

11份糯玉米自交系穗位高配合力及遗传参数分析

熊婷^{1,2} 周捷成² 麦嘉琦² 李坪遥² 刘鹏飞² 蒋锋² 罗学梅¹

(¹广东省农业技术推广中心,广州 510520; ²仲恺农业工程学院,广东广州 510225)

摘要: 选用 11 份穗位高差异较大的糯玉米自交系,通过不完全双列杂交设计方法,对糯玉米穗位高性状进行配合力和遗传参数的分析,结果表明: 11 个亲本穗位高的一般配合力(GCA)效应差异较大,在 -19.98~36.56 之间,大小排序为: N14-1>N11-2>N9-1>N1>N47>N75>N7-1>N8>N27-1>N51>N17; 11 个自交系穗位高性状的 GCA 与其所组配的组合的特殊配合力(SCA)效应之间没有直接的相关性;穗位高性状的广义遗传率为 98.19%,表明该性状的遗传变异主要由遗传决定,受环境影响较小。狭义遗传率为 65.29%,加性效应较高,说明该性状的遗传以加性效应为主。在育种实践中,该性状可在低世代进行选择。

关键词: 糯玉米; 穗位高; 配合力; 遗传参数

玉米的穗位高是重要的农艺性状,也是影响株型的主要性状。众多学者主要从玉米植株表型 QTL 定位等方面,如王铁固等^[1]、郑克志等^[2]、尤诗婷等^[3]对株高和穗位高的相关性进行了大量的研究。兰进好等^[4]研究表明,穗位高与玉米产量、抗倒伏性、耐密性及生态适应性密切相关。李川等^[5]研究表明,玉米穗位跟抗倒伏能力密切相关,过高容易造成玉米果穗弯曲或茎秆倒伏,从而影响玉米的机械收获效率,玉米籽粒的落穗率和破碎率大幅提高;过低则不利于光合产物的运输,同时会提高病害发生率以及加剧鼠害的发生。穗位过高也会影响茎和根的生长,高穗位会导致茎和根承受更大的压力^[6]。

育种实践中,参考配合力的高低选择优良亲本自交系有重要的指导意义。其中一般配合力由基因的加性效应决定,可以稳定遗传,有利基因位点越多,一般配合力越高;基因的非加性效应决定特殊配合力,是特定组合中两亲本的等位或非等位基因间相互作用的体现,不能稳定遗传,反映出特定组合间

的杂种优势程度^[7]。为探索不同糯玉米自交系及亲本组合之间的配合力效应,提高糯玉米株型的选择效率,培育穗位高适合的理想株型的品种,故本试验通过不完全双列杂交试验,对 11 份糯玉米自交系的穗位高进行配合力和遗传参数分析,为糯玉米穗位高的改良和株型育种提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 以广东省岭南特色作物种质资源研究与利用重点实验室提供的 11 份糯玉米自交系,母本分别是 7 个自交系 N7-1、N9-1、N11-2、N14-1、N17、N27-1、N51,父本分别是 4 个自交系 N1、N8、N47、N75,根据不完全双列杂交试验设计(NCII),按照表 1 的杂交组配方式配制 28 个组合,对穗位高的配合力以及遗传参数进行分析。

1.2 试验设计 2020 年 3 月在仲恺农业工程学院梅田村试验田及广东省农业技术推广总站试验基地进行。试验地共设置 28 个试验区,根据随机区组设计原理,每小区 2 行,行长 6m,行距 0.5m,株距

表 1 不完全双列杂交设计

亲本	N7-1	N9-1	N11-2	N14-1	N17	N27-1	N51
N1	N7-1 × N1	N9-1 × N1	N11-2 × N1	N14-1 × N1	N17 × N1	N27-1 × N1	N51 × N1
N8	N7-1 × N8	N9-1 × N8	N11-2 × N8	N14-1 × N8	N17 × N8	N27-1 × N8	N51 × N8
N47	N7- × N47	N9-1 × N47	N11-2 × N47	N14-1 × N47	N17 × N47	N27-1 × N47	N51 × N47
N75	N7- × N75	N9-1 × N75	N11-2 × N75	N14-1 × N75	N17 × N75	N27-1 × N75	N51 × N75

基金项目:广东省现代种业提升项目(粤财农[2020]39号)

通信作者:罗学梅

0.25m,3次重复。各小区分别随机测量10株玉米的穗位高。试验田前茬为空茬,地力中等,试验地管理水平比大田生产水平相对较高。

1.3 数据处理 参考《玉米育种学》^[8]的方法采用Excel2010及DPS分析软件,按照NCII设计的原理和方法,进行配合力的相关分析,并根据遗传参数分析参试糯玉米自交系的遗传效应。

2 结果与分析

2.1 配合力方差分析 对11份自交系配制的28个杂交组合的穗位高进行了随机区组方差分析(表2)。结果表明,各区间组间差异未达到显著水平($P=0.39$);而28个组合间的差异达到极显著水平($P=0$),表明组合之间的性状显著差异是由遗传因素造成的,不同基因型材料间存在显著差异。

表2 穗位高的配合力方差分析

变异来源	平方和	均方	F值	P值
区组	5.81	5.81	0.77	0.39
组合	20377.23	754.71	100.71	0**
P1	1640.61	546.87	1.96	0.16
P2	13708.85	2284.81	8.18	0**
P1×P2	5027.76	279.32	37.27	0**
误差	202.34	7.49		
合计	20585.37			

*,**分别表示差异显著和差异极显著水平;P1、P2分别为亲本1、亲本2

2.2 一般配合力效应分析及比较 对试验的11个自交系亲本的穗位高一般配合力(GCA)效应值和差异显著性进行计算分析(表3)。结果表明,穗位高的GCA效应值变幅较大,为-19.98~36.56,其中N14-1、N11-2、N9-1、N1、N47和N75的

GCA效应值为正,其余效应值为负。表明部分自交系之间GCA效应差异较大,且GCA效应存在正负之分。

其中,N14-1、N11-2、N9-1和N1穗位高GCA正向效应较大,说明这4个自交系具有正向加性基因效应,以它们为亲本的杂交组合可能会提高 F_1 的穗位高度,可作为提高穗位高的优良亲本。而亲本N17、N51、N27-1和N8穗位高GCA负向效应较大,在杂交组合中可作为降低穗位高的优良亲本。

2.3 特殊配合力效应分析 通过对28个杂交组合的穗位高的特殊配合力(SCA)效应值进行分析(表4),结果表明,穗位高的SCA效应值在-30.06~23.30之间,变化幅度较大,这反映出对穗位高性状而言,用不同亲本自交系配制组合时,基因非加性效应在该性状中表现出较大差异。杂交组合中,N9-1×N75的SCA效应值为正值,并且最高;而N27-1×N75的SCA效应值为负值并且最小。

从糯玉米穗位高性状的一般配合力(表3)和特殊配合力效应(表4)可以看出,在不同的组合之间,SCA效应值会有不同的表现。11个自交系的GCA与其所组配的组合的特殊配合力(SCA)效应之间没有直接的相关性,同一自交系与不同亲本组配的特殊配合力效应差异显著;所以,在选育穗位高性状优良组合的时候,应注意结合GCA与SCA的效应值来组配亲本自交系。

2.4 遗传参数分析 对穗位高的遗传参数进行分析,结果表明(表5),穗位高的一般配合力方差贡献率(VGCA)和特殊配合力方差贡献率(VSCA)分别为66.50%和33.50%,说明,该性状主要以加性效应

表3 穗位高一般配合力效应分析

自交系	N1	N8	N47	N75	N7-1	N9-1	N11-2	N14-1	N17	N27-1	N51
GCA效应值	8.37	-12.48	3.51	0.6	-5.44	12.36	22.36	36.56	-25.97	-19.89	-19.98

表4 穗位高特殊配合力效应分析

亲本	N7-1	N9-1	N11-2	N14-1	N17	N27-1	N51
N1	-4.49	-19.43	-17.45	-2.03	14.83	16.88	11.69
N8	15.65	-6.43	-1.95	0.54	-18.68	14.41	-3.55
N47	5.02	2.55	2.54	-3.82	-13.55	-1.23	8.49
N75	-16.18	23.30	16.86	5.30	17.40	-30.06	-16.63

表5 穗位高基因型方差、配合力方差贡献率和遗传参数分析

性状	基因型方差			环境方差	配合力方差贡献率(%)		遗传率(%)	
	父本	母本	组合		VGCA	VSCA	广义遗传率(HB)	狭义遗传率(HN)
穗位高	19.11	250.69	135.91	7.49	66.50	33.50	98.19	65.29

为主。穗位高的广义遗传率(HB)为98.19%,环境方差为7.49,说明该性状主要受遗传控制,环境影响较小;狭义遗传率(HN)为65.29%,说明加性效应较高,能把遗传信息稳定传给下一代,故该性状可在早期世代进行选择。

3 讨论与结论

在育种实践中,选育优良自交系和杂交组合时,配合力是重要的考量指标^[9],能应用于选育新品种,提高育种效率等方面。已有的研究表明,合理地改良穗位高性状,对于玉米高产育种具有深远的影响^[10],郑克志等^[2]研究表明穗位高和株高需要统筹考量,只有获得理想的株型,才能获得更好的高产品种。本试验结果对糯玉米育种改良及获得合理穗位高优良性状可提供一定参考。

在对糯玉米穗位高性状进行选择的过程中,既要注意亲本基因的加性效应和利用,同时要注重亲本杂交组合之间特殊配合力效应的非加性基因效应,从而选育出适宜的穗位高性状。关于玉米穗位高的研究中,多数认为穗位高主要受到加性效应和显性效应共同作用,但是以加性效应为主^[11-12]。颜勇刚等^[13]利用主基因+多基因混合遗传模型发现穗位高受1对加性主基因+加性-显性多基因控制。许莹莹等^[14]在玉米抗倒伏研究中,利用株型差异较大的自交系进行正反交,结果表明穗位高主基因中,加性效应是大于显性效应,但穗位高多基因遗传率要大于主基因遗传,因此显性效应会大于加性效应。赵延明^[15]利用ADM模型分析基因与环境互作效应得出穗位高主要受显性基因控制,但是受环境影响较大。李博等^[16]对159份自交系进行分析时发现,在两个环境中,穗位高出现了较大差异。本试验结果与他们的研究结果出现差异,可能是由环境和试验材料的遗传差异导致的。

本研究遗传参数分析表明,穗位高性状的广义遗传率大于98%,环境方差为7.49,说明该性状的遗传变异受环境影响的因素较小;且狭义遗传率大于65%,说明该性状的加性效应较高,因此在选育

过程中可以累加,能更快获得纯合亲本,在低世代选择时效果更好。

参考文献

- [1] 王铁固,马娟,张怀胜,陈士林. 玉米穗位高的主基因+多基因的遗传模型分析. 贵州农业科学,2012,40(4): 10-13
- [2] 郑克志,李元,瞿会,闫伟,张旷野,宋茂兴,吕香玲,李凤海,史振声. 玉米株高和穗位高的QTL定位. 江苏农业科学,2015,43(5): 61-63
- [3] 尤诗婷,邓策,李会敏,吕蒙,李志敏,刘惠芬. 玉米株高和穗位高的QTL定位. 河南农业科学,2019,48(6): 20-25
- [4] 兰进好,褚栋. 玉米株高和穗位高遗传基础的QTL剖析. 遗传,2005,27(6): 925-934
- [5] 李川,乔江方,谷利敏,夏来坤,朱卫红,黄璐,刘京宝. 影响玉米籽粒直接机械化收获质量的生物学性状分析. 华北农学报,2015,30(6): 164-169
- [6] Chung J H, Woong C J, Takeo Y, 武夫山川. Diallel analysis of plant and ear heights in tropical maize (*Zea mays* L.). Journal-Faculty of Agriculture Kyushu University,2006,51(2): 233-238
- [7] 秦贵文. 玉米黄改骨干自交系利用潜力评价. 郑州:河南农业大学,2010
- [8] 刘纪麟. 玉米育种学 第2版. 北京:中国农业出版社,2002: 86-101
- [9] 赵吉春,毕长海,王丽红. 国外种质资源在白城市玉米育种中的作用. 现代农业科技,2011(17): 84-86
- [10] 蒋锋,刘鹏飞,张姿丽,王晓明. 甜玉米穗位高QTL定位. 中国农学通报,2011,27(12): 73-76
- [11] Gardner C O, Harvey P H, Comstock R E. Dominance of genes controlling quantitative characters in maize 1. Agronomy Journal, 1953, 45(5): 186-191
- [12] 霍仕平,晏庆九,许明陆,张健. 玉米主要株型数量性状的基因效应分析. 玉米科学,2001,9(1): 12-15
- [13] 颜勇刚,陆江,江瑞林,李鸿钰,程俐. 一个矮穗位自交系的主基因+多基因混合遗传模型. 四川农业科技,2022(5): 21-24,28
- [14] 许莹莹,马青美,傅经效,裴玉贺,宋希云. 玉米株高与穗位高的遗传效应分析. 青岛农业大学学报(自然科学版),2019,36(3): 171-175
- [15] 赵延明. 玉米穗位高遗传效应及其与环境互作效应分析. 玉米科学,2009,17(2): 12-14
- [16] 李博,张焕欣,杨小艳,吕颖颖,江培顺,郝转芳,吕香玲,王宏伟,翁建峰. 玉米穗位高全基因组关联分析及其候选基因预测. 作物杂志,2013(2): 27-32

(收稿日期:2022-09-19)