

鲜食型糯玉米果穗性状配合力及遗传效应研究

潘伟明^{1,2}, 曾慕衡¹

(1 仲恺农业工程学院 生命科学学院, 广东 广州 510225; 2 仲恺农业工程学院 科技处, 广东 广州 510225)

摘要:以8个自选糯玉米 *Zea mays* L. var. *ceratina* Kuiesh 自交系为亲本,按 Griffing 不完全双列杂交方法 II 配制组合,分析了果穗性状的配合力及遗传效应.结果表明:自交系 W7、W23、W27 果穗主要性状的一般配合力效应值均为较大正值,均表现突出,具有较大的利用潜力;同一性状不同材料间、同一材料不同性状间其配合力效应表现复杂,存在效应大小和作用方向的差异;6个性状广义遗传力大小依次为:百粒质量 > 穗长 > 鲜穗质量 > 行粒数 > 穗行数 > 穗粗,狭义遗传力大小为:穗长 > 鲜穗质量 > 穗行数 > 行粒数 > 百粒质量 > 穗粗;鲜穗质量、穗长遗传以加性基因效应为主;穗行数、行粒数、穗粗和百粒质量主要受非加性基因控制.

关键词:糯玉米; 果穗性状; 配合力; 遗传效应

中图分类号:S513.03

文献标志码:A

文章编号:1001-411X(2011)03-0032-05

Study of Combining Ability and Genetic Effects of Ear Characters in Fresh-Eatable Waxy Corn

PAN Wei-ming^{1,2}, ZENG Mu-heng¹

(1 College of Life Sciences, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China;

2 Science and Technology Department, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China)

Abstract: According to the Griffing diallel method II, 8 inbred waxy corn lines were used to parents to produce hybrid combinations. Combining ability and gene effect of main ear characters in waxy corn were studied. The results showed that the general combining ability value in main traits of W7, W23, W27 was positive value and they had high utilization potential, the effects of combining ability among different inbred lines with the same ear characters and the same inbred line with different characters were different. The order of the generalized heritability of 6 traits was as following: hundred kernel mass > ear length > fresh ear mass > kernels per row > rows per ear > ear diameter and the narrow heritability, ear length > fresh ear mass > rows per ear > kernels per row > hundred kernel mass > ear diameter. The inheritance of fresh mass and ear length were mainly controlled by additive genes, and rows per ear, kernels per row, ear diameter and hundred kernel mass, by non-additive genes.

Key words: waxy corn; ear characters; combining ability; genetics effects

糯玉米 *Zea mays* L. var. *ceratina* Kuiesh 在我国主要用作蔬菜鲜食及深加工,随着玉米内部种植结构的调整和人们饮食消费观念的转变,鲜食型糯玉米的需求量在不断增加^[1].同时,果穗性状是影响产量和商品品质的关键因素^[2].目前国内关于糯玉米的研究主要集中于产量性状的研究方面,对于果穗性状相关遗传特性研究较少.而正确选择亲本和尽早确认优良组合是杂交育种工作成败的关键^[3].本试验通过自育糯玉米自交系主要果穗性状的配合力

及其遗传特性研究,以期合理、高效地利用亲本材料,选育高产、优质糯玉米杂交种提供依据.

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料“优质糯玉米新品种选育”为课题组选育的8个遗传差异较大的糯玉米自交系 W4、W7、W8、W23、W27、W28、W34 和 W46 及配制的28个杂

收稿日期:2010-12-17

作者简介:潘伟明(1970—),男,高级实验师,硕士研究生,E-mail:pwming33@163.com

基金项目:广东省科技计划项目(2009B020408002);广东省农业科技推广专项(B3099633)

交组合.

1.2 试验设计

2009年秋季在仲恺农业工程学院教学科研基地种植8个自交系,按 Griffing II 设计配制杂交组合,2010年春季在同一块地种植亲本和相关组合. 试验地共计36个小区,3次重复,每小区行长5 m,株距0.33 m,行距0.6 m,双行种植;试验地管理略高于大田生产水平. 雌穗吐丝授粉后22 d,每小区随机选取10个代表性鲜果穗进行室内考种.

1.3 数据处理

配合力效应值及遗传参数的估算按照文献[6-9]的方法进行,并用 Excel 2003 版软件及 SAS V8.02 软件进行数据的处理.

2 结果与分析

2.1 配合力方差分析

对6个果穗性状的基因型及区组间进行方差分析,结果见表1,6个性状的区组间差异均未达0.05显著水平,而基因型间差异均达0.01极显著水平,因此可进行配合力方差分析.

表1 基因型方差和配合力方差分析¹⁾

Tab.1 The variance analysis of genotype and combining ability

| 性状 | 基因型间 | | 区组间 | | 一般配合力 | | 特殊配合力 | |
|------|--------------|---------|---------|-------|--------------|---------|------------|---------|
| | 方差 | F | 方差 | F | 方差 | F | 方差 | F |
| 鲜穗质量 | 3 266.346 ** | 7.674 | 478.388 | 1.124 | 2 380.771 ** | 16.781 | 636.586 ** | 4.487 |
| 穗长 | 19.783 ** | 10.585 | 0.689 | 0.368 | 20.399 ** | 32.745 | 1.763 ** | 2.829 |
| 穗行数 | 6.030 ** | 2.416 | 0.619 | 0.248 | 3.339 ** | 4.013 | 1.545 * | 1.857 |
| 行粒数 | 58.129 ** | 2.819 | 10.750 | 0.522 | 29.206 ** | 4.250 | 15.936 ** | 2.319 |
| 穗粗 | 0.106 ** | 2.327 | 0.003 | 0.067 | 0.038 * | 2.481 | 0.034 ** | 2.273 |
| 百粒质量 | 37.508 ** | 216.808 | 0.108 | 0.625 | 14.367 ** | 249.139 | 11.850 ** | 205.493 |

1) **表示 $\alpha=0.01$ 水平下,方差检验差异显著,*表示 $\alpha=0.05$ 水平下,方差检验差异显著; $F_{0.05(27,27)}=1.90$, $F_{0.01(27,27)}=2.51$, $F_{0.05(1,27)}=4.21$, $F_{0.01(1,27)}=7.68$.

配合力分析结果发现,6个性状的一般配合力(General combining ability, GCA)与特殊配合力(Special combining ability, SCA)均存在显著差异. 这表明不仅亲本各性状之间一般配合力存在显著或极显著差异,而且各自交系一般配合力所反映的加性基因效应和各杂交组合特殊配合力所反映的非加性基因效应对杂种各性状的表达均有重要影响.

2.2 一般配合力分析

亲本性状的配合力效应值高低,可以反映该性状在一系列杂交组合中的平均表现. 配合力效应值高,说明亲本中对该性状有利的基因位点多,加性基因效应作用强,易于稳定地遗传,从而对杂种后代的影响较大^[6-8].

一般配合力效应分析结果(表2)表明,6个性状的一般配合力均表现出正向和负向两类效应. 在参试的8个自交系中,鲜穗质量 GCA 效应值为正的自交系有 W23、W28、W27、W7,利用它们有望获得高产组合;穗长 GCA 效应值差异较大,其中 W7、W23、W28 为正值,以它们为亲本,易于配出长果穗杂交组合;W4 和 W27 的穗行数 GCA 效应值为较大正值,且与其他自交系差异较大,以它们为材料易于测配出穗行数多的组合;W7 和 W23 的行粒数 GCA 效应值为较大正值,且与其他系差异较大,以其作亲本可以增加杂交组合的行粒数;而穗粗 GCA 效应值均较小,且差异不大,其中 W23 和 W27 具有较大的 GCA 效应值,利用它们作为亲本可组配出果穗较粗的组

表2 不同自交系各性状的一般配合力相对效应值及显著性分析¹⁾

Tab.2 The effect value of general combining ability of traits in parents

| 自交系 | 鲜穗质量 | 穗长 | 穗行数 | 行粒数 | 穗粗 | 百粒质量 |
|-----|-----------|----------|----------|-----------|-------------|----------|
| W4 | -15.448 b | -1.207 d | 0.639 ab | -2.806 c | 0.004 abcd | -2.155 h |
| W7 | 13.465 a | 1.010 b | -1.472 c | 3.639 a | -0.043 cd | 1.623 b |
| W8 | -19.754 b | -1.195 d | 0.083 ab | -0.139 bc | -0.133 d | 0.051 e |
| W23 | 27.083 a | 2.541 a | -0.250 b | 2.306 ab | 0.101 ab | -1.136 f |
| W27 | 14.931 a | -0.118 c | 1.083 a | 0.028 bc | 0.105 a | 2.039 a |
| W28 | 17.358 a | 2.559 a | 0.083 ab | -0.250 bc | 0.030 abc | 0.829 c |
| W34 | -19.683 b | -2.262 a | -0.250 b | -2.750 c | -0.038 bcd | 0.506 d |
| W46 | -17.953 b | -1.328 d | 0.083 ab | -0.028 bc | -0.027 abcd | -1.758 g |

1) 同列数据后凡具有一个相同英文小写字母,表示在0.05水平差异不显著(LSD方法).

合;百粒质量 GCA 效应值差异明显,其中 W7 和 W23 具有较大正值,利用它们有望提高组合的百粒质量.综上所述,自交系 W7、W23、W27 在果穗主要性状 GCA 上均表现突出,具有较大的利用潜力.

2.3 特殊配合力分析

杂交组合的特殊配合力及评价决定于亲本基因型的非加性基因效应,即显性和上位性基因效应的高低,是杂交组合与双亲平均表现基础上预期结果的偏差,受外界环境影响较大,但可作为选配杂交组合的参考.由表 3 可以看出,鲜穗质量 SCA 效应值变异范围较大,效应值为正值的组合有 15 个,其中前 5 位的组合依次为: W23 × W46、W28 × W46、W4 × W34、W4 × W7、W4 × W8,这几个组合的果穗长度有一定的杂交优势,而试验考种结果的鲜穗质量大小顺序为 W23 × W46 > W23 × W28 > W7 × W27 > W27 × W28 > W28 × W46,这与 SCA 效应值大小并不完全一致.一个强优势的组要求亲本自交系既具有较高的一般配合力,又要有自交系组配产生的强特殊配合力,即一个杂交组合杂种优势的高低,是

亲本一般配合力效应和特殊配合力效应共同影响的结果,也就是说 F₁ 代的表现是加性效应和非加性效应共同作用的结果.

穗长、穗行数和穗粗 SCA 效应值变异范围较小,穗长 SCA 效应值前 5 位为 W28 × W46、W4 × W7、W23 × W46、W8 × W34、W7 × W8,穗行数 SCA 效应值较大的组合有 W28 × W46、W4 × W34、W4 × W7、W27 × W46、W8 × W46、W23 × W34,穗粗 SCA 效应值较大的组合有 W23 × W46、W4 × W7、W4 × W34、W28 × W34、W27 × W46.其中:W28 × W46、W4 × W7 组合的穗长与穗行数的 SCA 效应值均较大;W4 × W34、W4 × W7、W27 × W46 组合的穗行数与穗粗的 SCA 效应值也均较大.行粒数和百粒质量的 SCA 效应值变异范围较大,行粒数 SCA 效应值前几名依次为 W23 × W34 > W28 × W46 > W4 × W8 > W4 × W34 > W23 × W46,百粒质量的 SCA 效应值排序为 W27 × W46 > W7 × W8 > W4 × W28 > W23 × W28 > W27 × W34 > W28 × W34.

表 3 杂交组合各性状特殊配合力相对效应值

Tab.3 The effect value of specific combination ability in hybrid combinations

| 组合 | 鲜穗质量 | 穗长 | 穗行数 | 行粒数 | 穗粗 | 百粒质量 |
|-----------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|
| W4 × W7 | 23.384 | 1.838 | 1.381 | 1.048 | 0.242 | -0.517 |
| W4 × W8 | 18.723 | 1.077 | -0.841 | 5.492 | -0.114 | -3.405 |
| W4 × W23 | -22.273 | -0.559 | -0.508 | -8.619 | 0.120 | 1.968 |
| W4 × W27 | -1.291 | -0.201 | -1.175 | 0.659 | 0.008 | -1.806 |
| W4 × W28 | -31.235 | -1.377 | 0.492 | -3.064 | -0.234 | 3.283 |
| W4 × W34 | 23.592 | -0.356 | 1.492 | 4.769 | 0.230 | 0.546 |
| W4 × W46 | -10.901 | -0.424 | -0.841 | -0.286 | -0.253 | -0.069 |
| W7 × W8 | 18.578 | 1.194 | -0.730 | 0.381 | 0.099 | 5.297 |
| W7 × W23 | -10.762 | -1.142 | -0.397 | 0.603 | -0.142 | -1.203 |
| W7 × W27 | 9.949 | 1.049 | 0.937 | 1.881 | -0.032 | 1.176 |
| W7 × W28 | -23.541 | -0.093 | -1.397 | -0.175 | -0.072 | -0.608 |
| W7 × W34 | -8.213 | -0.706 | 0.269 | -1.008 | -0.047 | -1.485 |
| W7 × W46 | -9.396 | -2.141 | -0.064 | -2.730 | -0.049 | -2.661 |
| W8 × W23 | -16.671 | -1.837 | 0.048 | 0.048 | -0.014 | -1.891 |
| W8 × W27 | -18.525 | -0.945 | -0.619 | -2.675 | -0.046 | -4.065 |
| W8 × W28 | 1.651 | -0.721 | 0.381 | -1.064 | -0.054 | 1.677 |
| W8 × W34 | 6.252 | 1.399 | 0.714 | 0.103 | 0.047 | 1.807 |
| W8 × W46 | -10.008 | -0.168 | 1.048 | -2.286 | 0.081 | 0.578 |
| W23 × W27 | -19.865 | 0.752 | 0.381 | -2.452 | -0.206 | -0.865 |
| W23 × W28 | 10.114 | 0.859 | -0.619 | 0.492 | 0.002 | 2.177 |
| W23 × W34 | 12.698 | 0.297 | 1.048 | 6.659 | -0.108 | -1.246 |
| W23 × W46 | 46.759 | 1.629 | 0.048 | 3.269 | 0.347 | 1.058 |
| W27 × W28 | 4.539 | -1.332 | -0.619 | 1.769 | 0.079 | -5.024 |
| W27 × W34 | 17.821 | 0.022 | -0.286 | -0.730 | 0.060 | 2.166 |
| W27 × W46 | 7.371 | 0.654 | 1.381 | 1.548 | 0.136 | 8.417 |
| W28 × W34 | 5.073 | 0.779 | 0.048 | -4.119 | 0.1791 | 2.015 |
| W28 × W46 | 33.397 | 1.885 | 1.714 | 6.159 | 0.0991 | -3.521 |
| W34 × W46 | -57.222 | -1.435 | -3.286 | -5.675 | -0.3615 | -3.804 |

2.4 遗传参数估算

从各性状的广义遗传力结果(表4)来看,百粒质量、穗长、鲜穗质量3个性状广义遗传力超过70%,说明这3个性状受非遗传的影响较小,表现较稳定,采用遗传育种手段改良这些性状的潜力较大,而行粒数、穗行数、穗粗的遗传变异则主要受基因型与环境共同控制,环境因素影响相对较大,选育时应选择适宜的环境条件;由表4可见,狭义遗传力为穗

长>鲜穗质量>穗行数>行粒数>百粒质量>穗粗,除穗长狭义遗传力超过60%,其他性状的狭义遗传力都很低.狭义遗传力主要反映表型变异中加性效应引起变异的相对重要性,是加性基因效应占基因效应和环境效应的比重,其大小真正反映亲代性状遗传给子代的能力,其值越大说明该性状的遗传传递能力越强,反之则越弱.故在选育时应进行早代选择,而且应该放宽选择标准,扩大筛选范围.

表4 各性状遗传参数估算

Tab. 4 Estimate value of genetic parameter of traits in waxy corn

| 性状 | 加性方差 | 显性方差 | 遗传方差 | 环境方差 | 表型方差 | 狭义遗传力 (h_B^2)/% | 广义遗传力 (h_N^2)/% | 平均显性度 |
|------|---------|---------|----------|---------|----------|------------------------|------------------------|-------|
| 鲜穗质量 | 581.395 | 494.710 | 1076.105 | 425.627 | 1501.732 | 38.71 | 71.66 | 0.85 |
| 穗长 | 6.212 | 1.140 | 7.352 | 1.869 | 9.221 | 67.37 | 79.73 | 0.18 |
| 穗行数 | 0.598 | 0.713 | 1.311 | 2.496 | 3.807 | 15.71 | 34.44 | 1.19 |
| 行粒数 | 4.424 | 9.064 | 13.488 | 20.614 | 34.102 | 12.97 | 39.55 | 2.05 |
| 穗粗 | 0.001 | 0.019 | 0.020 | 0.045 | 0.066 | 1.60 | 30.91 | 19.00 |
| 百粒质量 | 0.839 | 11.792 | 12.631 | 0.173 | 12.804 | 6.55 | 98.65 | 14.05 |

3 讨论与结论

鲜食糯玉米因收获新鲜果穗直接上市,因此对果穗性状要求较高,果穗性状直接影响产量及分级标准和商品品质^[1-2],因此在育种实践中对亲本选育应针对市场实际需求注意对这些关键性状的选择.

在育种工作中,一般配合力的高低反映了遗传传递能力的高低,特殊配合力的大小则反映了杂交组配时互作效应的强弱.综合6个果穗相关性状的一般配合力效应值,W7、W23、W27各性状的GCA效应值均为较大正值且高于其他亲本,可以作为理想的鲜食糯玉米亲本材料,有望组配成高产、优质的杂交组合.双亲一般配合力的高低与杂交组合特殊配合力的高低没有直接的关系,而一般配合力高的两个自交系不一定组配成特殊配合力高的杂交组合,反之亦然.例如W23、W28穗长的GCA效应值为最大的两个亲本,但是W23×W28的SCA效应值,并不是最大值;W4、W34行粒数的GCA效应值为最小的两个亲本,但是W4×W34的SCA效应值为较大正值;如果两个自交系在组配的时候其位点基因间的交互作用互相抵消的话,即使是双亲的一般配合力效应值比较高,它们的组合的特殊配合力效应值也不一定就会高^[8-9],反之亦然,具有共同亲本的不同组合,其特殊配合力效应值也存在差异,表明同一亲本自交系与遗传差异较大的不同亲本自交系组合时,对于不同的组配,因遗传背景的不同而造成非加性基因效应的差异.本试验中各组合特殊配合力

效应值的大小顺序与试验考种实测值不完全一致.单纯利用一般配合力或特殊配合力并不能对亲本和其组合做出较为全面的评价,需综合一般配合力和特殊配合力选择优良的自交系及杂交种^[10-13].

在本试验中,各性状同时存在加性基因效应和非加性基因效应,但在程度上存在差异,其中穗行数、行粒数、穗粗、百粒质量以显性效应为主,平均显性度表明这几个性状都存在超显性现象,是否存在基因间的上位性效益有待于进一步的研究.鲜穗质量同时存在加性基因效应和非加性基因效应,以加性效应为主.穗长主要受加性基因控制,这与翟广谦等^[14]研究结果一致.穗行数同时存在加性和非加性基因效应,以非加性显性基因效应为主,这与沈雪芳等^[15]、翟广谦等^[14]的研究结果不同.行粒数、百粒质量的遗传以非加性效应为主,且百粒质量遗传以显性效应为主,这与郭彦等^[16]的研究结果一致.本试验还表明:穗粗也主要受非加性基因控制,可能是因为供试材料不同,关于穗行数和穗粗的遗传,与前人研究结果也不尽一致.行粒数和穗粗的遗传受环境影响较大,尤其行粒数最为明显,可能受自然环境或栽培管理措施的影响较大.

参考文献:

- [1] 吴秀峰,王晓明,乐素菊.广东省果蔬型糯玉米生产和科研的现状与发展对策[J].广东农业科学,2004,31(6):37-39.
- [2] 王晓明,曾慕衡,宋占平,等.超甜玉米鲜穗等级标准研究[J].玉米科学,2004,12(4):102-105.

- [3] 祁新,姜硕,曹丽娟,等.超甜玉米品质性状的遗传分析[J].吉林农业大学学报,2006,28(2):136-138.
- [4] 王玉兰,王庆钰,禹航,等.甜玉米主要数量性状配合力研究[J].玉米科学,1995,3(1):18-21.
- [5] 程伟东,时成俏,覃兰秋.不同来源超甜玉米种质自交系的配合力分析[J].玉米科学,2001,9(3):3-7.
- [6] 彭忠华,王国祥.甜玉米主要数量性状配合力及性状间的相关分析[J].贵州农业科学,2002,30(4):6-9.
- [7] 谢大森,何晓明.超甜玉米农艺性状的遗传分析[J].西南农业学报,2003,16(2):117-119.
- [8] 赵元增,王玉兰,赵仁贵,等.超甜型玉米可溶性总糖性状的配合力研究[J].吉林农业大学学报,2002,24(1):11-14.
- [9] 潘存生.几个玉米自交系主要数量性状的配合力分析[J].甘肃农业科技,1998(7):5-10.
- [10] 刘纪麟.玉米育种学[M].2版.北京:中国农业出版社,2002:86-101.
- [11] 刘来福,毛盛贤,黄远樟.作物数量遗传[M].北京:农业出版社,1981:142-149.
- [12] 唐燕琼.双列杂交育种法配合力效应估计及其显著性检验的SAS实施[J].热带作物学报,2003,24(2):69-76.
- [13] 翟虎渠.应用数量遗传[M].北京:中国农业出版社,2001:114-124.
- [14] 翟广谦,郭耀东,郑联寿,等.几个糯玉米自交系主要性状的配合力及遗传参数分析[J].山西农业科学,2003,31(1):11-15.
- [15] 沈雪芳,王义发,郑洪建,等.鲜食糯玉米产量性状的配合力分析[J].上海农业学报,2008,24(2):50-53.
- [16] 郭彦,杨洪双,蒋基建.黑糯玉米自交系配合力及遗传参数分析[J].延边大学农学学报,2003,25(3):180-184.

【责任编辑 李晓卉】

欢迎订阅 2012 年《华南农业大学学报》

《华南农业大学学报》是华南农业大学主办的综合性农业科学学术刊物。本刊主要报道农业各学科的科研学术论文、研究简报、综述等,设有农学·园艺·土壤肥料、植物保护、生物学、林业科学、动物科学与兽医学、农业工程与食品科学、综述、简报等栏目。本刊附英文目次和英文摘要。读者对象主要是农业院校师生、农业科研人员和有关部门的专业干部。

本刊为《中国科学引文数据库》、《中国科技论文统计源(中国科技核心期刊)》及《中国学术期刊综合评价数据库》等固定刊源,并排列在中国科学引文数据库被引频次最高的中国科技期刊500名以内。被《中文核心期刊要目总览》遴选为综合性农业科学核心期刊、植物保护类核心期刊。为美国《化学文摘》、美国《剑桥科学文摘》、俄罗斯《文摘杂志》、英国《CABI》、英国《动物学记录》、《中国生物学文摘》及国内农业类文摘期刊等多家国内外著名文摘固定刊源。

国内外公开发行,季刊,A4幅面。每期124页,定价10.00元,全年40.00元。自办发行,参加全国非邮发报刊联合征订发行,非邮发代号:6573。

订阅办法:订阅款邮汇至:300385 天津市大寺泉集北里别墅17号,全国非邮发报刊联合征订服务部。

《华南农业大学学报》编辑部