

杂交芝麻

翟志席 詹英贤 著



中国农业大学出版社

杂 交 芝 麻

翟志席 著
詹英贤

中国农业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

杂交芝麻/翟志席, 詹英贤著. —北京: 中国农业大学出版社, 1997. 6

ISBN 7-81002-831-6

I. 杂… II. ①翟…②詹… III. 芝麻-杂交育种栽培
IV. S565.303.51

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 10423 号

责任编辑 杨水清

封面设计 郑 川

出 版 中国农业大学出版社
发 行

经 销 新华书店

印 刷 北京丰华印刷厂印刷

版 次 1997 年 6 月第 1 版

印 次 1997 年 6 月第 1 次印刷

开 本 32 4.875 印张 104 千字

规 格 787×1092mm

定 价: 7.50 元

社 址: 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮 编: 100094

前 言

作物种质资源丰富，通过正确的杂交组合，利用所形成的具有强大杂种优势的杂交种，可大幅度提高作物单位面积产量，为当代作物育种的新动向。在我国，杂交玉米早已应用，杂交水稻正在风行，杂交向日葵已获成功，杂交小麦刚有报道。显然，作物杂种优势育种已成为保证“九五”及2010年粮、棉、油产量指标的有效手段之一，具有特别重要的意义。

杂交芝麻即芝麻强优势杂交种，它的选育与利用技术为农业部“七五”重点课题，在“八五”期间继续进行并进一步完善。该课题1990年经有关专家鉴定，被评定为“国际先进”（芝麻0003号的杂种优势达318.4%，国际上最高的仅为251.9%；首创化学杀雄技术；最早完成整套制种技术；首先总结出强优势育种理论等）；1991年获北京农业大学科技成果一等奖；1995年由农业部推荐，向全国推广；1996年3月被国家科委列为国家级科技成果。

本书的内容包括杂交组合选配、制种技术和配套农艺措施等一系列可分立而又相关的11个专题的研究，有些专题研究论文已在国内外学报或专刊上发表。

在“七五”和“八五”的10年间，先后参加《杂交芝麻》各专题研究工作的还有：北京基点的周向臣、郭毓海、尹

幼奇；石家庄基点的刘书凯、李玉荣、王子宁；曲周基点的肖茆南、马永良，以及涿州基点的刘介卿等。谨向这些同志们致以真挚的谢意。

著 者

1997 年，夏

目 录

1 芝麻杂种优势及其利用的现状与前景(综述)	(1)
2 芝麻杂种优势的表现	(10)
3 杂交芝麻的性状相关分析	(22)
4 芝麻雄性不育的化学诱导	(30)
5 化学诱导芝麻雄性不育的机制	(4)
6 杂交芝麻的制种技术	(24)
7 杂交芝麻 0003 号多点产量评比	(5)
8 提高杂交芝麻种子的利用率	(6)
9 杂交芝麻的选育理论	(65)
10 杂交芝麻 0003 号区域适应性	(74)
11 杂交芝麻 0003 号定量化配套农艺措施	(86)

参考资料

芝麻杂交的亲本选择	(98)
芝麻杂交技术	(107)
人工杂交与有关技术	(120)
杂种优势	(132)
芝麻杂种优势范围的研究	(138)
芝麻的天然异花授粉作用	(147)

1 芝麻杂种优势及其利用的现状与前景(综述)

芝麻 (*Sesamum indicum* L.) 是一种珍贵的油料作物, 它不仅是一种高级的食用植物油, 而且在工业、畜牧业、医药业各方面都有重要的作用。特别是随着芝麻产品的开发和利用, 芝麻已成为一种热门的世界贸易产品。为此, 联合国粮农组织、世界开发研究中心等国际组织自 80 年代以来先后召开了芝麻会议并出版了大量的有关芝麻的信息期刊与资料, 其中也包括芝麻杂种优势及其利用的研究。现将国内外有关这方面的资料加以综述, 作为《杂交芝麻》研究课题的一个组成部分。

1.1 芝麻杂种优势的表现

许多研究者都报道了芝麻的杂种优势, 如 Pal (1945); Riccelli 与 Mazzani (1964); Srivastava 与 Singh (1968); Sarathe 与 Dabral (1969); Delgado (1972); Murty (1975); Dixit (1976); Uzo (1976); Sarafi (1976); Kinnison (1978); Yermanos 与 Kotecha (1978); Kotecha 与 Yermanos (1979); Gupta (1980); Osman (1980); Tiaji 与 Harni (1981); 丁法元 (1983); 中国农科院油料所芝麻杂种优势利

用研究组 (1983) 以及 Krishnaswami 等 (1985)。

如同其它作物, 芝麻杂种优势值决定于双亲的遗传差异。Riccelli 与 Mazzani (1964) 注意到芝麻远缘品种的杂种优势较为显著。在印度, Murty (1975) 报道印度品种 $\times$ 外来品种的杂种优势高于印度品种 $\times$ 印度品种与外来品种 $\times$ 外来品种的杂种优势。Uzo (1976) 与 Kinnison (1978) 也研究了不同起源和相对性状杂交种优势。他们的资料表明: 温带品种 $\times$ 热带品种, 不分枝品种 $\times$ 分枝品种以及落粒品种 $\times$ 不落粒品种的杂种优势高于单一性状组合内的杂交种的杂种优势。Trehan 等 (1974) 指出, 地理上的多样性不一定有遗传上的多样性。同一起源的品种可能会有不同的遗传背景与广泛的分歧性状。

芝麻产量及其构成性状的杂种优势也为前人观察到。Pal (1945) 研究品种间杂交种指出, 只有几个杂种表现株高、每株分枝数、成熟期、每株蒴果数和种子产量有显著的杂种优势。根据他的观察, 这一杂种优势值远低于玉米。

Riccelli 与 Mazzani (1964) 调查了 510 个 F_1 杂交种。这些杂交种包括由 32 个地理起源品种的一系列杂交而得到的。他们总结出 60.6% 的杂交种在前一半生长季表现优势。他们进一步指出, 大多数杂交种开花、成熟和产量都早于或高于它们各自的亲本。510 个杂种平均杂种优势为 66.2%。

在印度, Srivastava 与 Singh (1968) 研究了 3 个 F_1 杂交种的杂种优势值。他们的结果表明, 杂种优势在产量、株高、分枝数、叶数、蒴果数、千粒重与蒴果长度均显著超过双亲中值。其中有 1 个杂种的上述性状的杂种优势显著超过最优亲本。

Sarathe 与 Dabral (1969) 继 Srivastava 与 Singh (1968), 估算了 7 个芝麻杂交种的 13 个性状的杂种优势程度, 认为每一个杂交种在产量、早熟性、花数与每株蒴果数都高于优良亲本, 1 个杂交种的产量超过双亲中值, 范围为 15.05%~199.5%。这些研究者还观察到株高、每株分枝数、千粒重与每蒴种子数有较小的杂种优势值。

Murty (1975) 用 10×10 双列杂交来观察芝麻杂种优势的范围。他指出, 按平均的杂种优势, 以种子产量最大(33%); 其次为每株蒴果数(16%); 早熟性、株高与一级分枝数次之; 二级分枝数与含油量不显著。根据他的观察, 蛋白质含量的杂种优势为负值, 而且表现显著。

Dixit (1976) 研究了 6 个芝麻杂交种的 F_1 群体, 大部分杂交种的开花期、分枝数、主果枝长度、株高、每株蒴果数与单株产量都有高的杂种优势值, 最优杂交种的产量超过最优亲本 77.30% (超过双亲中值 115.68%)。此外, 他还观察了这 6 个杂交种的 F_2 代大部分性状有较大的近交衰退现象。

Sarafi (1976) 研究了 4 个伊朗和外来芝麻类型杂交的 6 个 F_1 杂交种的杂种优势, 4 个杂交种有株高的杂种优势, 4 个有种子产量的杂种优势, 1 个有晚熟的杂种优势。Khodabandeh 与 Sarafi (1977) 则观察了大田条件下 F_1 杂种的产量、株高与成熟期的杂种优势。

美国近期也进行芝麻杂种优势的研究。Delgado (1972) 指出, 在他研究的 16 个杂种中, 有 10 个杂种的产量、第一蒴果与每蒴种子数的杂种优势值都显著高于最优亲本。他认为这种产量杂种优势是每株蒴果数与每蒴种子数增加所致, 此

二者都有高的杂种优势值，但株高和每株一级分枝数的杂种优势值较小。

Uzo (1976) 进行了一系列的试验并断言他所研究的性状都有明显的杂种优势。他进一步指出，两侧蒴果较中间的杂种优势值高并对产量的作用大。

Kinnison (1978) 利用 10 个亲本的双列杂交获得的 45 个 F_1 杂交种估算出株高、蒴果长度和其它 7 个性状的杂种优势，而株高、蒴果长度、千粒重和含油量的杂种优势不显著。Kinnison 进一步指出全部的杂种优势，单株产量为 40.81%，每株蒴果数为 20.68%，每蒴种子数为 11.46%。他认为每一个上述性状对具较高杂种优势值的 F_1 杂种优势是两侧蒴果而不是中间蒴果。

美国 Yermanos 与 Kotecha (1973) 以及 Kotecha 与 Yermanos (1978) 用 3×3 双列杂交研究芝麻杂种优势，观察到各种性状的杂种优势值的变幅很宽。 F_1 杂种平均超过较高亲本的变幅：产量—23.2%~237.8%，蒴果数—28.8%~122.6%，株高—23.2%~12.5%，蒴果长度—25.7%~10.6%，每蒴果产量—6.67%~75%。另外，开花期、开花到成熟天数、成熟期与第一蒴果高度的杂种优势变幅分别为—2.2%~34.0%，—4.0%~39.4%，—1.7%~28.1%及—4.15%~10.4%。

Tiaji 与 Harni (1981) 对 15 个印度和国外的芝麻品种，包括 4 个测试种的杂交效应进行鉴定，结果表明，杂种优势在分枝数、株高、蒴果数和产量上表现明显；开花期和全生育期的杂种优势多有发生，但杂种一般趋向晚花晚熟；在含油量、千粒重、蒴果长度和每蒴种子数上，杂种优势不怎么

明显。

丁法元(1983)研究了3个杂交组合的杂种优势。他的试验结果表明,3个组合的产量杂种优势都较强,每株蒴果数、每株种子重和千粒重的优势值都显著超过亲本值,而每蒴种子数平均相比较表现负优势。

Krishnaswami等(1985)用84个 F_1 杂种研究种子产量和蒴果数的杂种优势及超亲优势。他的结果表明,种子产量的杂种优势高于蒴果数的杂种优势及超亲优势,并且许多杂种优势和超亲优势表现负值。

1.2 芝麻杂种优势利用的现状

芝麻是一种自花授粉作物。要使自花授粉作物的杂种优势在生产上得到利用,首要的问题是要获得价格较低的种子,并且制种技术要力求简易,方便,容易掌握。为此,芝麻遗传育种工作者在如下3个方面进行了研究:(1)人工制种方法的尝试;(2)化学去雄;(3)雄性不育系的控制研究。

少数工作者如中国农科院油料所陈和兴等(1983)认为芝麻花器大,易于人工制种,制种技术也较易为生产者掌握,且芝麻繁殖系数高,制种50~100g能种0.03hm²地,在没有找到合适的制种方法前,在劳动力富裕的国家和地区是可以推广的。他们还作了 F_2 、 F_3 代连续利用的实验,结果表明 F_2 和 F_3 还有一定的增产作用。

大量的研究者(Jain, 1959; Duvick, 1950等)都强调了利用杀配子剂(杀雄剂)探测杂种优势的方法。许多研究者(Moham、Ram与Rustagi, 1966; Dubey与Singh, 1968; Maz-

zani 等, 1977; Chauham 与 Singh, 1971) 用不同杀配子剂复合物以诱发植株的雄性不育作了大量的工作。通过大量的筛选和实验, 在所有的化学药品中以 1,2-二氯异丁酸钠 (Dubey 与 Singh, 1968) 与 2,3-二氯异丁酸钠 (Chauham 与 Singh, 1971) 和 2,2-二氯丙酸 (Mazzani 等, 1971) 对诱变花粉不育的效果较好。丁法元 (1983) 用 2,3-二氯异丁酸钠对芝麻的使用浓度、施药时间、喷施次数等技术问题作了研究, 结果表明, 就供试品种而言, 在现蕾初期每隔 10 天用累加浓度 1% 左右连喷 2~3 次, 以等量或重—轻—稍重的原则使用, 效果较为理想。作者认为芝麻化学杀雄后, 利用昆虫 (如蜜蜂) 传粉的制种技术值得进一步研究。

许多研究者都报道了芝麻的雄性不育性 (Roy, 1931; Singh, 1935; Richharia, 1936; Kumar 与 Abraham, 1941; Kumar 与 Rao, 1945; Malagati 与 Mazzani, 1958; Dabral, 1968; Dabral 与 Mandloi, 1974; Osman 与 Yermanos, 1981; Yermanos 与 Osman, 1982)。

Kumar 与 Abraham (1941) 研究了品种 “Bijapar White” 的雄性不育情况, 并记载除了开花时的子房长度不同 (不育株的一般长度为 11.8mm, 可育株为 11mm), 减数分裂异常和产生不正常细胞外, 不育株与可育株无形态学上的差异。他们作了一个等位隐性基因即双隐性基因控制雄性不育的结论, 并由 Kumar 与 Rao (1945) 加以证实。

在委内瑞拉, Malagati 与 Mazzani (1958) 报道了芝麻部分不育的情况。他们认为这是遗传和环境因素作用的结果。

Osman 与 Yermanos (1981, 1982) 将芝麻 143 个分离群体种植于加州不同地点。雄性不育的鉴定表明, 芝麻雄性不

育受单隐性基因对所控制，在不同环境下表现稳定，不同群体都容易识别。

Dabral (1968) 以及 Dabral 与 Mandloi (1974) 观察到在一个 F_1 群体中有些植株在开花早期是不育的，但在后期这些植株又开始产生可育蒴果。Dabral (1968) 种植正常的姊妹后代，观察表明，雄性不育性状系由隐性基因控制，具一个或多个位点。进一步调查表明，早期不育株产生可育花粉，具褐色花柱（仅位于较低部位），并且能遗传，如开花前 16~20h 从子房顶部开始变褐的花柱导致雄性不育。

Osman 与 Yermanos (1981) 用基因型雄性不育系作了配制杂交种的实验，并推荐了一套方法。该作者指出，基因型雄性不育杂种生产的应用，不如配制雄性恢复基因的细胞质雄性不育那么方便，后者在芝麻上应用还没有可能，因此，基因型雄性不育在没有更好的方法产生之前能够提供原始的、实用的芝麻杂交种生产途径。

1.3 芝麻杂种优势利用的前景

从大量的研究资料可以看出，芝麻杂种优势的利用可以显著提高芝麻的种子产量。据有关资料（中国农业年鉴，1989），我国芝麻栽培面积为 869 000hm²，每公顷产量为 605kg；如果按增产 50% 计算，每公顷产量可达 1000kg 左右，虽然不是很可观，但还是相当鼓舞人心的。由于我国虽然总产量居世界第一位，但在单产上则居世界第三位。针对当前芝麻杂种优势利用的问题，在如下各个方面还需要芝麻工作者通力合作。

1.3.1 寻找合适的制种途径

虽然 Osman (1980) 作了“化学杀雄在芝麻上进行尝试, 结果证明是不可靠”的结论, 但这项工作在芝麻上的研究还较少, 有待作更多、更详细的研究和改进工作。

目前, 水稻(中国)、小麦(Briggle, 1963; Darrel 与 Chales, 1970)、大麦(Upathyaya 与 Ramuson, 1967)、烟草(Matzinger 等 1970; Legg 等, 1970)、蚕豆(Adams 与 Durate, 1961)等自花授粉作物已较成功地利用了“三系配套”或“二系法”生产杂交种。通过品种资源的广泛研究和国内外工作者的共同努力, 对芝麻利用核质互作不育生产杂交种的可能性还是有的。

1.3.2 芝麻杂交种配制原则

杂交种配制的基本原则虽然在其它作物中已较为明确, 但对芝麻研究较少。中国农科院油料所陈和兴指出了芝麻杂交种配制的基本原则: 双亲优点多缺点少, 优良经济性状能互补, 且抗性较强。并进一步提出了 4 个应注意的问题: (1) 双亲生育期要接近; (2) 双亲的种色接近一致; (3) 双亲原产纬度要接近; (4) 选择同类型的材料组配。总之, 对于这个问题还没有共同的结论, 需要作大量的工作。

1.3.3 选择强优势的杂交组合

配制强优势的组合作为生产用还没有见过报道。Krishnaswami 等 (1985) 在研究了 84 个 F_1 杂种后指出, 大量杂种

的杂种优势在产量方面都表现负效应。因此，需要大量的筛选工作。

1.3.4 开展芝麻杂种优势的基础理论研究工作

芝麻杂种优势的生理生化鉴定尚未报道。开展这方面的研究工作将有利于芝麻杂种优势及其利用的研究。

（参考文献略）

2 芝麻杂种优势的表现

芝麻杂种优势的研究已有 40 多年的历史。虽然它具有明显的增产效应，但迄今还没有在生产上广泛利用 (Osman, 1985)。因此，为大幅度提高芝麻的产量，作者于 1985 年开始进行有关芝麻杂种优势利用的一系列探索性研究，并在此基础上对 4 年来所得芝麻杂种优势的实验结果加以总结。

2.1 材料和方法

本研究于 1985~1987 年分别在北京、涿州、石家庄三个试验基点进行。作为亲本的 32 个品种系从国内和亚、非、拉各国芝麻产区所收集的 116 个品种中筛选出来的。1985 年、1986 年进行杂交组合比较试验，其中淘汰 6 个，现有 F_1 43 个组合， F_2 16 个组合。

田间试验系随机区组设计，重复 3 次。每小区包括对照与父、母本各 2 行， F_1 杂交种 4 行。行长×行距×株距 = 370cm×40cm×16cm。 F_2 为条播，单位面积密度为 150 000 株/hm²。按常规栽培管理。田间观察并记载各物候期与各抗性表现。收获时选取 20 株进行室内鉴定并估算有关杂种 F_1 与 F_2 各优势指标。

2.2 结果与分析

2.2.1 杂种 F_1 优势的表现

芝麻 43 个组合杂种 F_1 产量及其构成性状所表现的优势，见表 2-1。

2.2.1.1 产量 单株产量都有不同程度超过中亲值 (MP)、优亲 (BP) 与对照 (CK, 冀芝 1 号)。平均的超均优势 (杂种优势)、超亲优势与超标优势分别为 55.6%、32.6% 与 87.8%。各优势表现幅度，超均优势为 -24.5%~318.4%，超亲优势为 -37.5%~244.4%，超标优势为 12.7%~215.9%。其中 35 个超均优势、22 个超亲优势与 40 个超标优势分别达到显著 ($p < 0.05$) 或极显著 ($p < 0.01$) 水平。这就为利用芝麻强优势杂交种 (杂交芝麻) 提供了可能性。

2.2.1.2 产量构成性状 在单株产量构成性状中，以每株蒴果数所表现的优势较高。其平均超均优势与超标优势分别为 38.0% 与 27.8%。各优势幅度，超均优势与超亲优势分别为：-19.9%~298.2% 与 -23.5%~283.3%。其中 21 个超均优势与 22 个超亲优势分别达到显著或极显著水平，说明该性状优势在芝麻单株产量优势形成中起着重要作用。千粒重的优势表现较低，平均超均优势与超亲优势分别为 5.85% 与 -0.94%。各优势幅度，超均优势为 -4.32%~11.81%，超亲优势为 -9.17%~11.81%。其中只有 4 个超均优势、1 个超亲优势分别达到显著或极显著水平。所以，要配制出高千