彻底且适于异交者。如欲选育小麦、油菜、大麦等冬作低温不育系, 则将可出现不育株的个体秋播, 使之在较高温度条件下开花, 选择育性正常且农艺性状、抗逆性均好者, 直至稳定。稳定株系部分种子秋播, 选择不育彻底且适于交者。图 2 是低温不育小麦 8727—275S 的选育过程。

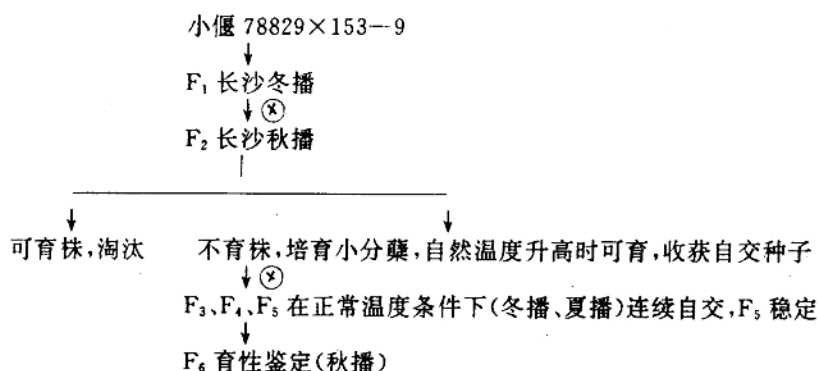


图 2 低温不育小麦 8727—275S 的选育过程

五、光长敏感不育系的选育

这里所讲的光长敏感不育系，包括以光照为主的光温敏不育系。光长敏感不育系，育性受环境条件影响小，年份间变化小，使用起来较温敏不育系方便得多，因而，是两系不育系选育的重点。

1、光长敏感不育产生的原因

邹应斌等（1991）研究了光敏不育水稻的光温特性与育性诱导效应的关系，指出，光敏不育水稻，对第一光周期反应极为敏感，第二光周期给予长日条件，则不育，反之，则可育，而温敏不育水稻，则对第一光周期反应迟钝或弱感，其育性与第二光周期的日长无关。我们在小麦上的研究也证明，凡是光敏不育系，均具有对光周期敏感的特点，而温敏不育系，则对光周期钝感。

光敏不育是植物光周期反应的一种特例。一些植物在长期的进化过程中，形成了对光长有一定要求的特点，这类植物，被称为光周期敏感植物。光周期敏感植物，可分为长日照作物和短日照作物两类。长日照植物生长发育过程需要长日照，长日照可以促进长日照植物的生长发育进程，短日照植物生长发育过程需要短日照，短日照可以促进短日照植物的生长发育进程。反之，如果日长达不到日长敏感植物的要求，植物就会产生一系列的不良反应。这种反应有：雄性不育、延迟开花、生长停滞，甚至死亡。实际上，最轻微最常见的不良反应是雄性不育。由此可见，只有对光周期敏感的品种的后代，才有可能出现光敏不育。所谓光敏不育，实际上就是在异常光长条件下，除雄性以外的器官都可以正常通过的现象。因为雄性不育个体在自然和人为选择过程中总是被淘汰，所以，我们所见到的光敏不育才如此稀少。

2、选育不敏不育系的方法

用日长敏感品种进行远缘杂交、辐射、诱变、或导入外源 DNA，或与光敏不育系进行杂交，分离世代种植于不育条件下，即长日照植物的后代种植于短日条件下，短日照植物的后代种植于长日条件下，获得的不育株自交种子则在可育条件下种植，选择自交结实正常，农艺性状、抗逆性好的个体，连续数代，直至稳定。稳定株系部分种子在不育条件下种植，选择不育彻底且适于异交者。由于日长变化有常，光敏不育系即使是浅不育，也可利用。

1) 长日不育系的选育

长日不育系主要从水稻、玉米、大豆、高粱、粟、烟等起源于低纬度地区的短日照植物（夏季植物）中的光周期敏感品种的后代中选择。然而由于植物品种的多样性，某些属于长日照植物（冬季植物）的品种中也存在短日光周期敏感品种，它们的后代中也可能出现长日不育现象，从这些品种的杂交后代中，也可能选育出长日不育系。

短日敏感品种的远缘杂交、辐射、诱变、DNA 导入的不分离世代，种植于可育（即短日）条件下，以获得大量自交种子，第一分离世代种植于长日条件下，对所出现的不育株采取强迫自交、化学复育、割主茎促新枝遮光使之在短日条件下发育雄性等措施，获得不育株的自交种子。春夏播种物雄性发育季节日长逐渐缩短，其再生蘖芽处于自然短日条件下，有可能自交结实。对再生能力强的禾本科植物如水稻，可对不育株多次割蘖，直至获得自交种子。对无限花序植物如棉花、芝麻等，则可多施肥水，延长开花期，得到自交

种子。所获得的不育株自交种子秋播，选择自交结实率高、农艺性状、抗逆性好的个体，连续数代，直至稳定。图3是陈绍光选育光敏不育水稻 CHS-1 的过程。

1991 年 9 月	早晚杂交
1991 年冬	海南加代混收
1992 年 4 月	长沙播 F_2 ，选择不育株 100 个
1992 年秋	连续割蘖 1—5 次，5 个不育株获自交种子
1992 年冬	海南冬播不育株自交种子 (F_3)，选择优良可育株
1993 年 7 月	长沙播 F_4 株系，选择优良可育株
1993 年冬	海南播 F_5 株系，混收纯合株系
1994 年	长沙春播稳定株系部分种子，入选不育系 CHS-1

图3 光敏不育水稻 CHS-1 的选育过程

如欲选择长日照植物（冬作）长日不育系，在南方，将可能出现长日不育株的群体冬播，使之在长日条件下发育雄性，所获不育株自交种子秋播，使之在短日条件下发育雄性，选择优良可育株，直至纯合。在北方，因为冬作雄性发育过程处在较长日照条件下，故只要将有可能出现长日不育个体的群体正常播种，获得的不育株自交种子，在南方秋播，选择优良可育株，直至纯合。值得注意的是，南方冬播与北方正常播种的冬作，其雄性发育阶段处于长日高温条件下，而高温敏感不育现象较长日敏感不育现象普遍得多。这种条件下所获不育株，多数为高温敏感不育。为提高效率，可在不育株后代纯合前将部分种子在高海拔地区夏播或春播，因为夏播或春播条件下日照虽长而温度不高，如果仍不育，则多为长日不育，反之，则为高温不育，应予淘汰。图4是长日不育小麦 HWS-9 的选育过程。

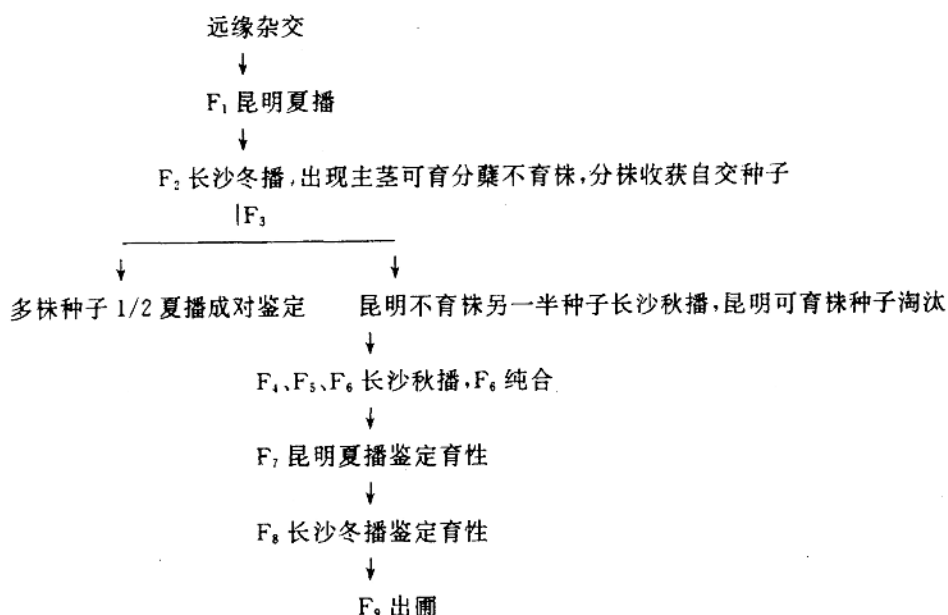


图4 长日不育小麦 HWS-9 的选育过程