

杂交油菜栽培技术

朱必翔 陈福定 主编



65.4
38

中国农业科技出版社

(京)新登字061号

内 容 提 要

本书由直接从事杂交油菜生产及其技术推广的基层农技人员共同编写而成。作者根据多年来的生产实践经验及科研成果,融理论性与实用性于一体,按杂交油菜的发育阶段,揭示其生长规律,重点介绍其栽培技术措施、繁殖制种技术和病虫害防治方法同时对我国主要杂交油菜组合作了简介。较为全面、系统地反映了我国现阶段油菜杂种优势利用的理论依据和栽培技术,是有关农技及科研人员、基层干部和农民的良好参考资料。

* * *

杂交油菜栽培技术

朱必翔 陈福定 主编

责任编辑 鲁卫泉

中国农业科技出版社出版(北京海淀区白石桥路30号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市京东印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 5.5 字数: 116.5千字

1993年3月第一版 1993年3月第一次印刷

印数: 1—5200册 定价: 3.40元

ISBN 7-80026-438-6/S·316

前 言

杂交油菜的选育成功和大面积应用于生产，是我国继70年代培育成功杂交水稻以后，在主要农作物上利用杂种优势取得的又一项突破性成果，它的应用居世界先进水平。生产实践证明，杂交油菜具有较强的杂种优势和较大的增产潜力。在1987~1992年大面积种植的短短5年中，已取得了巨大的经济效益和社会效益。

为了适应“科技教育兴农”和促进油菜生产发展的需要，我们根据在安徽省近几年来的生产实践，并将收集到的我国冬油菜主产区杂交油菜栽培技术经验和科研成果，总结整理，汇编成册。

本书力求融理论性与实用性于一体，尽量按杂交油菜的发育阶段，揭示其生长规律，介绍栽培技术措施，并从生理生态上加以分析说明，使其尽可能较为全面、系统地反映我国现阶段油菜杂种优势利用的理论依据和栽培技术，供广大农技人员、基层干部和农民参阅。

本书是由直接从事杂交油菜生产的基层农业科技人员共同编写的。由于书中涉及的学科较多，加之杂交油菜研究和应用的时间很短，对其规律性的研究还不很全面、深入；同时又由于我们的知识和写作水平有限，难免会有错漏或存在某些认识上的局限性。我们抱着“抛砖引玉”的态度，从开展杂交油菜栽培研究的目的出发，恳请广大读者批评指正。

本书的编写，得到安徽省巢湖地区各级农业部门的大力

支持；安徽省农牧渔业厅的赵颖南、牛运生和巢湖地区农牧业局的谢道云等同志给予了大力协助；在编写过程中，参阅和引用了省内外的最新研究成果及有关资料，谨此一并致谢。

编 者

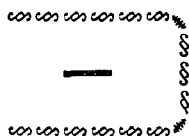
1992年5月

目 录

一、概述	(1)
(一) 油菜杂种优势利用概述	(2)
(二) 杂交油菜的应用效果及推广的主要经验	(9)
二、油菜杂种优势利用的基础知识	(14)
(一) 杂种优势机理	(14)
(二) 油菜杂种优势的衡量方法	(16)
(三) 油菜杂种优势利用的途径	(17)
(四) 雄性不育遗传理论	(20)
(五) 油菜雄性不育“三系”的关系及其选育	(22)
三、油菜杂种优势的生理特点	(28)
(一) 杂交油菜的光合作用	(28)
(二) 杂交油菜的呼吸作用	(36)
(三) 杂交油菜的根系活力特点	(37)
(四) 杂交油菜茎木质部的特点	(38)
(五) 杂交油菜的矿质营养	(39)
(六) 杂交油菜的“源”与“库”	(46)
四、杂交油菜育苗移栽与直播技术	(49)
(一) 杂交油菜育苗移栽	(50)
(二) 杂交油菜直播栽培	(62)
五、杂交油菜的施肥	(66)
(一) 施肥量的确定	(66)
(二) 不同生育期施肥方法	(70)
(三) 配方施肥	(75)
六、杂交油菜的田间管理	(79)

(一) 苗期田间管理.....	(80)
(二) 薹薹期田间管理.....	(86)
(三) 花角期田间管理.....	(90)
七、杂交油菜萎缩不实及其防治.....	(94)
(一) 杂交油菜萎缩不实的症状及发病条件和原因.....	(95)
(二) 杂交油菜的需硼特点及缺硼对杂交油菜生长发育的影响.....	(99)
(三) 杂交油菜萎缩不实的防治方法.....	(109)
八、杂交油菜病虫害的综合防治.....	(111)
(一) 病虫害类型及危害.....	(112)
(二) 病虫害的综合防治.....	(125)
九、杂交油菜的收获.....	(128)
(一) 收获期.....	(129)
(二) 收获与脱粒.....	(131)
十、多效唑在杂交油菜生产上的应用.....	(134)
(一) 多效唑对杂交油菜生长发育的生理效应.....	(135)
(二) 多效唑对杂交油菜产量形成的作用.....	(138)
(三) 多效唑的施用方法.....	(140)
十一、油菜杂种纯度对产量的影响及减少损失的栽培措施.....	(141)
(一) 杂种纯度对生产的影响.....	(142)
(二) 降低杂种不育株率及提高恢复率的措施.....	(146)
十二、杂交油菜的繁殖制种技术.....	(149)
(一) 隔离区的选择.....	(149)
(二) 杂交油菜的繁殖和制种方法.....	(150)
(三) 提高杂种品质和产量的措施.....	(153)
(四) 制种田的管理与收获.....	(154)

十三、部分杂交油菜组合简介.....	(155)
(一) 秦油二号.....	(155)
(二) 杂交 8 号.....	(156)
(三) 杂2-4	(158)
(四) 蜀杂1号	(159)
(五) 蜀杂2号	(160)
(六) 涪优一号.....	(161)
(七) 杂02.....	(162)
(八) 中杂 3 号.....	(163)
(九) 杂61.....	(164)
(十) 油研四号.....	(165)
(十一) 核杂2号	(166)
(十二) 华杂2号	(166)



概 述

中国是世界上第一个大面积利用油菜杂种优势的国家。杂交油菜的培育成功及其广泛应用，是油菜育种上的一项重大突破，也是油菜生产上的一项重大技术改革，它为大幅度提高油菜产量提供了有效的新途径。

我国是世界最大的油菜籽生产国，油菜籽生产在油料作物生产中占有重要的地位。全国油菜播种面积占油料作物总面积的53.2%，产量占油料总产量的45.4%，而在直接供应人民的食用植物油中，菜籽油占50~60%，即全国约有6~7亿人以食用菜籽油为主。同时，油菜作为油料作物，在充分利用自然资源和建立农业内部最佳结构，把自然优势变为产品优势，进而变为商品优势上，也具有十分重要的意义。

建国前，我国农田水利设施差，农业科技水平低，肥料施用少，经营管理粗放，油菜籽产量不高。1949年全国油菜种植面积2272.5万亩，油菜籽总产量73.4万吨，亩产只有32.3公斤。新中国成立后，在党和人民政府的领导下，我国油菜籽生产得到了很大的发展。1991年全国油菜种植面积9200万亩，总产量743.6万吨，亩产81公斤。与1949年相比，种植面积增长了304.8%，总产量增长了913.1%，亩产增长了150.7%。

我国油菜籽生产能迅速发展的原因，除大兴农田基本建设，改善生产条件，增加肥料投入，提高收购价格外，重要的是在油菜科学研究和生产技术上进行了三次大的改革。一是50年代中期，结合耕作制度改革，推广称为“三改”的措施，即改白菜型品种为甘蓝型品种，改直播为育苗移栽，改粗放管理为精细管理。这三项基本的技术措施改革，经过十多年的努力，使油菜成为仅次于小麦的重要越冬作物。二是70年代初，我国油菜科研工作者应用常规育种方法培育了一大批耐肥抗倒伏抗病害的甘蓝型高产良种，并开展了配套技术的研究与应用。70年代中期，全国甘蓝型油菜品种面积在冬油菜地区已占到70%以上，随着甘蓝型品种及其配套栽培技术的广泛应用，油菜生产水平得到显著提高。三是80年代初，我国油菜科研工作者在大规模进行品质改良的同时，对油菜杂种优势利用研究取得了突破性成果，推出了以“双高”甘蓝型三系杂种秦油二号为代表的第一代强优势杂交油菜。这种强优势杂交油菜在生产上的推广应用，每亩产量在原有的基础上提高30%左右，从而使我国的油菜籽生产出现了崭新的局面。

（一）油菜杂种优势利用概述

杂种优势是指两个遗传组成不同的亲本经过杂交，其杂种一代在生长势、生活力、繁殖力、抗逆性、丰产性和品质等性状上具有比双亲优越的现象。利用杂种第一代这种超亲现象，以获得更大的经济效益，称为杂种优势利用。

1. 国外油菜杂种优势利用研究概况

国外油菜杂种优势利用的研究始于本世纪30年代。半个多世纪以来，世界上开展油菜杂种优势利用研究工作的有日本、中国、加拿大、法国、美国、英国、澳大利亚、瑞典、波兰、印度、丹麦、德国、原苏联等国家或地区，并涌现出一批卓有成效的研究人员。

1928~1934年，日本学者盛永 (Morinaga T.) 对油菜等芸薹属植物的染色体组作了系统研究，明确了各个染色体组的内容及其相互亲缘关系。他认为，油菜等芸薹属植物的染色体是以8 (B染色体组)、9 (C染色体组)、10 (A染色体组) 三个基本种的染色体组为基础，通过天然种间杂交形成染色体为 $n=17$ (B+C)、 $n=18$ (A+B)、 $n=19$ (A+C) 的三个复合种。1935年，朝鲜人禹长春用四日市圆叶种 ($n=10$) 与抱子甘蓝 ($n=9$) 杂交，人工合成了 $n=19$ 的复合种，并以染色体组为基础，揭示了芸薹属栽培油菜的种间三角关系。以后各国又有不少学者先后通过基本种的杂交，人工合成为复合种。人工合成实验的成功，不仅证实了禹长春理论的正确性，而且也为油菜育种工作开辟了一条新的途径。

由于油菜是雌雄同花，花器众多，且花器小，完全靠人工去雄配制杂种，实际上是行不通的。因此，在油菜生产上要利用杂种优势，首先要解决大量生产杂种一代种子的方法。这是长期以来油菜育种学家所密切关注的问题。自60年代以来，国内外学者开展了有关油菜繁殖方式的研究，国外主要从自交不亲和及细胞质雄性不育两方面探索油菜杂种优势利用的有效途径。先是研究利用自交不亲和系，1960年瑞典的奥尔森 (Olsson, G.) 在人工合成的甘蓝型油菜后代中发

现自交不亲和单株，并提出有可能利用它们产生杂种。1975年，英国的汤普森（*Thompson, G.*）通过大量试验，育成了稳性自交不亲和系，并利用CO₂处理克服自交不亲和性，从而使大量生产杂种种子成为可能。

国外50年代才发现十字花科植物的雄性核不育，60年代在白菜型（*B. Campestris*）的褐色沙逊油菜和黄色沙逊油菜中发现核不育。而十字花科植物的细胞质不育则是1968年由日本的小仓（*Ogura*）第一次在萝卜中发现的，它的遗传组成是（S）rfrf。至于甘蓝型油菜细胞质雄性不育材料则到本世纪70年代才陆续发现。1972年，英国的汤普森（*Thompson*）利用春性甘蓝型油菜品种布罗诺夫斯基（*Bro-nowski*）与冬油菜品种杂交所获得的TCMS雄性不育系。1973年，日本的志贺（*Shiga*）在日本品种千蕒油菜×北陆23的种间杂交后代中选育出细胞质雄性不育系，定名为SC-MS。1974年，法国的班纳罗特（*Bannerot*）用回交法把甘蓝型油菜的细胞核导入小仓发现的日本萝卜不育细胞质中去，培育出甘蓝型油菜的雄性不育系。这种雄性不育细胞质称为“Ogu细胞质”。1975年，迪克森（*Dickson*）把花茎甘蓝的核导入黑芥的细胞质中，得到细胞质雄性不育。1986年加拿大阿伦里克斯（*Allelix*）种子公司用具有细胞质雄性不育的卡诺拉油菜细胞与带有耐除草剂三氮杂苯的细胞融合，培育出了一种既耐除莠剂又具有细胞质雄性不育的卡诺拉油菜。

2. 我国油菜杂种优势利用研究概况

目前,我国油菜杂交优势利用的研究,处于世界领先地位。早在1943年,我国浙江大学的孙逢吉就对油菜杂种一代的优势进行了研究。1964年,上海农业科学院就进行了油菜杂种一代的产量鉴定,结果表明,杂种比亲本增产23.3~41.2%。从此以后,我国油菜育种工作者开始了油菜细胞核雄性不育、细胞质雄性不育、天然杂交、自交不亲和及化学杀雄等多种途径的研究。1965年,四川农业科学院在白菜型油菜品种浣水白中发现了细胞核雄性不育系87A。1983~1988年,上海农业科学院的李树林提出了油菜显性核不育系的“两系”制种法和“三系”制种法,并报道“双高”核不育杂种“23A×4190”甘蓝型油菜(*B. napus*),在1981~1983年参加上海区域试验中,3年分别比对照增产34.9%、34.1%和33.7%。中国农业科学院油料作物研究所育成的“双高”核不育杂种“杂03”于1988~1989年参加湖北省预备区域试验,两年平均比对照品种增产11.4%,而且成熟早,有利于三熟制栽培。四川大学的潘涛等育成的甘蓝型低芥酸核不育杂种蜀杂1号,于1989年通过西南地区试验和四川省品种审定,平均比高芥酸常规品种增产20.3%。

1965年,四川省农科院在甘白型间杂种后代[Ⅲ-35(甘)×天津青麻叶(白)] F_1 自由授粉的后代中,发现不育株,用母本回交育成细胞质雄性不育材料“三天A”,再用阿坡黄油菜(选系)多次回交,育成阿油A、阿油B,再通过测交从Span和Echo中分别选出白恢一号和白恢二号,实现了“三系”配套。之后,华中农业大学傅廷栋、湖南省农业科学院作物所。陕西省农垦科教中心经过多年试验,相继实现

了“三系”配套，育成了一些优良杂种，其中得到广泛推广应用至今的秦油二号，一般要比当地推广良种每亩增产30%左右，高的达50%。

由于杂种优势是在杂种第一代表现最明显，要利用油菜的杂种优势就需要年年生产大量的第一代杂交种子。为解决杂交制种问题，我国油菜育种工作者除了采用雄性不育法外，还采用了自交不亲和及化学杀雄等制种的方法。1975~1977年，华中农业大学刘后利等育成了甘蓝型油菜自交不亲和系211、271及其杂种。1981年傅延栋等育成了自交不亲和系的保持系、恢复系，实现了“三系”化制种。

1980年四川大学潘涛等也开展了化杀杂种的研究，配制的“双高”化杀杂种蜀杂2号，1989年已通过四川省区域试验，平均比对照品种增产24.15%，1990年种植面积达7.5万亩。与此同时，四川大学罗鹏等人通过远缘授粉诱发孤雌生殖的方法，提纯自交系，为化学杀雄杂种提供高纯度亲本探索了新途径。

我国油菜品质育种始于80年代初，虽起步较晚，也已实现了低芥酸“三系”配套和双低“三系”配套。1990年，全国已有8个低芥酸三系杂交种参加各省的区域试验，低芥酸“三系”杂种试种面积约15万亩。其中潘涛等育成的甘蓝型低芥酸核不育杂种蜀杂1号达13.5万亩。

据傅延栋统计，1990年我国各省油菜区域试验的各类杂种组合约18个。其中，细胞质雄性不育杂种9个，核不育杂种1个，自交不亲和系杂种2个，化学杀雄杂种6个。已有4个杂交种通过省级品种审定。其中，细胞质不育杂种1个，核不育杂种1个，化学杀雄杂种2个。总之，目前我国以“双

高”三系杂种秦油二号为代表的第一代杂交种正在大面积推广应用；以“单低”杂种为代表的第二代杂交种正在参加各省区域试验和示范种植；以“双低”杂种为代表的第三代杂种正在测配组合和产量鉴定中。

在开展各种油菜杂交种选育的同时，我国各研究单位也开展了一些应用基础理论研究。1987年，华中农业大学余凤群等通过解剖学研究，把国内外6个不育系区分为无花粉囊败育型、花粉母细胞败育型和单核期小孢子败育型三大类。并指出：陕2A属无花粉囊型雄性不育系，花药发育受阻于孢原细胞分化期。当花药发育早期遇到高温或低温时，会使育性得到部分恢复，其花药发育的途径有二：角隅处细胞发育或与稳定不育的相同，或与保持系相同。这一研究可以解释陕2A雄性不育系在长江流域生态条件下有时会出现一些微量花粉的原因。1989~1990年，湖南师范大学王保仁等利用聚丙烯酰胺凝胶垂直板电泳技术测定杂交油菜及其亲本营养体酯酶同工酶带，这项研究能够快速鉴定杂种纯度，为有效地鉴定和遏制倒卖杂交油菜伪劣假杂种子提供了有利条件。1988~1989年，华中农业大学杨光圣等的研究证明，波里马不育系的恢复基因为一对显性基因，由于在甘蓝型、白菜型、芥菜型油菜中都存在有波里马CMS的恢复基因，因此认为波里马CMS的恢复基因存在于A组染色体上。李殿荣、杨光圣等研究指出，陕2A属核质互作型的雄性不育系。不育核基因受一对隐性基因控制，陕2A雄性不育系的主效恢复基因在我国白菜型、甘蓝型、芥菜型油菜中均有分布。其恢复基因存在于A组染色体上，可育对不育属完全显性，杂交组合后代符合一对主效基因的遗传模式。杂种“秦油二号”中的不育核基因(rfrf)

来自亚洲品种，而恢复基因（RfRf）来自欧洲品种，其杂种核基因（rfRf）为欧亚变种间杂合基因型，由于亲本血缘关系远，种间差异大，就使它具有较强的杂种优势。试验证明，秦油二号超亲优势为33.67%，平均优势为39.01%，超标优势为31.3%，籽粒含油量超亲优势为2.04%，平均优势为3.29%，1987年，傅廷栋、杨小牛通过试验证明了陕2A及波里马、75-3含有较好的不育细胞质。1990年，李殿荣对油菜亲本系不纯以及不育株出现微粉，在环境系安全的情况下，引起杂种F₁代的混杂率分析，建立了估算混杂率的数学公式，并根据这一公式，科学地提出提高杂种纯度的有效途径和方法。此外，还有许多学者在其他各方面也展开了研究，为我国杂交油菜的选育和研究提供了大量的资料。

在杂交油菜高产栽培生理生态研究的基础上，初步探索了我国不同地区、不同栽培条件下的群体结构，及其相应的扩库、增源、强流的技术措施。如1987年，中国农业科学院油料所赵合句根据杂交油菜的高产规律，提出了超高产秋发栽培技术。1990年，陕西省宝鸡市农科所赵志忠根据杂交油菜秦油二号生育进程呈现“两短”（苗期、花期短）“两长”（蕾薹期、成熟期长）的特点，提出采取前控后促的栽培措施。在杂交油菜的推广应用中，我国各地都创造了许多高产栽培经验，为制订不同生态条件下的高产栽培模式打下了基础。在杂交种子生产上，已初步探索出适合我国具体情况的、大量生产油菜杂交种子的体制，使制种技术和杂种质量逐年提高。秦油二号的制种亩产已由开始的25公斤提高到60公斤。

目前，我国油菜杂种优势利用研究的工作重点是：

（1）把杂种优势育种与优质育种紧密结合起来，重点

选育“双低”杂种。

(2) 在育种途径上, 以细胞质雄性不育杂种为重点, 多种利用途径相结合。

(3) 扩大恢复源和不育胞质的筛选与发现, 扩大测定, 尽快选育优质强优势组合应用于生产。

(4) 加强杂种高产栽培技术和高产制种技术研究。

(5) 深入开展雄性不育遗传等基础研究。

(二) 杂交油菜的应用效果及推广的主要经验

由于杂交油菜具有显著的生长优势和产量优势, 一问世就赢得了各级领导的重视和支持, 受到了广大农民群众的热烈欢迎, 以前所未有的速度推广开来, 获得了巨大的经济效益和社会效益。以秦油二号为例, 1986年12月通过了农业部主持的鉴定, 1987年开始大范围组织试验、示范、推广。5年来, 经过各级领导、广大科技干部和农民群众的努力奋斗, 已将其种植范围从黄淮流域扩展到长江流域的广大地区, 遍及陕西、河南、安徽、江苏、江西、湖南、湖北、四川、贵州、广西、云南等冬油菜生产区的11个省(区), 从北纬 $24^{\circ}15'$ 到 35° , 东经 $102^{\circ}10'$ 到 $121^{\circ}24'$, 从海拔10米到1781米, 都有种植。种植面积逐年扩大, 1987年夏收52万亩; 1988年夏收85万亩; 1989年夏收200万亩; 1990年夏收730.5万亩; 1991年夏收1390万亩, 分别占全国杂交油菜和冬油菜面积的90%和18%。据有关专家预测, 仅秦油二号一个组合, 近2~3年内在全国将发展到2000万亩左右。

1. 经济效益

据作者1990年对安徽省巢湖地区5个县市144个农户121亩杂交油菜、以及110亩常规甘蓝型油菜对比示范结果分析,杂交油菜的经济效益表现为土地生产率高,劳动生产率高,单位主产品成本低,资金投资效益高。

(1) 杂交油菜土地生产率高 杂交油菜秦油二号平均亩产134公斤,比常规甘蓝型油菜亩增38公斤,增产39.58%;总产值提高39.58%,净产值提高48.99%,利润提高39.58%(见表1-1)。

表1-1 杂交油菜与常规甘蓝型油菜生产率比较

油菜类型	项 目(平 均 每 亩)			
	主产品(公斤)	总产值(元)	净产值(元)	利润(元)
杂交油菜	134	214.4	178.7	41.51
常规油菜	96	153.6	119.94	29.74

注:每公斤主产品及其副产物以1.6元计算

(2) 杂交油菜劳动生产率高 杂交油菜亩用工量虽略高于常规甘蓝型油菜,但劳动生产率却显著高于常规甘蓝型油菜。杂交油菜每个劳动日的主产品产量比常规甘蓝型油菜高22.66%,总产值高21.15%,净产值高30.96%,利润高22.93%(见表1-2)。

表1-2 杂交油菜与常规甘蓝型油菜劳动生产率比较

油菜类型	亩用工量 (标准日)	每标准劳动日产值			
		主产品(公斤)	总产值(元)	净产值(元)	利润(元)
杂交油菜	16.5	8.12	12.99	10.83	2.52
常规油菜	14.5	6.62	10.59	8.27	2.05