

烤烟杂种优势利用现状与前景

卢秀萍, 肖炳光, 李永平
(云南省烟草科学研究院农业研究所, 云南 玉溪 653100)

摘要: 文章分析了烤烟杂种优势利用的历史、特点、研究现状以及杂种优势利用的途径, 并提出我国烤烟杂种优势利用存在的问题和发展前景。

关键词: 烤烟; 杂种优势; 雄性不育

中图分类号: S 572.033 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-390X(2005)04-0478-04

Recent Advance and Prospect of Heterosis Utility in the Flue-cured Tobacco

LU Xiu-ping, XIAO Bing-guang, LI Yong-ping
(Agriculture Research Institute of Yunnan Tobacco Academy, Yuxi 653100, China)

Abstract: The history, characteristics, recent advance and methodology of heterosis utility in the flue-cured tobacco were reviewed. The problems and prospect of heterosis utility in the flue-cured tobacco were proposed.

Key words: flue-cured tobacco; heterosis; male sterility

烟草是自花授粉作物, 其传统品种群体是纯系品种。自花授粉作物杂种优势的利用, 自从在高粱上取得成功以来, 相继在水稻、小麦等作物上取得不同程度的成功。烤烟同其他作物一样, 种间、品种间杂交存在着不同程度的杂种优势。

1 烤烟杂种优势利用概况

18世纪中期, 德国学者科尔鲁特(J. G. KOEL-REUTER, 1761 ~ 1766) 以早熟的普通烟草(*N. tabacum*) 和晚熟的心叶烟草(*N. glufinosa*) 杂交获得了品质优良的早熟杂种一代, 这是首次在农作物中发现杂种一代具有优势的现象^[1]。20世纪前半叶, 美、日等国在烟草方面开展了杂种一代选育的研究与利用, 但由于大量制种困难, 所以当时对烟草杂种优势利用持否定意见, 未能大面积推广^[2]。

20世纪50年代初期, 美国首先在白肋烟中转育成了雄性不育系。1963年开始将白肋烟 F_1 代

杂交种应用于烟叶生产, 1967年又推广雪茄包皮烟 F_1 代杂交种, 随后意大利也开始利用杂种 F_1 生产烤烟和晒烟。20世纪70年代, 烤烟细胞质雄性不育系被用于杂交种制种, 克服了杂交制种的困难。随着育种工作者对杂种优势观念的改变、优良亲本的出现和较多的雄性不育系在烤烟上转育成功, 烤烟杂种优势的研究再度活跃起来。在1996, 1997年, 美国、巴西烤烟推荐使用11个品种中杂交种占5个, 常规品种为6个; 白肋烟杂交种有9个, 占推荐使用15个品种的2/3。2002年, 美国生产上推广的品种RGH4, RG17, RGH51, RG81, RGH51, RGH03, PVH09, NC71, NC72, NC100^[3], 其中杂交种占8个, 杂交种的种植面积已达到70%以上, 杂交品种NC71已基本替代了K326。

建国初期, 我国主产烟区病害蔓延, 缺乏丰产、优质、抗病的烤烟品种, 为恢复和发展烟叶生产, 从1950年在开始杂交选育烟草定型品种的同时, 就

收稿日期: 2004-06-05

作者简介: 卢秀萍(1970-), 女, 云南玉溪人, 助理研究员, 主要从事烤烟育种研究。

考虑到在生产中利用优良的杂种 F_1 。前山东烟草试验场 1953 年选育出第一个优良组合“益杂一号”,即(小黄金 \times 山东多叶) F_1 。随后不同的烟草科研单位和农民育种家相继育成了许多杂交组合,如许杂一号(抵字 101 \times 胎里肥)、许杂二号(抵字 101 \times 黄苗松边)、益杂七号(巴黎包皮 \times 金星)、凤杂一号(富字 64 \times 大平板)、凤杂二号(大平板 \times 云南多叶)和云杂一号(大金元 \times 寸金)等。到了 20 世纪 60 年代初期,全国各地用于生产的优良杂交种(烤烟和晒烟)已达 20 多个,在当时发挥了不同程度的增产作用,但终因品质低劣未能持久^[1]。这说明杂种 F_1 能否在生产上持久、较大面积的推广应用,主要取决于能否培育出优良的杂种 F_1 和能否解决杂交种制种的问题。我国于 1973 年开始进行雄性不育系的转育及利用研究。中国农业科学院青州烟草所以雄性不育白肋 21 为基础材料,将雄性不育性转育到烤烟品种中,选育出了 MS 金星 6007, MSG28, MSNC2326 等一批烤烟雄性不育系,为生产上利用杂种优势创造了条件。到目前为止,已有 7 个烤烟杂种 F_1 通过全国审定,即广遵 2 号(MSG28 \times K326)、中烟 9203(MSG28 \times 红花大金元)、辽烟 15(MSG28 \times 8022-1)、广遵 4 号(MSG28 \times NC82)、龙江 915(MSNC89 \times 中烟 90)、杂交 6465(MS K394 \times NC567)、贵烟 4 号(MSK326 \times 中烟 90)。但总的来说都是集中在局部地区种植,且种植面积较小。

2 烤烟杂种 F_1 遗传特点及性状表现研究进展

2.1 主要农艺性状和品质性状的优势表现

国内外学者对烟草主要农艺性状和品质性状的遗传进行了大量的研究,研究的性状有产量、产值、均价、从移栽到开花的天数、株高、叶数、叶长、叶宽、杈数、总糖量、总氮量、烟碱含量等。

1963 年 CHAPLIN^[2] 对 8 个遗传基础广泛的烤烟品种与其可能组合的 28 个杂种 F_1 在 9 个性状进行了比较,观察到大多数杂种 F_1 仅在产量、株高、节距和开花日数等方面较亲本平均表现了较小的杂种优势。在烟叶质量上,没有一个杂种 F_1 在质量上低于其最劣亲本,以 Vest5 为亲本之一所组成的全部组合(F_1),不仅产量显著高于亲本,而且均价、品质指数和烟草公司对该烟叶的利用率综合评价,有显著的质量超亲优势,这说明杂种 F_1 可以出现超过较优亲本的组合。许明辉^[4,5] 对烤烟主

要农艺性状、品质性状的杂种优势与亲子关系进行了研究,结果显示烟草杂种 F_1 的农艺性状、品质性状都表现为近中亲遗传和正、负杂种优势并存的现象。卢忠恩等人^[6] 的试验结果表明,烤烟 F_1 代在农艺性状上均表现出杂种优势,正交的 F_1 代与中亲值相关性较大且显著,反交的 F_1 代与中亲值相关性较小,烤烟品质和经济性状受细胞质遗传影响。佟道儒^[7] 认为烤烟叶数的遗传属数量遗传,叶数不同的亲本杂交, F_1 叶数受叶多亲本的影响较大,表现为 F_1 叶数介于双亲之间而偏向高值亲本, F_1 叶数的多少,与双亲叶数平均值有关^[8]。许多研究都发现^[9],烤烟杂种 F_1 代早期生长速度快,这对于某些生长季节短的烟区有重要意义。

2.2 抗病性的优势表现

烤烟杂种 F_1 与选育定型品种相比,可迅速解决低质和抗病相连锁的问题。这在 CHAPLIN 1966 年的一份研究报告中针对 TMV 及烟草病理学家 LOCUS 的专著《烟草病害》中针对霜霉病等进行过论述。惠安堂等^[9] 也认为,杂种 F_1 是解决具有显性单基因和显性多基因控制的抗病育种的有效方法。据其观察,杂交种亲本之一具有优良的农艺性状和品质性状,但抗病性较差,另一亲本则抗一种或几种病害,农艺性状和品质性状一般,杂种 F_1 常表现水平抗性明显提高,农艺性状和品质也较好。方传斌^[10] 1992 年对烤烟雄性不育杂种一代进行了比较试验,病情指数表现负优势最大(平均为 -32.96%)。说明 F_1 较推广品种 NC89 的病情指数显著低,显著提高了抗病性。卢忠恩^[6] 以净叶黄分别为父本和母本与 K326, NC89, G80 进行正交和反交,杂种一代的抗赤星病能力较 K326, NC89, G80 三个亲本强,且反交组合赤星病抗性较正交组合强。李永平等^[11] 以一个高抗 TMV 的亲本配制杂交组合,得到了两个高抗 TMV 的杂种一代 KX9902, KX9904。巫升鑫^[12] 研究表明, F_1 青枯病病指因组合不同存在优势大小和方向的明显差异,总体表现略高于中亲值而偏向于感病亲本,但优势较小,青枯病病指为简单的加性遗传。

2.3 杂种优势的预测

曾慕衡等人^[13] 研究了烤烟品种间杂种优势及其配合力,结果表明,多数组合烟叶产量性状表现出平均优势,属于双亲中间型,少数组合表现出较强的超亲优势,并发现一般配合力效应值较高的亲

本品种(NC83 和 SC72)和遗传较稳定的亲本品种(NC82 和 NC89)。许明辉^[14]认为烟草数量性状的遗传距离在一定程度上反映了品种的遗传差异,建议在杂种优势利用中选择遗传距离中等偏小的品种做亲本。研究证明^[15], F_1 代具有双亲“互补”酶带的组合并不一定具有杂种优势,但用具有多态性的同工酶综合计算品种间的遗传距离,构建杂种优势群,指导亲本选配,具有一定的实际意义。

从以上的诸多研究可以看出,烤烟主要农艺性状和品质性状的优势是普遍存在的,大多表现为中间值,但也存在一些超亲组合。这说明除选育定型品种外,只要通过对亲本配合力的分析,选择配合力高的杂交亲本,并严格鉴定杂交种的综合性状,就可获得有推广价值的优良杂种 F_1 。艾树理、佟道儒等人^[16]选育出的 G28 × 大白筋 599 杂交组合,不但抗病性强,而且烟叶品质也较好。崔昌范、金祯麟^[17]培育的 2 个烟草杂种 F_1 代的各个经济性性状比对照表现出显著的优势,尤其在抗赤星病方面表现更优。

3 烤烟杂种优势利用的途径

3.1 烤烟杂种优势利用的有利条件

利用雄性不育系配制杂交种节省人力、物力,降低杂种种子生产成本,而且可使作物杂种率达到 100%。尽管利用杂种优势的途径很多,如人工去雄、化学杀雄、标志性状的利用、自交不亲和性的利用等,但雄性不育性的利用无疑是目前应用最广泛、最有效的途径。

烤烟从其自身的植物学特点来看,具有花瓣长、花器大且构造简单以及繁殖系数高(杂交一朵花能产生 2 000 粒左右的种子,而 1 hm^2 田只栽 19 500 株左右)等特点,而且烤烟的花粉耐贮藏,便于调剂杂交和远距离采粉、异地授粉^[21]。尤其有利的是烤烟的产品是它的叶子,而不是它的种子,只要有不育系和保持系,就能使杂交种子的生产配套得以运转,这也是在烟叶生产中可以直接利用雄性不育系的原因。

3.2 雄性不育系的胞质来源及选育方法

国内外培育的烟草雄性不育系的胞质都来源于野生种。已有 8 个野生种与烟草杂交获得了雄性不育系,但野生种的不育胞质往往对烟草的经济性状产生不良影响:①降低产量和产值;②早期生长速度减慢;③还原糖含量降低,含氮总量增

加;④香吃味变差等。因而雄性不育胞质对烟草经济性性状有无不良影响是培育雄性不育系和利用杂种优势的关键问题。据比较试验,来自 *N. suaveolens* 的雄性不育胞质较好。正因为如此,美国的白肋烟、烤烟和我国烤烟的大多数雄性不育系的胞质大都来源于 *N. suaveolens* 这一野生种^[16]。胡日华^[18]以江西名优晒烟品种广丰铁骨烟群体中突变产生的雄性不育株为胞质供体,通过单株成对测交,定向选择、连续回交转育,育成了 7 个新质源雄性不育同型系,且无不育胞质的不良影响,这是首次报道的胞质来源于栽培种的烟草雄性不育系。

烤烟雄性不育系大都是通过种间杂交的方法创造出来的。以烟草属野生种为母本,利用优良栽培品种连续回交,把普通烟草的胞质换成某野生种的胞质,就有可能获得雄性不育性材料。目前在育种中使用的雄性不育系大多用此方法获得^[23]。

原生质体融合法创造雄性不育系,可大大缩短转育时间,丰富烟草不育系的遗传背景。我国孙玉合等^[20,21]1980 通过普通烟草(革新 1 号)与野生蓝烟草(*N. glauca* 叶肉原生质体诱导,获得雄性不育系 86-6,随后又转育成几个栽培品种的雄性不育系。目前用原生质体融合法创造出的雄性不育系有 10 多个^[2]。

此外,也有利用基因工程创造雄性不育系的报道,耿飒等人^[22]从调控烟株中花药激素入手,通过编码细胞分裂素的合成关键酶基因——ipt 基因在花药绒毡层中的定位表达,打破花粉发育过程中植物体内环境的激素平衡,阻碍花粉发育,从而得到雄性败育的转基因植株。国外也曾报道^[23,24],嵌入核糖核酸基因在烟草花药中表达后,选择性地破坏绒毡层细胞,从而获得雄性不育植株。

除利用雄性不育系做母本生产一代杂种外,目前在烤烟生产中,烤烟雄性不育系的直接利用越来越广泛。为了促进云南省烟草种子向产业化方向发展,自 2001 年云烟 85, K326, 红大等品种雄性不育系种子在生产上开始使用后,推广面积不断扩大,据中烟种子统计至 2003 年占种植面积的 20%,2004 年达 50%,预计至 2005 年在生产上使用的种子 100% 为雄性不育系。

4 烤烟育种目标与杂种优势利用前景

烤烟育种目标要求新品种总体上表现为“优质、适产、多抗”。多抗是烟草育种的一个重要目

标。一个品质优良的品种如果抗性不好,在生产上是难以推广的。杂种 F_1 代一般来说在抗病性和抗逆性方面优于纯系品种,在过去已有这方面成功的经验^[1,25]。烤烟杂种 F_1 代具有较强的营养生长优势,表现出生势旺,同化吸收能力强,可通过控制施氮量以控制其产量优势^[19],转化高产与品质的矛盾,同时达到提高肥料利用率的目的。

从烤烟育种目标可以看出,烤烟杂种优势利用中,首先要考虑的是如何利用烤烟的品质优势,品质性状的改良是烤烟杂种优势利用的关键和难点,在品质优势利用中亲本选配是关键的一步。从烤烟性状遗传的规律来看,烤烟的品质性状遗传主要由加性效应的多基因决定,少数研究结果是以加性效应为主、或多或少含有非加性效应。这主要是由以下原因引起的:亲本遗传多样性差,现有品种遗传基础狭窄,是导致烟草杂种优势表现较低的原因之一。亲本配合力低,影响了杂种 F_1 代的选育。

因此,利用烤烟杂种优势、尽快选育出符合烤烟育种目标的杂交种,必需开展以下几方面的研究:

(1)大力发掘、引进、培育和利用各具特点的品系材料,并将其中一些材料转育成雄性不育系。目前在烟草上利用雄性不育系的胞质大多来源于 *N. suaveolens*^[2],雄性不育胞质的单一,使杂种优势利用存在着潜在的危险。利用原生质体融合、基因工程等方法创造出对烟草各性状无不良影响的雄性不育胞质已成为当务之急。

(2)要加强杂种优势预测理论研究,筛选高配合力亲本,提高亲本选择的目的性和科学性。选育鉴定配合力高的亲本品系是一项重要的基础工作。优良性状多、缺点少的亲本固然是选择亲本的重要依据,但并非所有的优良品种都是优良亲本。例如 L8 这个品系表现性状低劣,发生一种隐性等位基因控制的不良生理性叶片斑点特性,但却广泛用于生产优良白肋烟杂种一代^[10]。所以,必须进行亲本配合力的测试比较,并加强配合力的理论研究,克服育种工作的盲目性和偶然性。

(3)利用各种分子标记分析技术研究各性状之间的遗传关系。联系所配杂交组合的田间实际表现,进行杂种优势类群的划分,为合理选配亲本提供依据。

(4)烤烟杂种优势利用在满足“优质、适产、多抗”育种目标的同时,应加强“低焦油、高香气”品种的选育,并注意在不同的生态区选育不同的品种,充分利用环境多样性的优势,生产出“多样化的烟叶产品”。因此在开展遗传规律研究时,应考虑到环境与基因的互作。

杂种优势利用自发现以来便以其旺盛的生命力迅速发展起来,并在水稻、玉米、棉花等作物上取得了成功。从其他作物杂种优势利用的经验以及国外烤烟杂种优势利用成功的事实来看,烤烟杂种品质性状的改良这一难点是可以解决的。烤烟杂种优势利用作为一个育种手段,将得到广泛的应用。

[参考文献]

- [1] 骆启章. 烟草杂种优势利用[A]. 中国农业百科全书(农作物卷)[M]. 北京:农业出版社,1991.
- [2] 陈学平. 烟草育种学[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,2003.
- [3] 张务水. 世界烟草遗传育种今昔[EB/OL]. 中国烟草科教网.
- [4] 许明辉,吴渝生. 烟草主要农艺性状的杂种优势及亲子关系分析[J]. 云南农业大学学报,1997,12(1):51-54.
- [5] 许明辉,王孟宇. 烟草品质性状在杂种一代中的遗传表现与亲子相关分析[J]. 种子,2000,(2):3-5.
- [6] 卢忠恩. 烤烟主要性状杂种一代优势的初步分析[J]. 延边大学农学院学报,1997,19(4):237-241.
- [7] 佟道儒,贾兴华. 烟草杂种后代叶数遗传的研究[J]. 中国烟草科学,1984,(3):21-22.
- [8] 牛佩兰. 烟草几个主要农艺性状的基因效应分析[J]. 中国烟草科学,1989,(1):7-10.
- [9] 肖国樱,李德清,唐传道,等. 烟草杂种优势利用的途径和方法[J]. 作物研究,1999,(4):1-3.
- [10] 惠安堂. 烤烟雄性不育杂种优势利用的研究[J]. 陕西农业科学,1995,(3):21-22.
- [11] 方传斌,方智勇. 关于烤烟细胞质雄性不育杂种优势利用问题[J]. 中国烟草,1995,(3):6-9.
- [12] 李永平,王颖宽,马文广,等. 烤烟抗普通花叶病育种研究初报[J]. 云南农业大学学报,2003,18(1):94-96.
- [13] 巫升鑫,潘建菁,陈顺辉,等. 烤烟若干农艺性状的杂种优势及其遗传分析[J]. 中国烟草学报,2001,(4):17-22.

- currence of Electron Donor Acceptor complexes in these red pigments [J]. Appl. Environ. Microbiol., 1997, 63: 2671 - 2678.
- [4] HASSAN H, ALAIN K, GÉRARD G, et al. . Medium Chain Fatty Acids affect citrinin production in the Filamentous Fungus *Monascus ruber* [J]. Appl. Environ. Microbiol. 2000, 66(3) : 1120 - 1125.
- [5] HADFIELD J R, HOLKER J S E, STANWAY D N. The biosynthesis fungal metabolites. Part II The β -oxo-lactone equivalents in rubropunctatin and monascorubin [J]. Chem. Sect, 1967, C: 751 - 755.
- [6] TURNER W B. In fungal metabolites[M]. Academic Press. London, United Kindom, 1971.
- [7] 邢来君,李明春. 普通真菌学[M]. 北京:高等教育出版社,1999.
- [8] 连喜军. 红曲色素光稳定性的研究[D]. 天津科技大学博士学位论文,2004. 20 ~ 37.
- [9] GB15961 - 1995, 食品添加剂红曲红[S].

=====

(上接第 481 页)

- [14] 曾慕衡,马守才,刘景春. 烤烟品种间杂种优势及其配合力研究[J]. 西北农业大学学报,1994,22(4): 75 - 78.
- [15] 许明辉. 烟草数量性状遗传距离与杂种优势关系的研究[J]. 遗传,1999,21(5):47 - 50.
- [16] 许明辉,马继琼,刘广田. 烟草品种间同工酶遗传距离与杂种优势关系的研究[J]. 农业生物技术学报, 1999,7(2):117 - 122.
- [17] 艾树理. 烟草杂种一代的研究利用[A]. 中国烟草学会年会集(1985 - 1986)[C]. 1987.
- [18] 崔昌范,金祯麟. 烟草杂种 F_1 利用前景[J]. 延边农学院学报,1996,18(2):111 - 114.
- [19] 胡日华,黄英金. 烤烟新质源雄性不育系的选育及应用研究初报[J]. 江西农业大学学报, 1999,21(1):22 - 24.
- [20] 戴冕,周会光,陈俊标. 广东省农科院烟草品种研究 50 年[J]. 广东农业科学, 1999,(5): 13 - 16.
- [21] 孙玉合,丁昌敏. 烟草新胞质雄性不育系 86 - 6 的创造及其利用[J]. 中国烟草学报,1999,(1):20 - 23.
- [22] 孙玉合,丁昌敏,张历历,等. 体细胞杂交快速创造烟草胞质雄性不育系的研究[A]. 烟草科学研究合作中心农学与植病学组会议论文集[C]. 2000. 70 - 74 .
- [23] 耿飒,麻密,李国凤,等. *Ipt* 基因定位表达对转基因烟草育性的影响[J]. 植物学报,2000,42(2):217 - 220.
- [24] CELESTINA MARC DE BEUCKELEER, JESSIE TRUETTNER, JAN LEEMANS, et al. . Induction of male sterility in plants by a chimaeric ribonuclease gene[J]. Nature, 1990,347:737 - 741.
- [25] MICHEL HERNOULD, SONY SUHARSONO, SIMON LITVAK, et al. . Male-sterility induction in transgenic tobacco plants with an unedited *atp9* mitochondrial gene from wheat[J]. Plant Biology, 1993,90:2370 - 2374.
- [26] 申艳霞,范景清,许亚贤,等. 烤烟雄性不育一代杂交种辽烟 15 号的选育及其特性[J]. 中国烟草, 1995,(1):5 - 9.