

烤烟主要农艺性状的遗传分析

徐 航, 刘仁祥*, 徐如宏, 袁 富, 吴祖玄

(贵州大学, 贵州省烟草品质研究重点实验室, 贵阳 550025)

摘 要: 为了快速准确地预测烤烟 F_1 的杂种优势, 促进强优势杂交组合的选育, 采用 NCII 交配设计的方法, 以 7 个烤烟品种(系)组配了 12 个杂交组合, 探讨了亲本和 F_1 一些主要农艺性状的杂种优势表现, 并对其配合力和遗传力进行了分析。结果表明, 杂种优势因性状和杂交组合的不同表现出较大的差异, 5 个性状群体中亲优势大小顺序为株高 > 叶面积 > 叶长 > 叶宽 > 叶数, 群体超亲优势除株高外均呈一定的负向; 配合力的研究选出了本研究中较理想的杂交组合及亲本, 遗传力的研究表明了各个性状选择较为可靠, 但叶宽、叶面积性状受非加性遗传的作用较为突出, 宜在较高的世代进行选择。综合各个性状的杂种优势和配合力来看, 韭菜坪 2 号×G28, 南江三号×Florda301 是较好的组合; Florda301, 韭菜坪 2 号是较好的亲本。

关键词: 烤烟; 农艺性状; 杂种优势; 品种; 配合力; 遗传力

中图分类号: S572.03

文章编号: 1007-5119 (2013) 05-0062-05

DOI: 10.3969/j.issn.1007-5119.2013.05.013

Genetic Analysis of the Main Agronomic Traits of Flue-cured Tobacco

XU Hang, LIU Renxiang*, XU Ruhong, YUAN Fu, WU Zuxuan

(Guizhou University, Key Laboratory of Tobacco Quality Research in Guizhou Province, Guiyang, 550025, China)

Abstract: In order to predict the hybrid merits of flue-cured tobacco F_1 quickly and accurately, and promote the breeding of the strong advantages of hybrid combination, we used the NCII mating design approach, with seven flue-cured tobacco varieties (strain) forming 12 cross combinations, to explore the heterosis performance of some major agronomic traits about parents and F_1 , and to analyze their combining ability and heritability. The results showed that heterosis had large discrepancy according to different traits and hybrid combinations. The five traits sort heterosis by size order: plant height > leaf area > leaf length > leaf width > number of leaves. The group traits showed a certain negative except plant height. The study of combining ability help to select the relatively ideal hybrid combinations and parents in this research. Meanwhile, the research of parental heritability showed that each trait selection was more reliable, but non-additive heritability had a prominent influence on leaf width and leaf area traits, thus, which should to be chosen in the higher generation. Considering the heterosis and combining ability of all traits, we concluded that Jiucaiping 2 × G28 with the Nanjiang 3 × Florda301 is a good combination; and Florda301 and the Jiucaiping 2 were good parents.

Keywords: flue-cured tobacco; agronomic trait; heterosis; variety; combining ability; heritability

利用杂种优势可大幅度提高作物产量和改良作物品质, 具有良好的社会效益和经济效益^[1]。烟草作为我国重要的经济作物和典型的模式植物, 在国民经济中占有十分重要的地位。然而, 目前杂种优势在烟草上的利用依然发展缓慢^[2-3], 前人对烟草农艺性状的遗传效应的研究, 主要是通过配合力分析进行估算, 对各性状的遗传效应进行全面的研

甚少, 且结果不尽相同^[4-13]。大部分研究认为, 烟草的多数农艺性状受加性和非加性效应共同控制, 以加性效应为主, 杂种优势较弱; 而配合力研究表明, 同一亲本不同性状的 GCA 有较大差异, 需根据一般配合力效应和特殊配合力方差, 来综合评价亲本的育种价值。因此, 很有必要对烤烟的杂种优势进行比较全面的研究。为了快速准确地预测 F_1

基金项目: 贵州省烟草专卖局公关项目[黔烟科(2011)02号]

作者简介: 徐 航, 男, 硕士研究生, 研究方向为作物遗传育种。E-mail: 364494342@qq.com。*通信作者, E-mail: 1525135452@qq.com

收稿日期: 2013-01-15

修回日期: 2013-03-19

的杂种优势，促进强优势杂交组合的选育和亲本的选择，本研究拟在前人研究的基础上进行烤烟主要农艺性状杂种优势、配合力遗传力分析，从而综合评价烤烟杂种组合的好坏，评估亲本的育种潜力，明确各性状的遗传规律，为烤烟农艺性状的杂种优势利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

以大叶型烤烟品种南江三号 and 韭菜坪 2 号、自育窄叶型烤烟种质 GDH94 为父本，国内推广品种 K326，NC82，Florda301，G28 为母本，根据 NC II 设计组配了 12 个杂交组合。

1.2 试验设计

于 2011 年在贵阳市花溪区磊庄晒坝贵州大学烟草试验基地配置杂交种组合，选健株收种，2012 年采用随机区组设计，每区组 19 个小区，2 次重复，每小区 4 行，每行 15 株，行距 1.1 m，株距 0.55 m，烟地的土壤肥力中等，田间管理按当地优质烤烟栽培技术实施，各项操作均按方案要求进行。

1.3 试验数据测定方法

农艺性状的测定参照中华人民共和国烟草行业标准(YC/T142—1998)进行，计算中亲优势 Hpm 和超亲优势 Hpb。杂种优势分别以双亲平均值和高亲平均值为基数计算，中亲优势 $Hpm=(F-MP) / MP \times 100\%$ ；超亲优势 $Hpb=(F-HP) / HP \times 100\%$ 。分

别计算出各杂交组合的中亲和超亲优势，并利用 Excel 和 DPS 软件进行杂种优势分析、方差分析、配合力估算和遗传力分析。

2 结果

2.1 杂种优势表现

5 个主要农艺性状的群体中亲优势和群体超亲优势的遗传分析结果见表 1，其中株高的群体中亲优势最强，12 个杂交组合中有 10 个组合表现为正向群体中亲优势，组合南江三号×Florda301，南江三号×NC82，南江三号×K326，GDH94×NC82 株高优势较强。叶长、叶宽、叶面积均表现一定的正向群体中亲优势，组合均值在 3.531%~9.129%，其中部分组合表现出较强的群体中亲优势，如南江三号×Florda301，韭菜坪 2 号×G28。叶数表现为一定的负向群体中亲优势，组合均值为-3.738%，但其中 GDH94×K326 组合也表现出较强的群体中亲优势。各性状杂种优势大小依不同的组合存在很大的差异，变幅较大，优势最强的株高性状，其群体中亲优势的变幅为-24.424%~56.148%，优势最小的叶数性状，其群体中亲优势的变幅为-13.472%~27.685%；5 个性状群体中亲优势大小顺序为株高>叶面积>叶长>叶宽>叶数，5 个性状中仅株高表现出一定的正向群体超亲优势，其余性状均表现为负向群体超亲优势，整个群体超亲优势组合均值在-8.986%~4.308%。

表 1 烤烟农艺性状杂种优势分析

Table 1 Heterosis of flue-cured tobacco agronomic traits

组合项目	叶长		叶宽		株高		叶数		叶面积	
	Hpm/%	Hpb/%	Hpm/%	Hpb/%	Hpm/%	Hpb/%	Hpm/%	Hpb/%	Hpm/%	Hpb/%
南江三号×K326	-0.465	-2.002	2.446	-0.034	24.716	14.123	-7.939	-17.266	1.931	-2.035
南江三号×NC82	0.679	-2.790	-3.350	-6.585	25.964	24.801	-10.607	-19.424	-2.814	-9.192
南江三号×Florda301	17.136	11.963	17.262	15.074	56.148	25.818	-13.472	-26.259	37.236	28.840
南江三号×G28	12.191	4.058	8.565	7.031	14.636	11.276	-17.815	-24.910	21.936	14.613
韭菜坪 2 号×K326	6.568	-0.387	2.127	-6.571	-0.859	-7.569	-0.938	-1.124	8.132	-6.932
韭菜坪 2 号×NC82	0.531	-1.299	1.805	-1.532	20.384	19.068	-5.441	-5.618	2.282	-2.810
韭菜坪 2 号×Florda301	5.862	-3.774	1.965	-6.226	12.445	-7.967	-5.339	-11.011	7.006	-9.765
韭菜坪 2 号×G28	17.403	3.733	14.789	8.891	3.354	2.348	-6.298	-7.826	33.811	12.956
GDH94×K326	-2.815	-11.319	-2.346	-12.338	-24.424	-31.119	27.685	21.805	-6.121	-22.261
GDH94×NC82	-1.945	-6.147	-0.996	-6.154	26.499	7.265	-12.118	-16.090	-3.159	-11.922
GDH94×Florda301	7.966	-4.121	5.702	-4.623	7.734	2.094	10.808	9.317	12.586	-8.554
GDH94×G28	3.672	-10.434	-5.595	-12.197	6.112	-8.448	-3.382	-9.420	-3.274	-21.358
均值	5.565	-1.877	3.531	-2.105	14.392	4.308	-3.738	-8.986	9.129	-3.202
Hpm 变幅	-2.815~17.403		-5.595~17.262		-24.424~56.148		-13.472~27.685		-6.121~37.236	
Hpb 变幅	-11.319~11.963		-12.338~15.074		-31.119~25.818		-26.259~21.805		-22.261~28.840	

2.2 不同组合间主要农艺性状的方差分析

不同组合间农艺性状的方差分析结果见表 2, 在分析过程中得到不同组合的叶长、叶宽、叶数、株高和叶面积在各个处理间有着极显著差异, 说明参试组合在这 5 个性状上存在着真实的遗传差异, 需进一步分析 5 个性状的配合力效应, 以了解各亲本对杂交 F_1 代的贡献大小。而各个性状在区组间的差异不显著, 说明环境影响造成的差异较小。

2.3 配合力方差分析

采用固定模型对烤烟的 5 个农艺性状进行配合力分析, 结果见表 3, 所研究的父本、母本 5 个农艺性状的一般配合力方差、特殊配合力方差均达到了显著或极显著水平, 说明这些性状的加性效应和非加性效应均较为重要, 既可在常规聚合育种上通过世代综合选择, 使加性效应得以稳定遗传, 也可在杂种优势利用上充分发挥各性状的显性效应的育种潜力。因此可进一步对配合力效应进行分析。

2.4 一般配合力效应值 (GCA) 分析

亲本各性状的一般配合力效应值列于表 4。从

该表可看出, 同一性状的不同亲本一般配合力差异较为明显, 同一亲本在不同性状上的表现也有很大差异, 表明不同亲本在不同性状上其加性效应大小是不同的。当以提高某一性状值作为育种目标时, 以该性状的 GCA 为正向效应的亲本为优; 反之, 则以该性状的 GCA 为负向效应的亲本为优。

当以增长叶长作为育种目标时, 以叶长为正向效应的亲本为优, 韭菜坪 2 号、Florda301 较好; 当以增宽叶宽作为育种目标时, 以叶宽为正向效应的亲本为优, G28 和韭菜坪 2 号较好; 当以改良株高作为育种目标时, Florda301、GDH94 可作为增加株高的优良亲本, 而 K326 可作为培育矮秆组合的亲本; 当以增加叶数作为育种目标时, K326 和 GDH94 较优; 而对于叶面积性状, 一般配合力效应值较大的 3 个亲本依次为: 韭菜坪 2 号、Florda301、G28, 说明在改良烤烟叶面积时, 韭菜坪 2 号、Florda301、G28 是较理想的待选亲本。综合各性状来看, 本研究中 Florda301, 韭菜坪 2 号是非常值得利用的优良亲本, 其他亲本可根据改良目的的不同而灵活选择。

表 2 农艺性状方差分析

Table 2 Analysis of variance on agronomic characters of flue-cured tobaccos

变异来源	自由度	叶长	叶宽	株高	叶数	叶面积
区组间	1	0.427	0.984	4.194	0.026	0.001
处理间	18	6.386**	9.232**	10.559**	255.5**	9.526**
误差	18	6.219	0.804	85.985	0.040	4018.636

注: *和**分别表示为差异显著 (5%) 和差异极显著 (1%) 水平, 表 3 同。

表 3 农艺性状配合力方差分析

Table 3 Analysis of variance for combing ability of agronomic characters of flue-cured tobaccos

变异来源	自由度	叶长	叶宽	株高	叶数	叶面积
P1	2	7.388**	7.309**	7.810**	70.526**	15.000**
P2	3	3.611*	8.349**	28.361**	432.486**	11.176**
P1×P2	6	3.746*	7.334**	4.868*	200.709*	10.687**
误差	11	3.270	0.756	82.954	0.036	1906.516

表 4 7 个亲本的一般配合力效应值

Table 4 The value of the seven traits GCA for the tobaccos

亲本	叶长	叶宽	株高	叶数	叶面积
南江三号	-1.790	-0.770	-1.585	0.094	-58.134
韭菜坪 2 号	1.690	0.880	-8.691	-0.601	61.444
GDH94	0.100	-0.110	10.275	0.507	-3.311
K326	-1.900	-1.337	-15.194	2.399	-81.240
NC82	0.180	-0.259	-0.574	-0.934	-7.530
Florda301	1.490	0.663	28.142	-0.834	48.830
G28	0.230	0.933	-12.374	-0.631	39.940

2.5 特殊配合力效应值 (SCA) 分析

杂种优势利用, SCA 效应是重要依据。本研究的特殊配合力效应值见表 5, 可知不同组合间以及同一组合不同性状间的 SCA 差异很大, 表明各组合非加性效应的多样性。在叶长和叶宽性状中, SCA 均排在前列的组合为韭菜坪 2 号×G28 和南江三号×Florda301; 在株高性状中, 南江三号×Florda301, GDH94×NC82 是 SCA 较高的组合, SCA 最低的组合为 GDH94×K326。在叶数性状中, GDH94×K326, 南江三号×NC82 的特殊配合力较好; 而在叶面积性状上, 特殊配合力效应变异范围非常大, 为-135.76~116.545。综合各性状来看, SCA 相对效应值较高 5 个组合依次为: 韭菜坪 2 号×G28, 南江三号×Florda301, GDH94×Florda301, GDH94×NC82, 韭菜坪 2 号×K326, 说明这些组合在育种实践中有重要的利用价值。

2.6 遗传力分析

广义遗传力是指遗传方差在表型方差中所占的比例, 由表 6 可知 5 个性状的广义遗传力大小顺序为: 叶数 > 株高 > 叶面积 > 叶宽 > 叶长, 所有性状的广义遗传力均较高, 均达到 64% 以上, 数值大, 表示由表现型选择的育种值可靠性大^[14], 受环境影响小, 通过重组育种和优势育种, 均有可能选育出农艺性状良好的品种。

狭义遗传力是指加性方差在表型方差中占的比例, 加性效应在世代传递中能够稳定遗传, 所以狭义遗传力具有重要的意义, 其大小反映了变异可以真实遗传的部分, 具有较高狭义遗传率的性状在育种中可作早代选择^[15]。由表 6 可知, 狭义遗传力的大小顺序为: 株高 > 叶数 > 叶长 > 叶面积 > 叶宽。株高狭义遗传率最高, 说明其在早期选择有一定效果。叶数和叶长居中, 而叶宽和叶面积 2 个性状的狭义遗传率较小, 且与广义遗传率相差很大, 表明这 2 个性状非加性效应的作用较突出。

3 讨 论

杂种优势研究结果表明, 杂种优势因性状和杂交组合的不同表现出较大的差异, 5 个农艺性状仅株高表现出一定的正向超亲优势, 其他性状均表现出负向超亲优势。同时株高具有较强的群体中亲优势表现, 其次是叶长、叶宽、叶面积; 叶数总体表现为一定的负向群体中亲优势; 这与王毅等^[7]和巫升鑫等^[12]的研究结果基本一致, 与杨铁钊等^[16]的研究结果存在一定差异, 可能与所用的亲本有关。综合各个性状来看, 本试验中杂交组合韭菜坪 2 号×G28, 南江三号×Florda301, GDH94×Florda301 的杂种优势较强。

通过配合力的研究表明, 亲本一般配合力效应

表 5 12 个组合特殊配合力效应
Table 5 The value of the twelve traits SCA for the tobaccos

杂交组合	叶长	叶宽	株高	叶数	叶面积
南江三号×K326	-1.703	-0.205	7.951	-1.094	-32.178
南江三号×NC82	-0.294	-1.246	-14.406	1.639	-50.835
南江三号×Florda301	2.521	1.459	15.763	-0.361	96.733
南江三号×G28	-0.524	-0.007	-9.308	-0.184	-13.721
韭菜坪 2 号×K326	1.926	-0.113	5.979	1.000	24.471
韭菜坪 2 号×NC82	-0.711	0.211	0.854	0.000	-5.040
韭菜坪 2 号×Florda301	-3.520	-2.016	-8.024	-1.200	-135.976
韭菜坪 2 号×G28	2.305	1.918	1.191	0.200	116.545
GDH94×K326	-0.223	0.318	-13.930	2.493	7.707
GDH94×NC82	1.005	1.035	13.552	-2.573	55.875
GDH94×Florda301	0.999	0.557	-7.739	0.727	39.242
GDH94×G28	-1.781	-1.911	8.117	-0.647	-102.824

表 6 5 个性状的广义遗传力和狭义遗传力
Table 6 Broad heredity and narrow heredity of the five tobaccos

项目	叶长	叶宽	株高	叶数	叶面积
广义遗传力/%	64.640	76.940	86.140	99.280	83.240
狭义遗传力/%	16.100	3.900	59.350	27.690	3.990

与其组合的特殊配合力效应没有明显的变化规律，本研究中的各个性状受加性和非加性性状共同控制。亲本可根据性状改良目的的需要，进行相关的选择和组配；而选择特殊配合力高的组合也有利于良好杂交种的获得。因此不但要全面衡量亲本的一般配合力，同时还应考虑双亲的特殊配合力，这与前人的研究基本一致^[3,8-11]。总体来说，本研究中 Florda301，韭菜坪2号是一般配合力较好的亲本，而韭菜坪2号×G28，南江三号×Florda301，GDH94×Florda301，GDH94×NC82是特殊配合力中较为理想的组合。综合各个性状的杂种优势和配合力来看，韭菜坪2号×G28，南江三号×Florda301是较好的组合；Florda301，韭菜坪2号是一般配合力较好的亲本。

遗传力的研究表明，各个农艺性状的广义遗传力均较高，说明这些性状的选择效果较好并且较为可靠，可以从中选配出较为理想的杂交组合，与许健等^[10]，李国明等^[11]，巫升鑫等^[12]和曾慕衡等^[13]多数农艺性状广义遗传力较高的研究结果基本一致。而各性状狭义遗传力的大小顺序为：株高>叶数>叶长>叶面积>叶宽。株高的狭义遗传率相对较高，表明其加性效应占主导地位。而叶宽和叶面积的广义遗传力和狭义遗传力相差较大，表明这些性状非加性遗传的作用较突出。这与国内已有的研究存在一定的差异^[11-13]，这主要与采用的遗传材料不同和试验环境的差异有关。因此，对于本试验的材料，在育种实践中，对于遗传率高的株高性状，可采用系谱法对有利变异加以固定；对于遗传率小的叶宽叶面积性状，则更适合采用轮回选择策略逐步提高有利等位基因频率，使基因加性效应得到积累。

参考文献

[1] 张天真. 作物育种学总论[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 146-147.

- [2] 曾惠宇. 烤烟经济性状杂种优势的遗传研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2008.
- [3] 王绍美, 许立峰, 付宪奎, 等. 我国烤烟杂种优势利用现状与展望[J]. 中国烟草科学, 2005, 26(1): 6-9.
- [4] 许明辉, 王孟宇, 龙文虹. 烟草主要数量性状的遗传效应分析[J]. 遗传, 2000, 22(6): 395-397.
- [5] 肖炳光, 朱军, 卢秀萍, 等. 烤烟主要农艺性状的遗传与相关分析[J]. 遗传, 2006, 28(3): 317-323.
- [6] 陈顺辉, 巫升鑫, 倪金应, 等. 烤烟主要数量性状的配合力研究[J]. 中国烟草学报, 2004(3): 25-28.
- [7] 王毅, 程君奇, 蔡长春. 白肋烟主要农艺性状的杂种优势及其遗传分析[J]. 中国烟草科学, 2009, 30(3): 28-32.
- [8] 刘仁祥, 韩孝六, 代飞, 等. 烤烟自育DH系主要农艺性状的配合力分析[J]. 湖南农业科学, 2011(11): 15-18.
- [9] 肖炳光, 张燕春, 卢秀萍, 等. 烤烟产质性状的双列杂交分析[J]. 烟草科技, 2000(6): 36-38.
- [10] 许健, 杨德, 张锦伟, 等. 烤烟亲本配合力的双列杂交分析[J]. 烟草科技, 2004(1): 29-32.
- [11] 李国明, 田丰, 李鸣. 烤烟产量及品质性状双列杂交分析[J]. 中国烟草学报, 2004(3): 25-28.
- [12] 巫升鑫, 潘建菁, 陈顺辉, 等. 烤烟若干农艺性状的杂种优势及遗传分析[J]. 中国烟草学报, 2001, 7(4): 17-21.
- [13] 曾慕衡. 烤烟品种间杂种优势及配合力研究[J]. 西北农业大学学报, 1994, 22(4): 75-79.
- [14] Chirllello N, Hickman J C, Mooney H A. Endomycorrhizal role interspecific transfer of phosphorus in a community of annual plants [J]. Science, 1982, 217(4563): 941-943.
- [15] 王洪飞, 王乃元, 李毓, 等. 新质源(CMS-FA)杂交稻产量相关性状的遗传效应与杂种优势分析[J]. 中国农业科学, 2010, 43(2): 230-239.
- [16] 杨铁钊, 丁永乐, 吴军. 烤烟主要性状的杂种优势及优势相关性分析[J]. 北京农业大学学报, 1993, 19(增刊): 139-142.