

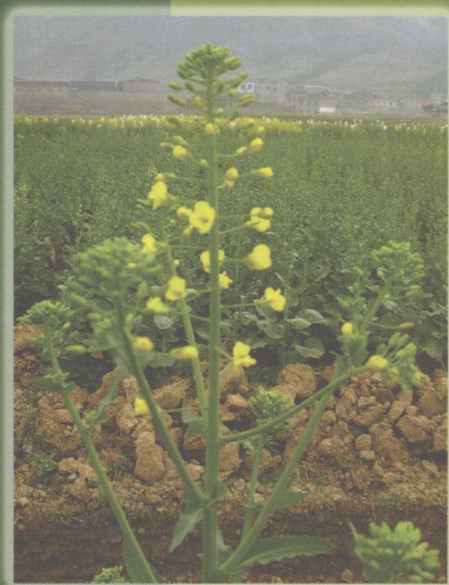
Y

YOUCAI YINXINGHE BUYU
YANJIU YU LIYONG

油菜 隐性核不育

研究与利用

● 侯国佐 编著



 科学技术文献出版社

油菜隐性核不育 研究与利用

侯国佐 编著

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北 京

图书在版编目(CIP)数据

油菜隐性核不育研究与利用/侯国佐编著. —北京:科学技术文献出版社,2009.2
ISBN 978-7-5023-6269-0

I. 油… II. 侯… III. 油菜-不育性-研究 IV. S634.303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 004554 号

出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038
图书编务部电话 (010)51501739
图书发行部电话 (010)51501720,(010)51501722(传真)
邮 购 部 电 话 (010)51501729
网 址 <http://www.stdph.com>
E-mail:stdph@istic.ac.cn
策 划 编 辑 科 文 陈家显
责 任 编 辑 陈家显
责 任 校 对 赵文珍
责 任 出 版 王杰馨
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 富华印刷包装有限公司
版 (印) 次 2009 年 2 月第 1 版第 1 次印刷
开 本 889 × 1194 大 16 开
字 数 426 千
印 张 18.25 彩插 4 面
印 数 1 ~ 2000 册
定 价 55.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

序



核不育杂种是油菜杂种优势利用的重要途径之一,特别是隐性核不育杂种,由于它不育性稳定、恢复系广,更有其利用价值。侯国佐先生编著的《油菜隐性核不育研究与利用》一书,详细介绍了隐性核不育两系材料、隐性核不育三系材料、生态隐性核不育材料的发现、选育、遗传和分类研究;隐性核不育杂种的选育、测配、亲本繁殖及制种技术;主要隐性核不育杂种的特性与应用情况等内容。该书资料丰富,理论联系实际,是农业研究人员、技术推广工作者和大专院校师生有价值的参考书。该书的出版,将对我国油菜核不育杂交种的选育、推广,促进油菜产业的发展,具有重要意义。

2008年12月20日

前言

甘蓝型隐性核不育材料是油菜杂种优势育种重要的基础材料之一。它具有恢复源广、易选配强优组合,其中除生态隐性核不育外,还具有不育基因易于转育、不育性十分稳定等优点。特别是隐性核不育三系的发现与选育成功,既解决了双隐性不育两系制种要拔除可育株费时、费工及制种产量较低的问题,又克服了胞质不育材料对温度较敏感、不育性不彻底的矛盾,是目前油菜杂种优势育种最为理想的材料。

自1979年四川大学潘涛等人首先发现并育成甘蓝型双隐性核不育两系S45A开始,国内隐性核不育两系的育种及相关研究进入了实用阶段。据不完全统计,到2008年秋全国和各省审定的隐性不育的油菜杂交种已达80个以上;与此同时,相关的遗传基础和选育技术等多方面的研究也获得较大的进展。本书以这些研究为基础,阐述了双隐性核不育两系、隐性核不育三系、生态

隐性核不育材料的发现、选育、遗传和分类研究,不育材料不育性状的细胞学观察,生长发育特性、植物形态学的差异,隐性核不育基因的转育技术、组合测配技术、亲本繁殖和制种技术,以及现代生物技术在隐性核不育材料研究中的应用。书末还列出了国内部分育成并审定的杂交油菜品种与应用情况,同时附有隐性核不育两系性状表现的部分彩色照片。由于本书涉及的内容较为专一,为使读者能较系统和详尽地了解隐性核不育的研究现状,特安排一定篇幅对部分较重要的内容作了较详尽的引用和介绍。为此,很多专家应邀还发来了有关材料给予支持。在此向本书引用过相关资料的专家和学者致以真诚的感谢!

中国工程院院士、国际油菜研究咨询理事会(GCIRC)主席和第二届国际油菜研究咨询理事会杰出科学家、华中农业大学教授傅廷栋先生,在百忙中为本书写了序,对此表示特别的感谢!

感谢原贵州省农业科学院科学技术信息研究所所长陈德寿研究员对本书作了详尽的审阅和修改。

省、厅、院、所的有关领导对本书的编著出版,给予了极大的关注和支持,相关的科技人员作了很多具体的协助,在此一并表示由衷的谢意。

由于时间和水平有限,本书难免有不足和错漏之处,恳请读者指正。

编者

2009年元月

目 录

第1章 油菜细胞核雄性不育材料的来源与分类	(1)
第1节 油菜细胞核雄性不育的研究简史	(1)
第2节 油菜细胞核雄性不育材料的分类	(4)
一、按油菜核不育控制不育性的不育基因的显、隐性分类	(4)
二、按油菜核不育控制不育性的不育基因的对数分类	(5)
三、按油菜核不育表现类型分类	(5)
第2章 油菜隐性核不育材料的发现与选育	(8)
第1节 单基因隐性核不育材料的发现与选育	(8)
第2节 双基因隐性核不育材料的发现与选育	(10)
一、S45A 雄性不育材料的发现与选育	(10)
二、117A 雄性不育材料的发现与转育	(11)
三、90-2441A 雄性不育材料的转育	(11)
四、207A 雄性不育材料的转育	(12)
五、双低隐性核不育两用系黄籽 303AB 的选育	(15)
六、甘蓝型油菜核不育材料 821A 的选育	(16)
七、双隐性核不育系在育种和生产上的利用	(17)
第3节 隐性核不育三系材料的发现与选育	(18)
一、隐性核不育三系 9012A 的选育	(18)
二、隐性核不育三系 20118A 的选育	(18)
三、隐性核不育株 ZWAB 的遗传与临保系的选育	(18)
四、甘蓝型油菜隐性核不育系 L7AB 及临保系的选育	(23)
五、甘蓝型油菜隐性细胞核雄性不育系 118A 的发现与选育	(25)
六、从隐性核不育三系杂种中分离选育新的隐性核不育系	(28)

七、隐性核不育三系的研究与利用	(30)
第4节 生态核不育的发现与选育	(31)
一、H90S 生态隐性不育系的选育	(31)
二、甘蓝型油菜温敏核不育系“湘91S”的选育	(33)
三、芥菜型生态雄性不育系“遵矮A”的发现与选育	(40)
四、生态型隐性核不育材料研究的综合分析	(41)
第5节 隐性核不育基因的等位性测验	(43)
一、双隐性核不育基因的等位性测验	(43)
二、隐性核不育三系不育材料不育基因的等位性	(45)
 第3章 油菜隐性核不育的遗传	(48)
第1节 双基因隐性核不育材料的遗传	(48)
一、117AB 的遗传研究	(48)
二、S45AB 的遗传研究	(53)
三、90-2441A 的遗传研究	(62)
四、黔黄303AB 的遗传研究	(63)
五、隐性核不育两型系22118AB 的遗传研究	(64)
六、双隐性核不育基因的遗传特点	(66)
第2节 隐性核不育三系的遗传	(67)
一、隐性核不育系9012A 的遗传	(68)
二、隐性核不育20118A 的遗传	(73)
三、甘蓝型油菜细胞核雄性不育材料118A 的遗传	(76)
四、隐性核不育三系遗传的特点	(80)
第3节 生态隐性核不育两系的遗传	(80)
一、生态隐性核不育两用系H90S 的遗传	(80)
二、温敏隐性核不育系湘油91S 的遗传	(84)
 第4章 隐性核不育材料生育形态表现及与环境的关系	(90)
第1节 隐性核不育材料不育株与可育株幼苗在生长势上的差异	(90)
第2节 现蕾后不育株的死蕾现象	(92)
第3节 双隐性核不育材料可育型与不育型在植物学形态上的差异	(93)
一、花蕾形态学差异	(93)
二、可育型、不育型初花期植株性状及花器上的差异	(94)
三、可育型和不育型初花时间的差异	(95)
第4节 隐性核不育材料之间花粉与柱头亲和力的研究	(96)
一、研究材料和方法	(96)
二、研究结果分析	(97)
三、小结	(99)

第5节 隐性核不育不育性状对环境的稳定性	(100)
一、隐性核不育系 117AB 不育株不同时间、地点、分枝部位花朵的育性表现	(100)
二、隐性核不育材料不育花朵的花丝伸长现象	(101)
第5章 油菜隐性核不育系的转育	(103)
第1节 双隐性核不育系的转育	(103)
一、一般杂交转育技术	(103)
二、用隐性核不育优良的杂交组合或品种分离测交新的隐性核不育系	(105)
三、多基因控制性状在隐性核不育中的转育技术	(107)
四、隐性核不育系之间相互转育	(111)
五、隐性核不育两系(RGms)与胞质不育系(Cms)双重不育系的转育	(112)
第2节 隐性核不育三系的转育技术	(116)
一、临保系的转育技术	(116)
二、纯合型不育系的转育技术	(119)
三、隐性核不育不同类型之间临保系的转育	(121)
四、临保系的鉴定	(122)
五、纯合不育系的鉴定	(122)
第3节 隐性核不育转育分离世代中的选择技术	(122)
一、隐性核不育系(A)不育株硫苷含量的不稳定性及原因分析	(122)
二、隐性核不育材料A、B株配对测交并同时进行硫苷分析入选情况下, 后代单株硫苷含量变化情况	(123)
三、隐性核不育材料套袋入选低硫苷B株,植株后代分离测交所得的A系后代 硫苷分离情况	(123)
四、隔离繁殖群体中连续进行低硫苷选择中A株定向选择的效果	(124)
第4节 利用同类型不育系间相互保持作用,鉴定和保持自然变异中发现的 不育材料	(125)
第6章 双隐性核不育两系的组合测配技术	(129)
第1节 隐性核不育系在组合测配中的优势	(129)
一、恢复源广,不需对恢复源单独进行转育	(129)
二、可尽快利用国内新近育成综合性状好的新品种作为测配或转育的育种材料	(130)
第2节 双隐性核不育两系组合的测配技术	(131)
一、组合搭配原则	(131)
二、亲本一般配合力的简单预测	(132)
第3节 国内目前育成隐性核不育杂交油菜品种情况	(133)
第7章 隐性核不育材料在高油分高蛋白杂交油菜育种中的应用	(136)
第1节 高油分高蛋白不育亲本的转育技术	(136)

一、复合回交设计在隐性黄籽双低核不育两系选育中的应用	(137)
二、多次回交在转育黄籽双低隐性核不育系 2328AB 中的应用	(140)
第2节 高油分、高蛋白选择的目标性状与选择技术	(141)
一、高油分、高蛋白选择的目标性状	(142)
二、高油分、高蛋白油菜的选择技术	(149)
三、育成品种资源在含油率和种子蛋白含量上的表现	(153)
第3节 连续定向选择在高油分高蛋白油菜育种中的作用	(153)
一、连续定向选择对提高含油率的影响	(153)
二、连续定向选择对提高油分蛋白总量的影响	(155)
第4节 高油分高蛋白的亲本与其配制的杂交种之间的关系	(155)
一、杂种 F_2 代含油率与其亲本含油率的关系	(155)
二、杂种 F_2 代种子蛋白含量与亲本种子蛋白含量的关系	(156)
三、杂种 F_2 代油分蛋白总量与亲本油分蛋白总量的关系	(156)
第5节 育成高油分高蛋白品种年度间的变化	(158)
一、育成品种年度间含油率与种子蛋白总量的变化	(158)
二、不同品种不同年份和栽培环境下油分蛋白总量的变化	(159)
三、油研 10 号不同年份含油率和种子蛋白含量的变化	(160)
四、不同品种不同年份折合併粕蛋白含量的变化	(160)
第8章 制种和亲本繁殖隔离区的选择与布局	(163)
第1节 选择隔离区应考虑的因素	(164)
一、隔离条件	(164)
二、环境条件	(166)
三、生产发展因素和劳动力条件	(170)
四、生态隐性核不育的特点及制种和繁殖应考虑的气候环境因素	(170)
第2节 隔离区内的布局	(171)
一、作物布局	(171)
二、组织措施	(171)
第9章 油菜隐性核不育的亲本繁殖	(173)
第1节 亲本原原种繁殖与入库保存	(173)
一、亲本原原种的概念	(173)
二、亲本一级原原种的整理、繁殖与保存	(174)
第2节 亲本原种和二级原原种的繁殖	(174)
一、繁殖不同类型亲本原种和二级原原种的一般技术	(174)
二、隐性细胞核不育两系亲本的繁殖技术	(175)
三、隐性细胞核不育三系亲本的繁殖技术	(175)
四、恢复系的繁殖	(176)

第3节 亲本原种、原种的质量标准	(176)
第4节 亲本原种的质量鉴定	(177)
一、亲本原种的田间鉴定	(177)
二、亲本原种的室内鉴定	(177)
第10章 油菜隐性核不育杂交油菜制种	(179)
第1节 杂交油菜制种配套技术	(179)
一、父、母本播期与播差期的选择	(179)
二、父、母本的行比与密度	(181)
三、制种的施肥技术	(182)
四、父、母本花期的调节技术	(185)
五、制种田的田间除杂	(187)
第2节 隐性核不育两系拔除可育株的技术	(187)
一、隐性核不育两系杂交种子纯度对产量的影响	(187)
二、拔除可育株的时期、方法和质量标准	(189)
三、拔除可育株对制种产量的影响	(191)
四、拔除可育株的投工量与拔除物的有效利用	(192)
第3节 提高制种母本结实率的技术	(193)
一、母本结实情况与制种产量的关系	(193)
二、提高制种母本结实率的技术	(194)
第4节 隐性核不育杂交油菜高产制种的生育模式与调控技术	(198)
一、高产的生育模式	(198)
二、高产制种群体发展的合理生物学轨道	(201)
三、实现高产生育模式的栽培技术	(202)
第5节 杂种的纯度鉴定	(204)
一、油菜杂种纯度的概念	(204)
二、油菜真假杂种的识别	(204)
三、杂种纯度的鉴定方法	(205)
四、油菜杂种纯度的标准与计算	(206)
五、贵州省油研种业有限公司2000—2004年隐性核不育两系制种杂种质量统计与 保障措施	(206)
第6节 甘蓝型隐性核不育杂交油菜制种综合配套技术措施	(208)
一、隔离区的选择与布局	(208)
二、育苗	(208)
三、移栽	(210)
四、田间管理	(211)
五、花期管理	(212)
六、适时收割、分收、分打、分别收购,并进行杂种纯度鉴定,确保杂种质量	(213)

第 11 章 隐性核不育的细胞学观察及生物技术在研究上的应用	(216)
第 1 节 油菜核不育败育过程中的细胞学表现	(216)
一、研究简史	(216)
二、隐性核不育两系 479A(来源于 117A)的细胞学观察	(217)
三、甘蓝型油菜 RGMS、CMS 与其构建的 RGCMS 不育系花器形态及花药发育解剖学的 比较研究	(218)
四、甘蓝型油菜胞质不育、隐性不育、显性核不育 3 种类型雄性不育系花药败育的细胞 学研究	(222)
第 2 节 隐性核不育组织培养的研究	(225)
一、不同材料分化再生植株比较试验	(225)
二、不同基因型材料分化二次芽苗的差异	(226)
三、再生植株的大田生长	(226)
第 3 节 隐性核不育基因的分子标记	(227)
一、隐性核不育系 430A(117A 血缘)不育基因的 SRAP 标记	(227)
二、显、隐性核不育材料 37AB、浥优 AB 的 RAPD 标记	(231)
三、RAPD 标记技术在隐性核不育杂种纯度检验上的应用研究	(231)
第 4 节 紫茎基因形态标记与隐性核不育连锁关系研究	(232)
一、P6-9 紫茎与核不育连锁分析	(232)
二、P6-9 紫茎与核不育连锁关系的证实	(233)
三、讨论	(234)
第 5 节 S45AB 中与 MS2Bnap 同源不育基因的克隆序列分析	(234)
一、研究材料与方法	(235)
二、研究结果与分析	(236)
三、讨论	(238)
附录 I 国内部分隐性核不育杂交油菜品种简介	(240)
附录 II 隐性核不育材料植物学形态照片资料	(279)

第 1 章

油菜细胞核雄性不育 材料的来源与分类

第 1 节 油菜细胞核雄性不育的研究简史

早在 1940 年,日本学者盛永俊太郎就在甘蓝型油菜中发现了“Norin”3A 核不育,接着在欧洲油菜中发现了核不育材料。1963 年,印度学者 Das. K 和 Chowdhury. J. B 报道了他们 1961 年在白菜型油菜褐色沙逊中发现天然雄性不育株,其不育株花瓣较小,花蕾较窄,短而白,顶端比较尖,花药内含少量有生活力的花粉,用正常植株的花粉给此雄性不育株授粉结

了荚果, F_1 代正常可育, F_2 代可育与不育比例分离为 3 : 1,表明此不育材料不育性受 1 对隐性基因控制。1961 年, Das. K 和 Chowdhury. J. B 又报道了油菜功能性雄性不育,他们利用白菜型的褐色沙逊 AM - 18 的品种杂交,后代少数植株外观正常,但花药不开裂,它与具有正常花药的植株杂交后功能变为正常;1976 年,上述两位学者再次报道了白菜型褐色沙逊中发现具

有不开裂花药的植株。

1965年,四川省农科院在白菜型油菜中发现并转育成功了87A,之后四川省农科院、江西宜春地区农科院、湖南黔阳地区农科所先后报道了对此材料的研究利用,指出87A的不育性由1对隐性基因控制。

1989年,贵州省农科院罗鸿源从种间杂交 F_2 代发现S455A,育性研究结果认为该材料是受1对隐性基因控制的不育材料,并在此基础上开展研究利用,育成了黔油10号、11号,分别通过贵州省及全国审定。

1970年,Tokagi. Y报道了甘蓝型油菜品种Murasaki正常生长的植株暴露在15.5KC总剂量的辐射下,从 M_2 选育了8株稳定不育的植株,该不育材料与正常品种杂交后 F_1 代可育, F_2 代可育与不育分离为3:1的比例,也说明受单隐性基因控制。

1972年,我国四川宜宾地区农科所等先后在甘蓝型油菜中发现并分别转育成功了宜3A、川7A。此类材料植株外观正常,花瓣覆瓦状排列,花瓣较小,雄蕊变短,花药退化。此后,国内不少单位对此进行了研究。其中,中国油料所顾锡坤以宜3A、川7A为不育源,用密达斯、甘油1号转育成功了0979A、204A。转育成的材料与常规品种测交了665个组合,其中 F_1 代有53个组合全部恢复,612个组合发现了育性分离;育性分离组合中,98%的组合不育株都在60%以下,其中可育:不育接近1:1的约占总组合数的44.6%,没有发现全不育的组合;不育系群体内兄妹交, F_1 代可育株的比例基本相等。对于此类材料的遗传理论,研究者当时认为,不育株的育性控制基因为aa,同质可育基因为AA,A对a为显性,能够全恢复的组合的基因为Aa,若不育株(aa)与 F_1 代异质(Aa)可育株测交,下代可育株将出现1:1的分离比例。此外,江苏省农科院付寿仲、上海市农科院等单位先后也对宜3A、川7A进行了研究,其研究结论也认为是受1对隐性基因控制。但此种

假设不能解释该研究中大量测交组合 F_1 代出现不育株的分离现象。

上海市农科院李树林、杜华平等同志经过多年的系统研究,于1985—1986年提出了由宜3A转育而成的23A的显性核不育控制学说。认为细胞核雄性不育是受显性基因 M_s -和 R_f -互作控制的,其中 M_s 是显性不育基因, R_f 是显性上位基因,它能控制显性不育基因的表达,使育性恢复可育(详见本书第3章)。这一理论不但很好地解释了宜3A、川7A的遗传育性分离现象,还从理论和实践上实现了此类显性核不育材料的三系配套,解决了核不育材料制种中拔除可育株的问题。缺点是显性不育基因恢复源较少,配制强优组合难度大。2003年,上海市农科院育成了核杂7号在上海和长江下游区试,分别比沪油1号和中油821增产21.89%和7.5%,通过了国家审定。

四川农业大学潘涛和贵州省油菜研究所侯国佐分别于20世纪70年代末和80年代初先后在常规油菜品种材料中发现并转育成细胞核雄性不育材料S45A和117A。侯国佐、潘涛和上海市农科院李树林又分别于1990年和1993年先后报道了117A和S45A是受2对具有相同作用重叠隐性基因所控制(详见本书第2章、第3章)。他们的特点是已稳定的不育系中不育株上的种子种植后当代分离为50%不育和50%可育,靠可育株花粉保持不育株的不育性,不育基因恢复源极广,几乎所有的常规品种测交都能使不育基因变为可育。1990年,华中农业大学傅廷栋发现的90-2441A也属此类型的材料。贵州省油菜研究所侯国佐继117A后,在刚引进的207(1988年宜宾地区农科所)和沪优12(2001年从上海市农科院引进)中发现了不育株,这些不育材料经遗传验证和117A不育基因等位,具有同恢同保关系。类似这种发现的还有贵州省农科院油料所黄泽素(黔黄303AB),湖南常德市农业局卓宇红、彭武生(821A),上海农科院孙超才(22118AB)等。

此类材料不育株不育性彻底并不受环境影响,不育基因转育容易,恢复源广,易选配强优组合,因而作为杂优育种材料应用方便,目前国内已审定的品种达40个以上,油研系列、蜀杂系列和黔杂系列均有多个品种是此类型的品种。

油菜隐性细胞核雄性不育三系育种是在继隐性细胞核雄性不育两系育种之后的又一种育种新途径。安徽农科院陈凤祥于1991年春油菜花期在甘蓝型油菜新品系9012自交一代繁种株系繁殖中,发现了6株不育株,该株系共种植83株,不育株率为7.32%,通过兄妹交育成稳定核不育两系9012AB。9012A与148的3个自交系成对测交, F_2 代表现13:3的育性分离,由此推测该不育材料是由2对隐性重叠基因和1对隐性上位基因互作控制的核不育,从测交后代筛选到隐性上位临时保持系,并实现了三系配套。潘涛研究,控制9012AB与双隐性基因控制的核不育S45A的隐性核不育基因是非等位的,但两者的遗传行为极其相似。

上海农科院孙超才1993年在油菜花粉培养后代中发现:甘蓝型隐性核不育材料22119A,1995年用引自中国农业科学院油料作物研究所的双低品系中油2100作母本与22119AB中的可育株杂交,在 F_2 中选不育株与可育株成对兄妹交,并进行双低品质筛选,于1998年获得稳定的两型系20118AB,利用20118A $\times$ 5001(引自河南农科院)杂交组合后代分离选育成功隐性核不育临时保持系,简称为临保系。该临保系能保持20118A100%不育。

贵州省农业厅张太平1994年以隐性核不育杂交组合川油14的不育株为母本,以英国品种Bristol为父本杂交,于 F_1 代去雄再用中油821进行复交,在其后代选择不育株进行兄妹交,1998年育成稳定的隐性核不育两型系ZWA。由ZWA与自育甘蓝型油菜品系329测交, F_1 群体的所有植株均表现为全不育,从而筛选得到ZWAB的临时保持系。ZWAB与双隐性核不育材料117AB、S45AB互相测交,ZWB能保

持117A、S45A后代育性1:1的分离比例,而117B、S45B对ZWA的大部分测交组合 F_1 代表现全不育。在恢复系研究上,ZWA的恢复系能使117A、S45A的不育性得到完全恢复,但117A、S45A的恢复系不能完全使ZWA得到恢复。

贵州省油菜研究所杜才富等于1996年春从高不育株率隐性核不育材料1601AB中发现1株与该材料显著不同的不育株。该不育株长势与原材料相当,但不育株的花蕾明显小于原不育株,细长而松软,剥蕾雄蕊完全退化,开花后花瓣细长且分离不重叠,用黄籽双低隐性核不育系2812AB、1927AB(117AB转育的不育系)和1601AB(高不育株率不育系)中的可育株对其进行测交, F_1 代均恢复可育, F_2 代可育不育表现为13:3、15:1的两种分离比例。在用2812B测交后代中(育性分离为13:3)于2002年选育成稳定的隐性核不育两型系4337AB($s_1s_1s_2s_2RfRf$)和能保持4337A100%不育株率的临时保持系4337C($s_1s_1s_2s_2rfrf$),并实现了三系配套。经遗传研究表明,该不育系的遗传与陈凤祥、孙超才的研究结果一致。

贵州省油菜研究所陈大伦、张瑞茂于1999年以在黄籽双低常规品系5862R中发现的核不育株与常规品种广泛杂交,个别特殊组合后代进行系内和系间测交、自交,通过4年6代成功育成了甘蓝型油菜隐性细胞核雄性不育纯合两型系118AB、临时保持系118C及全不育系118CA,经遗传验证该不育系为隐性核不育,且与117A、S45A不育基因不等位。该不育系除具备双低优质特性之外,还具有恢复源广,易选配强优势组合;不育性彻底而稳定,不育率100%,使核不育杂交油菜制种变得更为简便易行,利于降低种子生产成本和提高制种产量。

隐性核不育材料研究的另一途径,就是开展双隐性基因细胞核+隐性细胞质双重雄性不育系的研究,其目的:一是降低质不育材料微量花粉发生程度,因育成的双重不育系与隐性细胞核一样,不育材料发生育性分离,有一半是育

性非常彻底的隐性核不育株,另一半是具有质不育性状有时可能产生微粉的质不育株;二是双重不育系可实现 100% 的不育群体,即一半表现为细胞核雄性不育(非常彻底),另一半表现为细胞质雄性不育(有时有微粉),可克服隐性核不育要拔除一半可育株的缺点。贵州省油菜研究所张瑞茂以 RM5637B(本人选育的广恢型质不育材料)作母本,与隐性核不育两型系 5824AB 中的可育株作父本杂交,采用自交、回交和经过 4 年 8 代的选育,育成了 RRGCMS 保持系 ZCL801B,又以 RM5637A 作母本与 ZCL801B 选育过程中的 BC₃ 代中核不育与可育为 1:1 育性分离比例的株系中的可育株为父本杂交,并逐代回交,经过 4 年 6 代的回交,育成 RRGCMS 不育系 ZCL801A, ZCL801A 群体中质不育与核不育呈 1:1 分离,群体不育株率 100%,不育度 97.8%~98.3%,比原质不育系 RM5637A 提高了 1.5%~1.6%,无粉花朵增加了 4.6%~5.5%,使制种更有希望达到规定的杂种纯度指标,质量风险也将更小。

类似的研究还有华中农业大学的杨光圣等人开展的显性(隐性)基因细胞核+细胞质,此种方法育成的不育系在育性表现上与张瑞茂等

育成相似,但此种双重不育性恢复系较张瑞茂所选的双重不育系的恢复系要少。

隐性细胞核雄性不育还有另一类即细胞生态雄性不育。细胞生态雄性不育又分胞质不育和胞核不育,湖南农科院的席代汶等于 1994 年首次报道了甘蓝型油菜细胞核生态隐性雄性不育,并对该材料的分类鉴定、光温反应、遗传、春制秋繁等进行了系列研究;华中农业大学杨光圣、傅廷栋、杨小牛于 1995 年报道了甘蓝型油菜生态雄性胞质不育两用系 AB₁ 的选育与遗传,该材料在昆明、西宁夏繁时表现雄性不育,武昌秋播表现为雄性可育;贵州省油菜研究所王华 1997 年报道了甘蓝型油菜生态隐性雄性不育系 H90S 的选育,表现为威宁(海拔 2 230 m)夏繁可育,思南(386 m)秋播不育;江西宜春地区所刘尊文、彭定兰等人于 1996 年报道了甘蓝型油菜光温敏雄性胞质不育两用系 501-8S 的选育,该材料温度为 3~10℃、日照小于 12 h 时表现雄性可育,当温度为 11~23℃、日照大于 12 h 时表现为雄性不育。云南农科院油料所苏振喜还在芥菜型地方品种 74243-6 及遵矮不育系中发现了芥菜型油菜生态型雄性不育两用系遵矮 S。

第 2 节 油菜细胞核雄性不育材料的分类

细胞核雄性不育材料按不同的标准有不同的分类法。

一、按油菜核不育控制不育性的不育基因的显、隐性分类

(一) 细胞核显性核不育材料

此类材料控制不育性的不育基因为显性,与一般品种测交组合 F₁ 代不能全部恢复可育,

有育性分离,多数情况下出现一半左右的不育株;只有当恢复材料具有 1 对显性上位基因时,所测交的组合才能恢复可育。这类材料如宜 3A、川 7A、0979A、23A、黔油 2AB 等。

(二) 细胞核隐性核不育材料

此类材料控制不育性的不育基因为隐性,除不育材料本身的可育株及其本类型不育系所测交的杂交组合或育成的临保系之外,其他所有没有育性分离的常规品种或除本类型的杂交

油菜品种以外的所有材料与其杂交,都能使不育性恢复可育。这一类材料比较广泛,如早期发现的“Norin”3A 褐色沙逊 A、87A,20 世纪 80 年代发现的 S45AB、117AB,具有隐性上位基因、能控制不育基因育性表达的 9012AB、20118AB,有临保系的 ZWTAB,以及对温度日照反应敏感、有育性转变的湘 91A、H90SA 等。

二、按油菜核不育控制不育性的不育基因的对数分类

(一) 单基因细胞核雄性不育材料

这类材料控制不育性的基因只有 1 对,它的特点是与常规品种测交后, F_2 代可育与不育株的比例为 3:1,如褐色沙逊、87A 等。

(二) 双基因细胞核不育材料

此类材料控制不育性的不育基因为 2 对。它又分两种情况:

1. 2 对不育基因加 1 对上位基因互作控制的细胞核雄性不育材料

此类材料不育基因的表达要受到上位基因的显、隐性所左右,当上位基因同为隐性时,能抑制不育基因对育性表达。其中当杂合型的不育系与具有恢复性能的材料测交后, F_2 代可育与不育的比例会出现 61:3,当恢复材料中有 1 对恢复基因的情况下会出现 13:3,此类材料如 9012AB、20118AB。其不育体系材料又分为纯合型不育系、杂合型不育系和临保系,共同组成该类不育亲本整体。这是油菜杂种优势利用中最为理想的不育性型材料。

2. 单纯 2 对不育基因控制的细胞核雄性不育材料

此类材料与恢复系测交的组合,其 F_2 代可育株与不育株的比例分离为 15:1;但当恢复材料中只有 1 对恢复基因时, F_2 代可育与不育

株的比例就会出现 3:1 的比例。此类材料如 S45A、117A 等。它相当于有上位基因控制的纯合型不育系。此类材料在 2 对不育基因加 1 对上位基因互作控制的细胞核雄性不育材料中相当于纯合型不育系。

三、按油菜核不育表现类型分类

油菜核不育性是由核内基因控制的。一般都认为核不育株不育性彻底,育性分明,对雄蕊的育与不育而言,二者没有中间型,要么正常可育,要么彻底不育。但核不育材料中,有些材料或一些植株在某些时候会产生可育或出现个别可育雄蕊。因此,按油菜核不育的育性表现分类,全株稳定的又可分为:

(一) 完全不育型

即不育系不育株上所有的花朵表现为完全彻底不育,不受任何环境影响,也不会出现任何有粉花朵和有粉雄蕊,如 87A、S45A、117A、9012A、20118A、24A 等都是此类。它是一类优良的核不育材料。

(二) 部分可育型

又称为嵌合不育型,即有一部不育株有时会产生部分可育花朵或可育雄蕊,但没有固定的产生部位和产生时间,如宜 3A、川 7A 等。此类材料往往在材料发现选育初期出现,随着人工定向选择,有可能变成完全不育型,如 0979A、23A 等。

(三) 环境敏感不育型

这类材料不育系绝大部分或全部在生育过程中都会产生可育花,而可育花的产生受温度、日照等条件影响而变化,如湘 91A 温度在 10℃ 上、下变化时,育性随之逆转变, H90S 在高温日照下变成可育等等。