

华中农业大学百年校庆
校友学术论文集

COLLECTED PAPERS OF THE ALUMNI FOR THE CENTENARY
CELEBRATION OF HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY

中国 武汉
Wuhan • China

华中农业大学百年校庆校友学术论文集
COLLECTED PAPERS OF THE ALUMNI FOR THE CENTENARY
CELEBRATION OF HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY

开本 880×1230 1/16 55 印张 1680 千字
1998 年 12 月第 1 版 1998 年 12 月第 1 次印刷
华中农业大学印刷厂印刷
印数:1~1200 册

湖北省内部图书准印证:[1998]鄂省图内字第 65 号

中共中央总书记、国家主席江泽民为华中农业大学百年校庆题词

貫徹党的教育方針實施科教
興國戰略努力培養農業現代
化建設優秀人才

江澤民

一九九八年十月一日

序 言

今年十月二日是华中农业大学建校一百周年。为彰著百年学府的学术风采,华中农业大学的同志们汇校友学术佳作于一册,实为簇拥光荣学府的绚丽花环。

创建于一八九八年的湖北农务学堂,教学始于最初的农、桑两科,百年后的华中农业大学已是农、理、工、文、法、经、管等多学科的综合性农业大学。翻开文集,我们见到的已不仅是农科学术论文。受母校基础理论和专门知识训练的莘莘学子们,而今能从容自如地游弋于各自的学术领域。特别值得一提的是校友们的学术研究,集当今高科技之一的生物技术与农业领域应用之结合而显优势,渐臻特色,在当今世界生物技术等领域占有一席之地。文集除展示了校友们在生命科学和农业科学领域的累累硕果外,亦留下了校友们在经济学科、管理学科、人文学科、环境学科、工程学科、数学学科等领域攀宫折桂的身影。从世界最著名的学术刊物之一——《NATURE》到国内外许多著名的专业刊物,学子们的学术见解问诸于世,无不打上了母校的烙印。学子因母校的培育而成才,母校因学子的成才而名世。

学子成才是学校的荣誉和期望所在。以本文集为一斑而窥母校:来自在欧美等地学习和工作的作者,大都取得了博士学位,在与国外众多学林高手的探讨中一展才华;奋斗在国内的校友多是所在单位的业务骨干或业务负责人,作者均为中国科学院院士、中国工程院院士、博士生导师、教授或研究员。收入文集的论文,不仅是作者学术生涯的代表作,有些甚至是该领域的一个时代的科学作品,他们学术贡献的意义已远远超出了带给母校的荣誉。

兴国之计,教育为本。但人才的培养,又是与国家的繁荣昌盛密切相关的。湖北农务学堂自一九八八年创立,几经沧桑。学校真正的发展是在新中国成立后,由湖北农学院和武汉大学农学院的全部及中南地区五所大学的部分系科组建的华中农学院。尤其是一九七八年党的十一届三中全会以后,国家逐步走上了以经济建设为中心的改革开放之路,在各级党委和政府的关怀与支持下,学校领导抓住教育与科技发展的大好时机,创造和迎来了华中农业大学的又一个发展高峰,为祖国培养了大批四化建设人才。学校良好的基础教育和学风训练,使不少学子得以跻身于各科领域学者强手之林。他们的成长道路几乎无一不折射了母校的发展过程。文集

中60年代和30年代出生的作者占多数,不是偶然的巧合。新中国成立之初,国家曾有一段经济建设发展的大好时光,30年代出生的作者大都于这一时期在母校求学。他们赶上祖国教育和科技发展的第一个春天,迎来了学校第一个发展新阶段,为祖国繁荣和建设做出了贡献,如今都事业有成。60年代出生的校友更是幸运的,他们求学时,正是学校乘改革开放的春风,进入快速发展的时期,不少学子今天能步入世界许多著名学府的讲坛,在科技上获得引人注目的成就,既反映了他们个人的勤奋与母校的辛勤培育,更反映了国家改革开放政策的巨大成功。

华中农业大学今天的成就是一代代学人知识能量积累的历史结果。纵观文集的作者,就有已进入耄耋之年出生于本世纪初的高龄校友,有童颜鹤发的20年代出生的校友,及至30年代、40年代、50年代、60年代出生的校友;从科学院院士、工程院院士到风华正茂的年轻一代博士,正接力般地谱写学校蓬勃发展的进行曲。辉煌的学术业绩昭示着华中农业大学光明的未来。但一所高等学府的业绩绝不只在于学术研究,即使学术研究方面,本文集所能代表的也极为有限。因而,众多校内外师生的各项成就,尤其是工作在非学术领域的校友们的贡献,就不是学术文集本身能反映的,他们为祖国、为人民所作的贡献同样构成了华中农业大学辉煌业绩的文化底蕴!

过去的一百年,中国发生了翻天覆地的历史性变化,华中农业大学紧随祖国的命运迎得了新生和发展。即将到来的二十一世纪,是充满机遇和挑战的世纪。高等教育在科教兴国战略中的地位和作用是不言而喻的。当今科学技术的迅猛发展,特别是知识经济时代的来临对高等教育提出了更高的要求。我国是一个发展中的农业大国,科学技术是现代农业的强大动力和支持,农业科技和农业产业化都离不开坚实的高等农业教育。江泽民总书记指出:“为了实现现代化,我国要有若干所具有世界先进水平的一流大学。”我预祝华中农业大学百年华诞迎来又一个新起点,在未来的征程中,高举邓小平理论的伟大旗帜,继承和发扬求是创新的优良学风,努力办成具有世界先进水平的一流农业大学。

陈耀邦

一九九八年十月

华中农业大学百年校庆校友学术论文集

COLLECTED PAPERS OF THE ALUMNI FOR THE CENTENARY CELEBRATION OF HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY

目 次

CONTENTS

序 言	陈耀邦 (I)
亚洲棉同源四倍体与陆地棉杂交和回交后代育性遗传的研究	孙济中等 (1)
棉花潜在性缺硼与有效施硼的研究	王运华等 (10)
棉花硼、钾营养相互关系的研究	刘武定等 (19)
水稻品种对白叶枯病成株抗性研究	张端品等 (27)
15 个云南地方品种对白叶枯病抗性的遗传研究	谢岳峰等 (38)
关于不同籼稻品种和施肥时期稻株对 ¹⁵ N 的吸收及其分配的研究	王维金等 (45)
Using bulked extremes and recessive class to map genes for photoperiod-sensitive genic male sterility in rice	张启发等 (50)
Identifying and mapping a new gene for bacterial blight resistance in rice based on RFLP markers	林兴华 (55)
Importance of epistasis as the genetic basis of heterosis in an elite rice hybrid	余四斌等 (59)
Copia-like retrotransposons in rice; sequence heterogeneity, species distribution and chromosomal locations	王石平等 (65)
A novel lipoxigenase from rice	彭友良等 (73)
Chromosomal regions associated with segregation distortion of molecular markers in F ₂ , backcross, doubled haploid, and recombinant inbred populations in rice (<i>Oryza sativa</i> L.)	徐云碧等 (80)
Mapping and genetic analysis of two fertility restorer loci in the wild-abortive cytoplasmic male sterility system of rice (<i>Oryza sativa</i> L.)	姚方印等 (91)
A genome-wide analysis of wide compatibility in rice and the precise location of the S ₅ locus in the molecular map	刘克德等 (96)
外引野稻对白叶枯病的抗性鉴定	孙恢鸿等 (102)
The effects of brassinolide treatments on growth and developmental processes in wheat plants	骆炳山等 (106)
Molecular cytogenetic characterization of <i>Thinopyrum</i> and wheat <i>Thinopyrum</i> translocated chro- mosomes in a wheat- <i>Thinopyrum</i> amphiploid	蔡习文等 (114)

Identification of QTLs for partial resistance to leaf rust (<i>Puccinia hordei</i>) in barley	漆小泉等(121)
小麦白粉病成株期病情分级方法及其对产量影响的研究	石鹏皋(132)
Characterization of a wheat class Ib chitinase gene differentially induced in isogenic lines by infection with <i>Puccinia graminis</i>	廖玉才等(138)
Variation for thermal properties of starch in tropical maize germ plasm	李建生等(149)
mt DNA heterogeneity of cytoplasmic male sterility in maize	郑用铨等(153)
Maize branching enzyme catalyzes synthesis of glycogen-like polysaccharide in <i>glgB</i> -deficient <i>Escherichia coli</i>	关汉平等(163)
Studies on "three line" polima cytoplasmic male sterility developed in <i>Brassica napus</i> L.	傅廷栋等(167)
甘蓝型油菜的粒色遗传和高油分育种的研究	刘后利(173)
油菜菌核病(<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)在我国的主害范围及生态特性的调查研究	杨新美(184)
Production and cytogenetics of <i>Brassica campestris-alboglabra</i> chromosome addition lines ...	陈宝元等(196)
Characterization of three loci controlling resistance of <i>Arabidopsis thaliana</i> accession Ms-O to two powdery mildew diseases	萧顺元等(204)
Cellular responses of two rapid-cycling <i>Brassica</i> species, <i>B. napus</i> and <i>B. carinata</i> , to seawater salinity	贺 铁等(216)
Cloning and expression of phosphatidylcholine-hydrolyzing phospholipase D from <i>Ricinus communis</i> L.	王学敏等(223)
A model of tuber size distribution of potatoes intercropped with maize	谢从华等(229)
苜蓿(<i>Boehmeria nivea</i>)氮素营养诊断和施氮效应的研究	皮美美等(242)
Molecular differentiation of fungi associated with brown stem rot and detection of <i>Phialophora gregata</i> in resistant and susceptible soybean cultivars.	陈卫东等(250)
Intergeneric somatic hybrid plants from protoplast fusion of <i>Fortunella crassifolia</i> cultivar 'Meiwa' with <i>Citrus sinensis</i> cultivar 'Valencia'	邓秀新等(259)
柑桔的越冬栽培及抗寒品种的选育	章文才等(267)
A high-resolution linkage map of the citrus tristeza virus resistance gene region in <i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Rof.	方德秋等(276)
Development and characterization of SCAR markers linked to the citrus tristeza virus resistance gene from <i>Poncirus trifoliata</i>	邓占鳌等(284)
Response of peach tree growth and cropping to soil water deficit at various phenological stages of fruit development	李绍华(292)
Localization of calcium in the cells of apical meristem during flower differentiation of Japanese pear, <i>Pyrus pyrifolia</i> Nakai	彭抒昂等(304)
Evaluation of RAPD analysis for cultivar identification of persimmons	罗正荣等(318)
早生优质茶树新品系"浙农 139"选育	刘祖生等(325)
Phylogeny and biogeography of <i>Aralia</i> sect. <i>Aralia</i> (Araliaceae)	文 军等(330)
Applications of biotechnology and molecular genetics to tree improvement	黄应华等(340)
中国梅的变异与分布研究	包满珠 陈俊愉(355)

农桐间作系统综合效益分析及多目标模式优化.....	蒋建平(361)
Allozyme and RAPD analysis of the genetic diversity and geographic variation in wild populations of the American chestnut	黄宏文等(369)
Pollen wall structure using a new stripping-sputtering device for scanning electron microscopy	蓝盛银等(378)
A simulation study of responses of the northeast China transect to elevated CO ₂ and climate change	高 琼等(385)
水稻土特性的发展和水稻田的绿肥耕作制.....	陈华癸(399)
红壤丘陵山区植被恢复研究.....	刘更另(414)
Study on 14 Å intergrade mineral of red earth and yellow brown earth in Hubei Province	李学垣等(419)
Influences of fertilizer structures on soil improvement and crop yield in paddy soil derived from red earth	陈明亮等(431)
黄绵土表土结皮的形成、破坏过程及微形态特征	张光远等(437)
1.4-nm intergrade mineral in soils of subtropical China. a review	贺纪正等(449)
寻找新农用抗生素的方法研究——湖北省汉水沿岸拮抗性真菌菌群分析.....	陈耀邦(455)
Transformation of metalaxyl by the fungus <i>Syncephalastrum racemosum</i>	郑 重等(460)
Model of population dynamics of <i>Scirpophaga incertulas</i> (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae)	夏敬源等(466)
植物青枯菌(<i>Pseudomonas solanacearum</i>)致病机理	何礼远等(475)
Characterization and cloning of glycogen phosphorylase 1 from <i>Dictyostelium discoideum</i>	罗 顺等(485)
Germin-like oxalate oxidase, a H ₂ O ₂ -producing enzyme, accumulates in barley attacked by the powdery mildew fungus	张自国等(496)
Microbiology of paw-tsay. I. Lactobacilli and lactic acid fermentation	赵学慧(503)
农用抗生素 5102 的研究 II. 5102-2 号抗生素的分离和鉴别	张声华等(509)
The activity of nitrifying and denitrifying bacteria in paddy soil	周 启等(515)
苏云金杆菌的一个新血清型.....	喻子牛等(519)
The research and development of agricultural biotechnology in China	范云六等(524)
Reproductive capacity of bacteroids in nodules of <i>Trifolium repens</i> L. and <i>Glycine max</i> (L.) Merr.	周俊初等(528)
Expression of a streptomyces plasmid promoter in <i>Escherichia coli</i>	邓子新等(538)
<i>Streptomyces lividans</i> 66 contains a gene for phage resistance which is similar to the phage λ ea59 endonuclease gene	周秀芬等(544)
Sexuality and formation of monocaryotic fruit body in <i>Auricularia auricula</i> and <i>Auricularia polytricha</i>	罗信昌等(553)
Repeated polyketide synthase modules involved in the biosynthesis of a heptaene macrolide by <i>Streptomyces</i> sp. FR-008	胡治浩等(561)
Use of the polymerase chain reaction to identify coding sequences for chitin synthase isozymes in <i>Phialophora verrucosa</i>	彭 明等(571)
A bifunctional cosmid vector for the mobilized conjugal transfer of DNA from <i>Escherichia coli</i> to <i>Streptomyces</i> sp.	鲍 错等(578)

<i>Rhizobium hainanense</i> sp. nov., Isolated from tropical legumes	陈文新等(583)
The characterization of chicken antibodies raised against <i>Fusarium</i> spp. by enzyme-linked immunosorbent assay and immunoblotting	甘志波等(587)
Replication at the telomeres of the Streptomyces Linear plasmid pSLA2	覃重军等(597)
Furin-dependent intracellular activation of the human stromelysin-3 zymogen	裴端卿等(608)
含黄曲霉毒素 B ₁ 的日粮对广西陆川猪安全剂量的测定	吴文彩等(612)
猪应激敏感性生化遗传标记的研究	熊远著等(618)
セルロースアセテート膜電気泳動による <i>Phi</i> , 6 <i>Pgd</i> 遺伝子型の同時判定と豚ハロセン遺伝子型の推定	邓昌彦等(624)
猪伪狂犬病病毒 A 株的分离鉴定	陈焕春等(628)
A comparative research on the genetic diversity in Chinese Jiangxi native pig breeds and Russian LargeWhite pig breeds	罗明等(634)
Banding and the localization of microsatellites by primed insitu DNA synthesis on pachytene bivalents of pigs	李奎等(639)
中国水牛资源调查	童碧泉等(643)
乳肉兼用型水牛新品种选育研究初报	章纯熙等(651)
Precision mapping of quantitative trait loci	曾昭邦(658)
家兔胚源性特异蛋白-1 的分离纯化及其理化性质	杨在清等(670)
Characterization of satellite cells derived from chickens with the low score normal (LSN) muscle weakness	李再楷等(675)
The diversity and evolutionary relationships of the pregnancy-associated glycoproteins, an aspartic proteinase subfamily consisting of many trophoblast-expressed genes	谢三才等(686)
中国丽叩甲属的新种新纪录(鞘翅目:叩甲科)	江世宏(694)
不同浓度的电解质和非电解质溶液对花鲢精子活动的影响	严安生等(700)
Inhibition of HIV-1 replication using a mutated tRNA ^{Lys-3} primer	鲁元安等(704)
Prospects for integrated fish culture in China's veservains	熊邦喜等(713)
中华绒螯蟹多倍体的诱导研究: II. 热休克诱导中华绒螯蟹三倍体胚胎和四倍体蚤状幼体	陈立侨等(718)
东湖饮水有机污染物致突变性研究进展	王家玲(728)
Antioxidant properties fractions and polyphenol constituents from green, oolong and black teas	谢笔钧等(736)
油菜籽中单宁的提取、组成及性质的研究	吴谋成等(745)
直刃刀滚刀式切碎器的分析与设计	庞生海等(750)
估计作物吸水强度的动态模拟方法及其应用	雷廷武等(759)
高湿物料滚筒破碎烘干机干燥特性的研究	韩捷等(769)
中国的种子工程	朱明(773)

综合开发湖北山区资源浅议.....	韩桐魁等(778)
关于农村股份式合作经济的思考.....	杨名远(782)
A planned and market economy and economic development	夏振坤(787)
过程 机制 道路——新中国农业技术变革思考.....	朱明宽(797)
试论湖北长江中游经济区发展战略“龙骨天线”模式.....	刘春仁(802)
地价管理中存在的问题及对策研究.....	陆红生(805)
论我国农业保险体制与从业人员的培养.....	沈达尊(809)
关于我国农村社会保障制度建设的探讨.....	李守经等(815)
刘易斯陷阱与我国农村劳动力的梯度转移.....	雷海章(819)
The application of ecological economics on a Chinese ecological farm	姜学民等(823)
Effects of distribution assumptions for sediment yields on farm returns in a chance constrained programming model	徐 峰等(833)
我国农村实现小康目标的难点与对策研究.....	郭犹焕等(845)

孙济中,男,1926年10月生,安徽省怀远县人。1948年入武汉大学农学院工作至今;1960年获前苏联塔什干农学院副博士学位。现任华中农业大学农学系教授、博士生导师;原华中农业大学校长。

亚洲棉同源四倍体与陆地棉杂交 和回交后代育性遗传的研究

孙济中 刘金兰 万年青 裴文功

(华中农学院农学系,武昌)

为培育棉花细胞质雄性不育系,从1973年起用陆地棉与人工加倍获得的中棉同源四倍体杂交,以杂种(F_1)为母本,连续用陆地棉作为轮回亲本回交,1979年获得 F_4 及四次回交后代,以此为材料研究 F_4 及其回交后代的育性遗传。中棉同源四倍体雄性全不育,用陆地棉花粉授粉可以成铃,成铃率显著高于中棉二倍体 $\times$ 陆地棉。中棉同源四倍体 $\times$ 陆地棉的 F_1 雄性高度不育,雄性完全不育; BC_1F_1 雌雄配子育性更低于 F_1 ; BC_2F_1 雌配子育性迅速恢复,雄配子仍不育; BC_3F_1 和 BC_4F_1 雌配子育性继续提高,雄配子育性发生分离,由 BC_4F_1 不育株所产生的 BC_4F_1 群体中,雄性不育株率为17.5%;由 BC_3F_1 不育株所产生的 BC_3F_1 群体雄性不育株率达66.6%。对 F_4 及回交各世代花粉粒形态和生活力作了鉴定,同时对 F_4 及回交各世代的花粉母细胞减数分裂行为进行了观察。

有关远缘杂交培育棉花细胞质雄性不育系的报道始见于六十年代初。Meyer^[1]从非洲异常棉(*Gossypium anomalum*) $\times$ 瑟伯氏棉(*G. thurberi*)的双二倍体 $\times$ 陆地棉;亚洲棉 $\times$ 瑟伯氏棉双二倍体 $\times$ 陆地棉的种间杂种衍生系中,培育了两个胞质部分雄性不育系。这两个不育系育性不稳定,易受气温影响。Meyer^[1]又用新世界野生种哈克尼西棉(*G. harknessii*)和陆地棉双单倍体 M_4 杂交,再经多代回交,得到一个稳定的衍生于哈克尼西棉的胞质雄性不育系。这个不育系在美国已登记为陆地棉新种质系,在这个种质系中,还分离出恢复系。这些系已用于生产试验。

据Thomson^[2]报道,含非洲异常棉和亚洲棉胞质不育系(A)及其保持系(B)(含陆地棉胞质),在澳大利亚已发放给育种者。在人工气候室内,研究了温度对这两个雄性不育系的影响,试验表明,在平均昼夜温度高于33℃情况下,A系才表现完全不育。尽管不育系利用受到温度影响,但作者认为澳大利亚的一些热带地区,具有足够高的能引起完全不育的温度,因此可以进行杂交制种。

我们从1973年开始,用亚洲棉即中棉的同源四倍体作母本,陆地棉作父本进行杂交,获得杂种一代后,再用陆地棉连续回交,希望获得中棉细胞质的雄性不育系。至1979年已获得中棉四倍体 $\times$ 陆地棉的第四次回交一代。七年来,我们对中棉同源四倍体与陆地棉杂交及其回交后代的育性遗传表现,进行了系统的观察和研究。

试验材料

1973年用秋水仙素诱变二倍体中棉,获得了中棉同源四倍体。当年以中棉同源四倍体为母本,陆地棉为父本进行杂交,获得了中棉同源四倍体与陆地棉的杂种一代(以下简称四倍体中 $\times$ 陆杂种)。以后逐年用陆地棉为轮迴亲本进行回交,1979年已获得四倍体中 $\times$ 陆杂种一代(F_1) 61株,第一次回交子一代(BC_1F_1) 10株,第二次回交子一代(BC_2F_1) 2株,第三次回交子一代(BC_3F_1) 80株和第四次回交子一代(BC_4F_1) 12株。作为四倍体中 $\times$ 陆杂种母本的中棉品种有四倍体陆县中棉、四倍体百万中棉和四倍体中棉品种间杂种一代。作为杂交和回交父本的陆地棉品种和品种间杂种一代有华棉4号、华棉5号、中棉所3号、卡罗琳皇后、鄂光棉、萃棉5号、上海小叶棉、荆棉4号以及(泗棉1号 $\times$ 派马斯特101B) F_1 、(华棉4号 $\times$ 东北棉1号) F_1 和(沪棉204 $\times$ SR-5) F_1 等。

用上述材料研究了四倍体中 $\times$ 陆杂交及回交后代育性的遗传表现。

试验结果

(一) 四倍体中 $\times$ 陆杂交与回交后代育性表现

七年来,四倍体中 $\times$ 陆杂交和回交的成铃率列于表1。

从表1可见,四倍体中棉雄性全不育,除1974年在越冬株上获得一个自然授粉棉铃外,其余各年自然授粉均未结铃。但用陆地棉花粉授粉能成铃(棉铃内至少有一粒种子的算成铃),成铃率远远超过二倍体中棉与陆地棉杂交的成铃率。1975和1977年用二倍体中棉作母本与陆地棉杂交,成铃率分别为0.2%和0%。用四倍体中棉作母本与陆地棉杂交,四年中1977年成铃率最低为0%,1975和1979年最高达40%以上。其他作者如Kul'baeva^[1]也得到相似的结果。她用中棉同源四倍体作母本,授以陆地棉花粉,杂交成铃率达31.5%。

四倍体中 $\times$ 陆杂种一代(F_1)及用陆地棉回交的 BC_1F_1 和 BC_2F_1 ,在天然授粉情况下,都不能成铃。用陆地棉作轮迴亲本与四倍体中 $\times$ 陆杂种一代回交,成铃率仅0—6%。 BC_1F_1 再用陆地棉回交,除1977年在一株上回交成铃率达10%外,其余几乎完全不能成铃。1979年成铃率虽为0.93%,但所得种子播种后未出苗。 BC_2F_1 植株越冬后,雌配子育性稍有恢复,用陆地棉回交成铃率为0—2%,得到少数种子。 BC_3F_1 生长正常的仅一株,用陆地棉回交,成铃率迅速提高到80%。四倍体中 $\times$ 陆杂种 F_1 和 BC_1F_1 用陆地棉花粉授粉,杂交铃内种子极少,多数铃内仅一粒种子,少数铃内有2粒。但1978年的一株 BC_2F_1 植株,大多数杂交铃内有8—9粒种子,少数有10—12粒种子。 BC_3F_1 的不育株平均单铃有种子11.29粒,变幅为1—21粒/铃。可育株平均为16.86粒/铃,变幅为6—28粒/铃。 BC_4F_1 的不育株平均单铃有种子7.45粒,变幅为1—21粒/铃,可育株平均单铃有种子7粒,变幅为1—17粒/铃。以上各世代人工杂交成铃率和单铃种子数的变化情况说明,四倍体中 $\times$ 陆杂种及其回交后代植株,雌配子育性高于雄配子。因此,不能自然结铃的杂种后代,人工授以正常发育的花粉,可以提高杂种结铃率。四倍体中 $\times$ 陆杂种从 BC_2F_1 开始,雌配子育性迅速恢复,但不同植株间或同株不同花间恢复程度不一致。

F_1 、 BC_1F_1 和 BC_2F_1 雄配子完全不育, BC_3F_1 和 BC_4F_1 有部分植株雄性恢复可育,部分

表 1 四倍体中棉×陆地棉及其杂种与陆地棉回交的成种率(%)
Table 1 The fertility percentage of autotetraploid Asiatic cotton × Upland and its hybrid backcrossed by Upland cotton

年份 Year	自交(即纯种×纯种) (Autotetraploid Asiatic cotton × Upland)						(四倍体中棉×陆地棉) (Autotetraploid Asiatic cotton × Upland) ¹⁾						BC ₁ F ₁ × 陆地棉 BC ₁ F ₁ × Upland					
	无授粉花数 No. of flowers open-pollinated	授粉数 No. of set bolts	成种率 Fruiting percentage (%)	授粉数 No. of flowers artificially pollinated	授粉数 No. of set bolts	成种率 Fruiting percentage (%)	无授粉花数 No. of flowers open-pollinated	授粉数 No. of set bolts	成种率 Fruiting percentage (%)	授粉数 No. of flowers artificially pollinated	授粉数 No. of set bolts	成种率 Fruiting percentage (%)	无授粉花数 No. of flowers open-pollinated	授粉数 No. of set bolts	成种率 Fruiting percentage (%)	授粉数 No. of flowers artificially pollinated	授粉数 No. of set bolts	成种率 Fruiting percentage (%)
1971	18	0	0	50	10	16.95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1974	6	—	—	—	17	40.48	186	0	0	548	11	2	—	—	—	—	—	—
1975	—	—	—	42	—	—	15	0	0	278	0	0	10	0	0	75	0	0
1976	—	—	—	—	—	—	751	0	0	789	43	5.44	5	0	0	1120	2	1.8
1977	10	0	0	78	0	0	20	0	0	264	8	3.0	5	0	0	30	0	0
1978	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	10
1979	17	0	0	76	32	42.10	15	0	0	180	1	0.53	13	0	0	215	2	0.93

年份 Year	BC ₁ F ₁ × 陆地棉 BC ₁ F ₁ × Upland						BC ₁ F ₁ 雄性不育株×陆地棉 Male sterile plants of BC ₁ F ₁ × Upland						BC ₁ F ₁ 雌性不育株×陆地棉 Male sterile plants of BC ₁ F ₁ × Upland					
	无授粉花数 No. of flowers open-pollinated	授粉数 No. of set bolts	成种率 Fruiting percentage (%)	授粉数 No. of flowers artificially pollinated	授粉数 No. of set bolts	成种率 Fruiting percentage (%)	无授粉花数 No. of flowers open-pollinated	授粉数 No. of set bolts	成种率 Fruiting percentage (%)	授粉数 No. of flowers artificially pollinated	授粉数 No. of set bolts	成种率 Fruiting percentage (%)	无授粉花数 No. of flowers open-pollinated	授粉数 No. of set bolts	成种率 Fruiting percentage (%)	授粉数 No. of flowers artificially pollinated	授粉数 No. of set bolts	成种率 Fruiting percentage (%)
1977	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1978	10	0	0	45	36	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1979	5	0	0	100	14	74.6	—	—	—	50	35	70.0	—	—	—	430	29	67.4

1) 雄花不育株。 2) 1978年回交(中棉×陆地棉)授粉一代。

Plants grown earlier in greenhouse, 2) 1978 in greenhouse by plants of backcross generation.

植株雄性仍不育。1979 年来自同一株母本的 80 株 BC_3F_1 植株, 雄性不育株率为 17.5%, 由 BC_3F_1 一不育株用陆地棉花粉授粉得到的 12 株 BC_4F_1 植株, 雄性不育株率为 66.6%, 雄性不育株率显著提高。 BC_3F_1 和 BC_4F_1 的雄性不育株授以陆地棉花粉, 成铃率为 70% 左右。 BC_3F_1 和 BC_4F_1 的雄性不育株中, 有 70% 左右的植株在 7 月初以前 8 月底以后气温较低时开的花, 结实量自交铃, 其余植株从始花到终花全不育, 育性不受气温的影响。由于 BC_3F_1 和 BC_4F_1 不育株的不育特性对气温的反应表现不同, 因此, 在回交后代中连续选择, 有可能选出不育特性不受气温影响的稳定类型。

四倍体中 $\times$ 陆杂交及回交后代的育性表现虽然多样而复杂, 但仍可按下述表现特点, 采取相应措施, 提高结铃率。

同一亲本组合(四倍体陆县中棉 $\times$ 华棉 4 号)的四倍体中 $\times$ 陆杂种一代的不同植株, 用同一陆地棉品种花粉授粉时, 成铃率不同, 变异幅度 0—15.6%。这说明同一组合杂种一代不同植株陆配子育性有很大差异。因此, 为了获得较多的回交后代, 应尽可能增加杂种一代株数。

同一品种的四倍体中棉或同一杂交组合的四倍体中 $\times$ 陆杂种一代植株, 用不同陆地棉品种进行回交, 成铃率亦有很大差异。如 1976 年用[四倍体中棉品种间杂种 $\times$ (泗棉 1 1 号 $\times$ 派马斯特 101B) F_1] 的 F_1 植株作母本, 分别用 18 个陆地棉品种回交, 成铃率变异幅度为 0—14.2%。成铃率在 5% 以上的回交父本有派马斯特 101B、利卡特、泗棉 1 号、中棉所 3 号和华棉 4 号等品种。因此, 在进行连续杂交或回交时, 应选用较多的陆地棉品种作父本, 以便从中筛选出成铃率较高的品种, 作为以后继续回交的父本。

同一陆地棉品种作父本与不同的四倍体中 $\times$ 陆杂交组合的杂种一代回交, 其成铃率有些相差很大。例如率棉 5 号、华棉 4 号、利卡特等品种在与四倍体中棉品种间杂种 $\times$ (泗棉 1 号 $\times$ 派马斯特 101B) 的 F_1 的回交中, 成铃率为 4.17—10%, 而在与另一组合: 四倍体中棉品种间杂种 $\times$ (华棉 4 号 $\times$ 东北棉 1 号) F_1 的回交中成铃率却皆为 0%, 乌干达 3 号、SR-5、岱尔塔平、江苏棉 3 号和东北棉 1 号在与四倍体中棉品种间杂种 $\times$ (华棉 4 号 $\times$ 东北棉 1 号) F_1 的回交中, 成铃率为 5.55—13.3%, 而在与另一组合的回交中成铃率却皆为 0%。

四倍体中 $\times$ 陆杂种一代和回交一代植株越冬后, 杂交成铃率有较明显的提高。如 1974 年有 13 株四倍体中 $\times$ 陆杂种一代, 用 7 个陆地棉品种作父本进行回交, 总成铃率为 3.3%, 而植株越冬后, 1977 年仍用前一年的 7 个陆地棉品种作父本进行回交, 总成铃率为 5.3%, 越冬后的成铃率比越冬前提高 2%。回交一代植株越冬前杂交不能成铃, 越冬后杂交成铃率有所提高, 两年试验结果相同(见表 1)。这说明四倍体中 $\times$ 陆杂种植株越冬后雌配子的育性有所提高, 但雄配子仍然全不育。

(二) 花粉生活力的鉴定

我们对四倍体中 $\times$ 陆杂交及回交后代花粉的形态、大小及其生活力作了镜检和生物学及化学鉴定, 其结果分别列入表 2 和表 3。

从表 2 可见四倍体中 $\times$ 陆杂种一代, 花药数少于亲本, BC_3F_1 花药数更少。此后, 随着回交次数增加, 花药数又逐渐增多, 但止于 BC_4F_1 花药数仍略少于亲本品种。四倍体中棉花粉粒平均直径接近陆地棉, 杂种一代花粉粒大小参差不齐, 平均直径显著低于两亲

表 2 (四倍体中棉×陆地棉) F_1 及其回交后代花粉粒大小及形态Table 2. The size and shape of pollen grains of F_1 of autotetraploid Asiatic cotton × Upland and its backcrossed offsprings

材料 Material	项目 Item	花粉粒面积 (μ^2) Area of pollen grain	花粉粒形态 Shape of pollen grain
陆地棉 Upland			
		116.83±3.50	花粉 80 个以上, 开裂。花粉粒正常, 大小一致。 More than 80 anthers, sac splitted. Normal pollen grains identical in size.
亚洲棉 Asiatic cotton		105.46±5.50	花粉 80 个左右, 开裂。花粉粒正常, 大小一致。 About 80 anthers, sac splitted. Normal pollen grains identical in size.
四源四倍体中棉 Autotetraploid Asiatic cotton		116.8±21.27	花粉 80 个左右, 不开裂。畸形花粉粒多。 About 80 anthers, sac not splitted. Many abnormal pollen grains were shown.
(同源四倍体中棉×陆地) F_1 (Autotetraploid Asiatic cotton × Upland) F_1		86.42±14.88	花粉 35 个左右, 开裂。花粉粒大小不一致, 半圆形, 柱状等畸形花粉粒约占 1/3。 About 45 anthers, sac splitted. The sizes of pollen grains were not identical each other. About one third of them were shown abnormal hemisphere and rod-shaped in shape.
BC_1F_1		92.09±17.86	花粉 10—20 个, 不开裂。花粉粒大小不一致, 畸形花粉粒较多, 个别花粉粒无刺状突起。 10—20 anthers, sac not splitted. The pollen grains were not identical each other. There were more abnormal pollen grains and several grains without thorn-like outgrowth.
BC_2F_1		88.83	花粉 45 个左右, 不开裂。花粉粒大小不一致, 无刺状突起。 About 45 anthers, sac not splitted. The pollen grains were not identical in sizes. No thorn-like outgrowth.
BC_2F_1 雄性不育株 Male sterile plants of BC_2F_1		89.00	花粉 70—100, 不开裂。有少数畸形花粉粒。 70—100 anthers, sac not splitted, a few abnormal pollen grains.
BC_2F_1 雄性可育株 Male fertile plants of BC_2F_1		119.84±8.22	花粉 40—60 个, 开裂。绝大部分花粉粒正常。 40—60 anthers, sac splitted. The major of the pollen grains were normal.
BC_2F_1 雄性不育株 Male sterile plants of BC_2F_1		88.75±8.41	花粉 46—64 个, 不开裂。有极少数畸形花粉粒。 46—64 anthers, sac not splitted, very few abnormal pollen grains.
BC_2F_1 雄性可育株 Male fertile plants of BC_2F_1		92.55±7.55	花粉 40—70 个, 开裂。绝大部分花粉粒正常。 40—70 anthers, sac splitted. The major of the pollen grains were normal.

注: 每 100 粒测定的花粉粒 40 粒。Note: 40 pollen grains were measured for each material.

表 3 (四倍体中棉×陆地棉) F_1 及其回交后代授精活力测定
Table 3 The examination of pollen vitality of (Autotetraploid Asiatic cotton × Upland) F_1 and its backcrossed offspring

检查材料 Material examined	检查方法 Method of examination	对根来线-甲苯酚的反应 ¹⁾ Reaction to Benzidine α Naphthol			花粉授在去雄的陆地棉花的柱头上的情况 Results of pollinating pollen onto stigma of Upland emasculated flowers
		浅红 Light red (%)	浅红 Pale-red (%)	无颜色 Colorless (%)	
陆地棉 Upland		92.02	7.30	0.68	结铃 setting boll
亚洲棉 Asiatic cotton		87.62	9.00	2.75	结铃 setting boll
回交四倍体中棉 (四倍体中棉×陆地棉) F_1 (Autotetraploid Asiatic cotton × Upland) F_1		1.60	4.00	94.00	未结铃 not setting boll
		1.63	8.20	90.16	未结铃 not setting boll
BC ₁ F_1		1.63	11.47	86.89	未结铃 not setting boll
BC ₂ F_1		0	0	100.00	未结铃 not setting boll
BC ₁ F_2 雄性不育株 Male sterile plant of BC ₁ F_2		2.80	4.20	93.00	未结铃 not setting boll
BC ₁ F_2 雌性可育株 Male fertile plant of BC ₁ F_2		10.70	5—45	15—85	结铃 setting boll
BC ₂ F_2 雄性不育株 Male sterile plant of BC ₂ F_2		3.7	6.4	89.9	未结铃 not setting boll
BC ₂ F_2 雌性可育株 Male fertile plant of BC ₂ F_2		10—30	10—40	30—75	结铃 setting boll

1) 为二年测定结果百分率的均值, 每年每一材料测定花粉 150 粒左右。

The data is an average of percentage in two years. The number of pollens examined for every material in each year was about 150.