

棉花雄性不育论文集

汤泽生 主编

四川
科学技术出版社

棉花雄性不育论文集

汤泽生 主编

四川科学技术出版社

1989年 成都

责任编辑：吕华琦
唐永广
封面设计：李勤
技术设计：张蓉

棉花雄性不育论文集

汤泽生 主编

四川科学技术出版社出版发行
(成都盐道街三号)

四川师范学院印刷厂印刷

ISBN7-5364-1209-6/S·176

1989年1月第1版 开本 786×1092毫米

1989年1月第1次印刷 字数 139 千

印数 1—1500 册 印张 6.5

定 价：1.90 元

前 言

随着农业生产的进步，作物遗传育种的理论和实践又有了新的发展和提高；遗传育种理论的进步，反过来又推动育种工作的发展。在我国，自从玉米、水稻等主要作物利用雄性不育配制杂种之后，棉花雄性不育的研究受到了重视，并于1980年鉴定了利用棉花洞A“一系两用法”生产杂交棉花，使棉花生产进入了一个新的阶段。

70年代初，全国掀起了一个研究棉花雄性不育及杂交棉花的高潮。1972年，四川省仪陇县棉花原种场（后改为仪陇县农业科学研究所），在棉花洞庭一号原种圃内发现了一株雄性不育。从1983年起，我们开始了对棉花雄性不育系的研究。在研究过程中，先后得到四川省科学技术委员会、国家科学技术委员会、中国农业部、四川省教育委员会（原高教局）以及南充地区科委的领导和支持；得到四川省仪陇县农科所、南充地区农科所、四川省农业科学院棉花所、新疆维吾尔自治区农业科学院棉花所、中国农业科学院棉花所、湖南省农业科学院棉花所等提供棉花品种和资料，对促进我们的研究工作起了积极的作用。

南充师范学院科研处的孙祚庚、唐永广、蒋定淑同志，生物系的邱时学、赖纯高、黄德安等同志做了很多工作。图书馆情报室唐建华等同志进行了多次联机检索，提供了不少的国外资料，对于了解棉花雄性不育系的研究动态，促进和帮助我们的研究工作，都大有帮助。

我们棉花雄性不育研究小组，在生物系党总支和系行政的领导、关心和组织下，还先后吸收了一部份同学参加，他们对待研究工作认真负责，勤奋努力，不仅与我们共同完成了科研任务，而且培养了热爱科研的感情，锻炼了科研的思维能力，掌握了科研的方法，对他们的成长很有帮助。在参加科研的同学中，有的已成为中学教育的骨干；有的在高校已晋升为讲师；有的已在国内读完硕士研究生；有的正在国外攻读博士学位。因此，我们的研究小组，无论是教师和同学，还是研究者和工人，都是团结和谐、分工协作、努力完成任务，是一个非常合作的集体。这些研究成果，是大家共同辛勤劳动的结晶。但由于作者水平有限，其错误和缺点，在所难免，敬请读者批评指正。

本论文集的出版，得到四川科学技术出版社，四川师范学院（原南充师范学院）科研处、四川师范学院学报（原南充师范学院学报）（自然科学版）编辑部的大力支持。并请陈龙生、夏志良同志对部份照片的版图重绘，在此，一并致谢。

编 者

1989年1月于四川师范学院【南充】

目 录

我国棉花雄性不育的细胞学研究概况.....	汤泽生	1
棉花“洞A”兄妹系花器官的 比较研究.....	四川省南充师范学院生物系	19
棉花“洞庭一号A”姊妹系小孢子发育的 细胞形态学研究.....	汤泽生等	33
棉花“洞A”雄性不育小孢子败育的 细胞学研究.....	汤泽生等	54
棉花“洞A”小孢子发育的细胞形态学 研究补遗.....	汤泽生等	67
棉花“洞A”不育花散粉的原因初探.....	汤泽生等	73
棉花无“62—1A”雄性不育的细胞学研究.....	汤泽生等	83
棉花“洞A”雄性不育的细胞学研究.....	汤泽生等	91
棉花“洞A ₃ ”雄性不育小孢子败育的 细胞学观察.....	汤泽生等	96
棉花“海洞”不育系小孢子败育的研究.....	汤泽生等	105
“新海棉”雄性不育系花粉败育的 细胞学研究.....	汤泽生等	113
棉花“海洞不育系”与南瓜杂交F ₂ 代 小孢子发育的分析.....	汤泽生等	121
棉花雌雄不育株小孢子发育的细胞学研究.....	汤泽生等	131
棉花传粉昆虫的研究.....	南充师范学院生物系	143
棉花雄性不育文献.....	唐建华等	157

我国棉花雄性不育的 细胞学研究概况

汤泽生

(四川省南充师范学院)

摘 要

本文系统地总结了我国棉花雄性不育系的细胞学研究成果,属隐性核基因控制的不育系棉花有:

“洞庭一号A”、无“62—1A”、“丰A”、“闽A”;

属显性核基因控制的雄性不育系有:“洞A₃”、

“新海”不育系、“军海”不育系、“海洞”不育

系;一个属于自然单倍体的雌雄不育株。从小孢子

母细胞、减数分裂和小孢子的发育过程论述了败育

的时期及变化,发现受不同基因控制的不育系,其

小孢子的败育既有共同的地方,又有各自的特点。

因此,可以从不同基因控制的不育系小孢子败育的

特点出发,辅助鉴定不同雄性不育系棉花的基因型。

这在理论和实践上都有很大的价值。

农作物杂种优势的利用,是二十世纪以来在育种工作上的重大成就之一。而作物雄性不育的发现和利用,又把杂种

优势的利用推向了新的高度，是本世纪在育种上的重大突破。

棉花雄性不育，国外从四十年代开始，皮里斯在亚洲棉 (*Gossypium arboreum*) 与尼伯氏棉 (*G. hurberi*) 的杂交后代中发现雄性不育株后，美国 Justus 和 Leirweber 发表了第一个受隐性核基因 (ms_1) 控制的雄性不育系^[1]，随后又陆续发现了 6 个隐性核基因 (ms_2 、 ms_3 、 ms_5 、 ms_6 、 ms_8 、 ms_9)^[6-9] 和 5 个显性核基因 (MS_4 、 MS_7 、 MS_{10} 、 MS_{11} 、 MS_{12})^[2-5] 控制的雄性不育系，以及具有哈克尼西棉 (*G. harknessii*) 细胞质雄性不育系的棉花^[11]，实现了棉花杂交制种的三系配套。随后，对控制棉花雄性不育的基因进行了定位工作。如把 ms_3 定位于连锁群 II， ms_8 和 MS_{11} 位于连锁群 V， ms_9 位于连锁群 IX^[10]。Anishcity 等对两个显性不育 (MS_4 、 MS_7)、两个双隐性核基因控制的棉花雄性不育 (ms_5 、 ms_6 、 ms_8 、 ms_9) 和具有哈克尼西棉细胞质棉花的组织学进行了研究。Bowman, Weaver, Jr 和 Waiker (1978) 对 MS_{10} 控制的显性不育系的细胞学进行了分析，这些研究结果证明：不同基因控制的棉花雄性不育系、不仅在遗传上有差异，其小孢子的败育时期和结果也不是完全一致的，各有自己的特点，为理论上对棉花雄性不育在细胞学上提供了证据。

利用棉花雄性不育系配制杂种，不仅方便，而且具有很高的优势。印度在推广和配制杂交棉上取得了成功，对提高棉花产量，改进棉花品质，都取得了很大的成就。

二

我国棉花雄性不育系的研究工作，开始较晚。从七十年代初开始，先后从发现天然突变株、辐射诱变、远缘杂交和转育等方法获得了“洞A”、“川A”、“闽A”、“抗A”、“洞A₃ (EA)”、“车A” (阔叶)、“石A”、“KK_{1188-119A}”等三十余种由核基因控制的棉花雄性不育材料。在全国棉花科技工作者的努力下，发现和培育了大量的棉花雄性不育材料，进行了育性鉴定、遗传实验、细胞学观察、杂交组合的筛选、制种方法和传粉昆虫等方面的研究工作，取得了较大的进展，丰富和发展了棉花雄性不育材料、基本理论和杂种优势的利用与实践。四川棉花雄性不育及杂种优势利用协作组，通力合作，根据隐性核基因 (ms_c , ms_{lc}) 控制的棉花“洞A”不育系，采用“一系两用”法繁殖制种，大面积推广了川杂1号、川杂2号、川杂3号等，获得了大面积高产优质的杂交棉，是一次在认识上和技术上的重大突破和实践。它与当时在技术上处于领先地位的并早已发现隐性雄性不育棉的美国，由于等待发现细胞质遗传的雄性不育系棉花，把棉花杂种优势的利用推迟达十五年之久^[22]相比，不能不说是由于认识上的重大飞跃而取得的成果。但由于逐渐受到上述思潮的影响，忽视我国国情，近几年来，棉花隐性雄性不育核基因的研究和利用也受到干扰，逐渐停滞下来了，是应该引起政府和农业部门的高度重视的。也应该引起棉花科技工作者思考，并引以为戒的。在此，我倡议根据棉花杂交制种的特点和我国国情，要重视隐性核基因控制的棉花雄性不育系的

研究与利用。

三

我国发现的棉花雄性不育材料不少，但深入研究的 不多。从遗传控制分析，大部分为隐性核基因控制。一部分为显性核基因控制，个别的是由于单倍体而造成的雌雄不育株^[26]。对部分材料的花器官和小孢子的败育进行了研究，得到了一些基本的结论。

1 “洞庭一号A”（简称“洞A”）

“洞A”系四川省仪陇县棉花原种场职工，于1972年在“洞庭一号”中发现的一个天然不育株，经培育而成。“洞A”的不育属隐性核基因控制，基因定为 ms_{41} 。后又转育为“反A”、“湘170A”，“上A”、“473A”，“岱红岱A”等。

根据汤泽生等的研究^[12, 17]“洞A”不育花的花冠、苞片的大小比可育花大，萼片、花瓣的差异不明显；花药小，数量少，不饱满，不开裂，花丝短。花药内花粉少，大小不均匀，相差悬殊，有达10倍之多。花粉粒形状不一，棘突不明显，或无棘突。细胞质不饱满或稀少。有联体花粉粒，它是由于在四分孢子时，细胞质不分割而形成的。对不育花粉粒进行萌发试验，多数不萌发，有少数能萌发，但生长慢、花粉管短。个别不育株的少数花药能开裂。用散粉的花粉粒进行自交或与不育株测交，均能结铃^[16]。其后代仍为不育，故散粉并不是遗传基础的改变。“洞A”不育花的

子房、胚珠比可育花的发育好,并达到显著和极显著水平。这些差异是由于遗传基础不同,造成物质和生理活性的差异,而使有的物质在花器官各部分的分配、积累和消耗上的不同,带给花器官的必然差异。正是这些差异,又给棉花雄性不育系的利用为杂种种子的发育提供了一个良好的物质基础。事实也证明了这一点。

棉花“洞A”的小孢子母细胞的形态正常,多数能通过减数分裂;有少部分小孢子母细胞,在减数分裂时期退化,核分裂有畸形,产生大小不等的小孢子或畸形的小孢子。小孢子在单核早期产生严重的障碍,表现为细胞质退化,核一般不分裂。

对花药进行组织学观察,“反A”等不育的花药壁的细胞发育慢,绒毡层的细胞解体慢,时间推迟,它是“洞A”小孢子发育受阻的重要原因之一。

从以上的研究说明:“洞A”小孢子的败育,有一个发展过程,主要的败育时期发生在小孢子的单核早期。它与国外的受一对隐性核基因 ms_1 、 ms_2 不相同,故“洞A”的不育基因定名为 ms_{c1} 。可育株($MS_{c1}MS_{c1}$; $MS_{c1}ms_{c1}$)与不育株($ms_{c1}ms_{c1}$)的遗传基础不同,不仅给小孢子的发育带来影响,也给花器官的其他部分产生了间接的作用。由于不育基因的作用只在一定的部位(花药)和一定的时期(小孢子母细胞到小孢子)内发生,对花器官分化的早期还没有明显的作用,故对早期分化的花器官(如花药数、胚珠数等)没有影响,而随着小孢子母细胞的分化和发育,雄性不育基因发生作用,影响物质在花器官各部分的分配、消耗和积累不同,对花器官产生的影响不同。如花药小,花粉粒退

化，内含物不充实，营养物质积累少，使花器官的其他部分可以得到更多的营养，故雌蕊的子房发育好，胚珠大等。这种分析可以从胡瑞娟等^[2]对“洞A”不同时期花药内氨基酸含量的比较分析得到证据：不育花药的游离氨基酸总含量不断减少，水解蛋白质、结合氨基酸不断降低，而游离氨基酸又急剧增高。它说明不育花药中的蛋白质正处在进行破坏性的分解过程中，特别是与育性有关的脯氨酸的降低，是造成败育的生理原因。

2、无“62—1A”

棉花无“62—1A”是四川省阆中县徐君实同志在无腺体62—1中发现的，为一对隐性核基因所控制。

棉花无“62—1A”的可育株小孢子母细胞减数分裂正常，能形成正常的可育的花粉粒。

不育株的小孢子母细胞数分裂基本减正常，大多数小孢子母细胞能通过正常的减数分裂。有少数的小孢子母细胞出现异常现象，如不等分离，多核、小核等。在四分孢子时期出现有多分孢子，微小孢子和联体孢子等，异常的多分孢子占13.24%，与可育株有明显的差异。不育小孢子在单核时期变化大，棘突短、少，且发育慢。早期可见到单核，稍后，则出现质壁分离。细胞质浓缩呈团，或分割为多块，进而细胞质退化、或只具有一个腔，极少见到二核花粉粒。故无“62—1A”小孢子的败育，主要是发生在单核花粉粒时期。

无“62—1A”不育花粉粒与可育花粉粒区分明显。不育花粉粒直径为 $0.1090 \pm 0.0354\text{mm}$ ，可育花粉粒直径为

$0.1129 \pm 0.0109 \text{ mm}$ 。经统计分析达到显著性差异。不育花的花粉粒之间的大小差异达七倍之多。

无“62—1A”的小孢子败育过程，基本上为单核小孢子早期败育。与“洞A”的败育过程一致，只是它的败育较为彻底，败育时期集中，小孢子的差异明显。它与“洞A”都属一对隐性核基因控制，但是否属同一对隐性基因控制，尚需做遗传分析决定。

3、“车A”不育系

“车A”不育系为新疆车排子试验站从陆地棉 KK—1188 中发现的自然不育株培育而成的。简称“车A”，为隐性核基因所控制。“车A”与“洞A”的小孢子败育极为相似^[24]，四分体是正常的，在单核早期开始败育，而多数则在单核的中期为小孢子败育。故单核中期的细胞核畸形，或者细胞核消失，小孢子完全停止发育。经与“洞A”成对测交证明、47个测交组合的后代，其育性完全恢复，说明“洞A”与“车A”的不育基因，是不相同的，它是属于不同位点上的核基因所支配的。

4、“闽A”不育系

棉花“闽A”不育系，是四川省阆中县农民蒲正彩从“洞庭一号”的自然突变株中发现的，并经培育而成。受一对隐性核基因支配。

据汤泽生等研究^[21]，“闽A”不育株小孢子母细胞的发育不一。有的细胞质表面正常，有的细胞质退化，出现凹陷，产生畸形。减数分裂时染色体紊乱，不易着色，观察因

难。有多核现象，细胞退化，甚至消失。“ A ”的小孢子母细胞基本上不能通过正常的减数分裂。四分孢子少，约占20%，且有畸形，不饱满。

“ A ”不育株的小孢子数量少，细胞质严重退化，甚至无。表面无棘突，或仅具痕迹，基本上无外形正常的小孢子，有时很难看到小孢子（成熟的花粉粒）。

总之，“ A ”小孢子的败育较早，主要的败育时期在减数分裂I，基本上不能通过正常的减数分裂，是一个彻底败育的基本上无外形正常的小孢子的类型。故“ A ”小孢子的败育与能通过减数分裂的“ A ”、无“62—1A”、“ A ”等有明显的区别，是受另一个隐性核基因控制的 不育系。这结论与四川省农业科学院棉花所的测交试验的结果是一致的，而我们又从小孢子败育上的差异提供了新的证据。

5、“ A_3 ”不育系

棉花“ A_3 ”是四川省仪陇县农业科学研究所谭昌质同志从洞庭一号的自然突变株发现并培育而成的。受显性核基因所控制^[22]。

棉花“ A_3 ”的花冠小，花丝短，花药不饱满，也不开裂。小孢子小，进行桂花自交，或强迫自交都不能成铃。

据汤泽生等的研究^[23]，“ A_3 ”的小孢子母细胞的减数分裂不正常，染色体在后期I的分离不均，速度不等，为以后的不正常的分裂起了重要作用。末期I形成大小不等的核，造成减数分裂II的进一步紊乱，形成大小不等的核和四分孢子。小孢子的大小不一，差异明显。形状多为圆形，

有棘突，但少数细胞的棘突短而少，个别的不具棘突。可育花的小孢子直径为 $42.08 \pm 3.39\mu$ ，不育花小孢子为 $37.69 \pm 2.61\mu$ 。经t检验，其差异达到极显著水平。

棉花“洞A₃”的小孢子败育与造孢组织不发育，小孢子母细胞退化，不形成花粉粒的MS₄控制的不育系不同；与具有黄花药，减数分裂正常，小孢子退化在小孢子壁发育时期的MS₇控制的不育系不同；也与能产生部分可育小孢子的MS₁₀有差异，是一个新的显性不育系，故定名为MS₄。^[23]控制的不育系。

6、“新海棉”不育系

“新海棉”不育系S₄、云₄，属海岛棉，系新疆农业科学院和新疆吐鲁番地区农业科学研究所用钴60伽玛射线处理8763依×8981依+司6022杂种第五代的不育株选育而成。新海不育系是受显性核基因控制的。不育株的花药小，花丝短，属有花粉，无生活力，花药不开裂的不育类型。

据汤泽生等的研究^[24]，S₄和云₄的小孢子母细胞减数分裂基本正常，可育与不育没有明显的差异。在单核小孢子早期其形态多数也正常，用三酸法染色可见核位于花粉粒的中央。不育小孢子的壁比可育小孢子壁略硬。用三酸法分解小孢子的壁，其壁的溶解度也慢，这时期，小孢子在形态、大小上开始出现差异。进入单核靠边期的小孢子区分明显。在双核期，绝大部分不育小孢子的核较快地消失，不仅没有核存在，而且细胞质也较快消失。因此，“新海”不育系的败育，主要的急剧变化时期，发生在单核靠边期向双核期的转变时期。所以，“新海”不育系败育的特点，与“洞A₃”

和国外的受 MS_1 、 MS_7 、 MS_{10} 等都不相同。“新海”不育系是一个由新的显性基因(MS_6)所控制的^[24]

7、“军海”不育系

“军海”不育系棉花为新疆阿克苏地区农垦局农科所从海岛棉军海一号的自然突变株中选育而来的，为显性基因所支配^[26]。不育株的小孢子母细胞减数分裂基本正常，能见到四分孢子时期，但有一部分不正常的四分孢子。主要的败育发生在单核的早期。小孢子壁极薄，易破。故镜检时，只有用不压片的方法，才容易见到完整的小孢子壁。它也是一个由新的显性核基因所控制的不育系。

8、“海洞”不育系

棉花“海洞”不育系为“军海”不育系与“洞庭一号”杂交转育而成的，受显性核基因所控制的。

据汤泽生等研究^[49]，不育株的小孢子母细胞有一部分的细胞质减少，有的质壁分离，个别细胞呈畸形。减数分裂Ⅰ细胞质有明显减少，染色体分裂受到障碍，减数分裂Ⅱ的变化更大，有的虽能形成四分孢子，但多是退化的不饱满的四分孢子，或者成为空腔。这类小孢子母细胞不能完成正常的减数分裂。就是有一部分的小孢子母细胞能通过减数分裂，其小孢子内的细胞质稀少，或者浓缩，细胞壁发育慢而且很薄，不易长出棘突。因此，“海洞”不育系的败育是不整齐的，从小孢子母细胞到减数分裂都不断产生，并逐渐增多，但主要的败育则在小孢子发育的早期。与杨亚东对“军海”不育系的研究结果一致^[26]。但由于“海洞”不育系，

为海陆杂交后代，又增加了小孢子败育的复杂程度。故败育的过程更长和不整齐，且又易受环境的影响等，与仅受显性核基因控制的“新海棉”不育系，又有一定的差异。

湖南省棉花研究所利用“海洞”不育系与南瓜花粉杂交，取得了一定的进展。汤泽生引进杂交五代，进行了细胞学分析^[20]杂交后五代的小孢子母细胞的形状，减数分裂过程，小孢子的形状，大小与棉花是相同的，植株的形态与海洞不育系也没有大的差异，它说明这种杂交，南瓜花粉及其主要的遗传物质没有参与结合，不是真正的杂种。但在减数分裂过程中，出现了一些不正常的现象。如后期Ⅰ产生大小不等的核，微核，四分孢子期的多分孢子，微小孢子。小孢子的大小不等……，这是原来“海洞”不育系没有报道过的。是何原因，还有待进行对比分析。

9. “洞庭一号”雌雄不育株

棉花“洞庭一号”雌雄不育株，系四川省仪陇县农业科学研究所于1976年，在“洞庭一号”棉田中发现的。发现时该株棉生长基本正常，但株形小，花器官也稍小。采用自交或与其他品种进行正反交，均不结铃。用温室越冬，扦插和嫁接进行无性繁殖，保留和繁衍后代。

汤泽生等对该不育株的小孢子母细胞的减数分裂进行了研究^[25]，发现小孢子母细胞与“洞庭一号”相似。在减数分裂时，中期Ⅰ的染色体分散，后期Ⅰ发生不等分裂，形成落后染色体；末期Ⅰ形成大小不等的核和微核；后期Ⅱ、末期Ⅱ出现多核，形成多分孢子，四分孢子的差异更大，少则只有二个、三个小孢子，多则六个、八个、……最多含十四