

文章编号: 1005-0906(2007)03-0099-04

玉米子粒灌浆速率的配合力分析

闫淑琴, 苏俊, 李春霞, 龚士琛, 宋锡章, 李国良, 扈光辉, 王明泉

(黑龙江省农科院玉米研究所, 哈尔滨 150086)

摘要: 试验选用 9 份自交系, 按格列芬双列杂交方法 II 设计。对 4 个阶段灌浆速率配合力分析并结合产量对自交系和杂交组合进行综合评价。结果表明: 第 I、II、III、IV 期灌浆速率的配合力自交系间有较大差异; 同一自交系及同一自交系的不同杂交种 4 个时期的灌浆速率也有较大差异。HR705 自交系 4 个阶段均较低; Mo17 第 I、II 期较低, 第 III、IV 期较高; HR11 前 3 期较高, 第 IV 期较低; 黄早 4 4 期均高; HR304 前两期较低, 后两期较高; 丹 340 I 期较低, 其它 3 期均高; HR112 4 期均高; K10 第 I、II 期最高, III、IV 期较低; HR106 的 4 期均较低。灌浆速率一般配合力高的自交系其特殊配合力也较高, 一般配合力低的自交系也有特殊配合力较高的组合出现, 因此有必要重视特殊配合力。

关键词: 玉米; 子粒; 灌浆速率; 配合力**中图分类号:** S513.024**文献标识码:** A

Combining Ability of Grain Filling Rate in Maize

YAN Shu-qin, SU Jun, LI Chun-xia, GONG Shi-shen, et al.

(Maize Research Department of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract: Nine inbred lines were used to mating crosses by Griffing's design 2, the combining ability of grain filling, the correlation with yield were analyzed. The main results are discussed in the following: The significant differences of combining ability of grain filling were observed among inbred lines in the four stages of grain filling. There were also have significant differences in the same inbred line and hybrid among the four stages of grain filling, inbred HR705 was lower in all of the four stages. Inbred Mo17 had lower combining ability at the stage I and stage II, but having higher combining ability at the stage III and stage IV. The combining ability of inbred HR11 was higher in the first 3 stages and lower in the last stage. Inbred Huangzaosi had higher combining ability in all of the four stages. Inbred HR304 had higher combining ability in the first 2 stages and lower combining ability in the later stages. The combining ability of inbred Dan340 was lower at the stage I and higher at other stages. The combining ability of inbred HR112 was higher in all of the four stages. The combining ability of inbred K10 was lower at the stage I and stage II, higher at the stage III and stage IV. Inbred HR106 had lower combining ability in all of the four stages. The special combining ability of filling rate was higher in the lines with higher general combining ability of filling rate. There were also many hybrids with higher special combining ability but the general combining ability of their parents was lower. We should pay much attention to special combining ability in the breeding.

Key words: Maize; Grain; Filling rate; Combining ability

玉米子粒所贮存的营养物质绝大部分是灌浆期积累的, 这是植物体“库”的建成与充实的重要时期。众多的研究表明, 玉米子粒干物质的积累决定于灌

浆时期和灌浆速度, 玉米的灌浆速率品种间有差异。以往关于玉米灌浆的研究多集中在生理特性方面, 对自交系灌浆速率的配合力测定在北方早熟春玉米区的报道很少。本研究通过对 9 个不同类型自交系子粒灌浆速率的配合力分析, 探讨自交系灌浆速率的配合力差异。

1 材料与方法

收稿日期: 2006-11-29; **修回日期:** 2007-04-09**作者简介:** 闫淑琴(1963-), 女, 高级农艺师, 主要从事玉米育种研究。Tel: 0451-86671284

E-mail: yanshuqin1963@yhoo.com.cn

试验选用 9 份不同类型自交系,按格列芬双列杂交方法Ⅱ配制 36 个杂交组合,加上 9 份自交系共 45 个基因型。自交系名称及系谱或来源见表 1。2005 年配制杂交组合。2006 年春季在黑龙江省农科院玉米研究所试验地(哈尔滨)播种,杂交组合和自交系分别种植。试验采用随机区组设计,重复 3 次。杂交组合 3 行区,行长 6 m,行距 30 cm;自交系 2 行区,行长 6 m,行距 25 cm。

表 1 自交系名称及系谱来源
Table 1 Inbred lines name and general origin

代号 Code	名称 Name	系谱或来源 General or origin
1	HR705	旅 9 × 自 330
2	Mo17	187-2 × C103
3	HR11	(Mo17 × 甸 11) × Mo17
4	黄早四	塘四平头
5	HR304	黄早四改良
6	丹 340	白骨旅 9 × 有稈玉米
7	HR112	选自美国杂交种
8	K10	(长 3 × 5003) × 长 3
9	HR106	系 14 × 安 441

在花丝未吐出前选生长健壮植株套袋,待花丝完全抽出后,人工一次充分授粉,以此作为灌浆的起始日期。自授粉第 16 天开始取样,至生理成熟(黑胚层出现)停止。每 5 d 取样 1 次,取 3 个果穗,每穗取穗中部 100 粒,待风干后在 80℃烘箱烘干至恒重称子粒干重,计算子粒灌浆速率。百粒子粒灌浆速率(g/d)=[后 1 次百粒干重(g)−前 1 次百粒干重(g)]/两次取样间隔天数(d)。子粒灌浆速率划分为 4 个阶段:授粉后 16~25、26~35、36~45 d 和授粉后 45 d 到生理成熟期分别为第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ期灌浆速率。对 4 个阶段的灌浆速率进行配合力分析,其方法按刘来福等编著《作物数量遗传》中的双列杂交方法Ⅱ分析方法进行。分析过程均在 DPS 统计软件 8.01 版上进行。

2 结果与分析

2.1 灌浆速率的方差分析

从表 2 可知,几个性状的差异均达极显著水平,表明这几个性状在供试自交系间存在遗传差异,可作配合力分析。

2.2 灌浆速率配合力的方差分析

从表 3 中可以看出,按固定模型分析的几个性状一般配合力(GCA)、特殊配合力(SCA)差异均达到极显著水平,说明这些性状的配合力效应真实存在。

表 2 灌浆速率方差分析结果
Table 2 Anova for grain filling

灌浆期 Filling stage	基因型方差 Genetic type variance	误差方差 Environment variance	F 值 F value
第Ⅰ灌浆期	0.157	0.005	33.96**
第Ⅱ灌浆期	0.181	0.023	7.85**
第Ⅲ灌浆期	0.243	0.008	30.54**
第Ⅳ灌浆期	0.171	0.020	8.41**

注:F_{0.05}=1.57, F_{0.01}=1.90;*、** 分别表示在 5%、1%水平上的显著性。下表同。

Note: F_{0.05}=1.57, F_{0.01}=1.90;*and** indicate the significant at 5% and 1% level respectively. The same as the following tables.

表 3 灌浆速率配合力方差分析结果
Table 3 Anova for the combining ability of grain filling

灌浆期 Filling stage	项目 Project	方差 Variance	F 值 F value
第Ⅰ灌浆期	GCA	0.066	42.89**
	SCA	0.049	31.97**
	误差	0.002	
第Ⅱ灌浆期	GCA	0.053	6.90**
	SCA	0.062	8.07**
	误差	0.008	
第Ⅲ灌浆期	GCA	0.084	31.67**
	SCA	0.080	30.29**
	误差	0.003	
第Ⅳ灌浆期	GCA	0.077	15.09**
	SCA	0.035	6.93**
	误差	0.005	

2.3 灌浆速率一般配合力(GCA)效应分析

从表 4 中看出,不同自交系及同一份自交系 4 个阶段的灌浆速率的配合力效应值有较大差异。自交系 HR705、HR106 的 4 个阶段灌浆速率 GCA 效应值均为负值,除了 HR106 第Ⅳ期差异未达显著外,2 个自交系其它各期差异均达显著或极显著水平。Mo17、HR304 的 GCA 相似,Ⅰ、Ⅱ期为负值,Ⅲ、Ⅳ期为正值,除 Mo17 灌浆Ⅲ期差异显著外,两自交系其它各期值差异均不显著。而 K10 正好与 Mo17、HR304 相反,即前两期灌浆速率高,后两期灌浆速率低。HR11、黄早四和 HR112 自交系,除 HR11、黄早四第Ⅳ期灌浆期为负值,并且差异不显著外,3 个自交系其它各期均为正值,黄早四表现前两期正向值显著,HR112 表现为后两期显著。丹 340 表现第Ⅰ期灌浆期负向值显著,第Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ期均正向值差异显著。HR112 的 4 期皆为正值,HR11、黄早四前 3 期均为正值。黄早四、K10 表现明显的前两期灌浆速率高,后两期减慢的趋势,其杂交组合的灌浆趋势也应是前期快后期减慢。

表 4 灌浆速率的 GCA 相对效应值结果

Table 4 Relative effect of general combining ability of grain filling

自交系代号 Inbred code	第 I 灌浆期 I stage filling rate	第 II 灌浆期 II stage filling rate	第 III 灌浆期 III stage filling rate	第 IV 灌浆期 IV stage filling rate
1	-0.100**	-0.084*	-0.083**	-0.109**
2	-0.002	-0.011	0.051*	0.008
3	0.038*	0.007	0.021	-0.022
4	0.058**	0.075*	0.030	-0.018
5	-0.029	-0.029	0.032	0.040
6	-0.044**	0.028	0.123	0.114**
7	0.028	0.030	0.063**	0.130**
8	0.145**	0.099**	-0.087**	-0.098**
9	-0.094**	-0.116**	-0.150**	-0.045
	LSD _{0.05} =0.033	LSD _{0.05} =0.074	LSD _{0.05} =0.044	LSD _{0.05} =0.060
	LSD _{0.01} =0.044	LSD _{0.01} =0.09	LSD _{0.01} =0.058	LSD _{0.01} =0.080

2.4 灌浆速率特殊配合力(SCA)效应分析

SCA 的效应值有较大差异,而同一灌浆阶段不同的组合间 SCA 效应差异更大。

从表 5 中可以看出,同一组合不同灌浆阶段以及同一自交系不同杂交组合、不同灌浆阶段,其

表 5 灌浆速率 SCA 相对效应值、单株产量及产量中亲优势

Table 5 Relative effect of special combining ability for grain filling, yield per plant and heterosis mid-parent value

组 合 Combination	第 I 期灌浆速率 I stage filling rate	第 II 期灌浆速率 II stage filling rate	第 III 期灌浆速率 III stage filling rate	第 IV 期灌浆速率 IV stage filling rate	单株产量(g) Yield per plant	产量中亲优势(%) Heterosis mid-parent value
1 × 2	0.193**	0.183	0.170**	0.132	228.9	125.5
1 × 3	0.172**	0.144*	0.279**	-0.032	170.0	74.4
1 × 4	0.082	0.035	0.332**	0.076	217.9	96.3
1 × 5	-0.035	0.160	0.322**	0.066	209.6	102.5
1 × 6	0.041	0.103	0.224**	0.030	230.0	100.6
1 × 7	-0.012	0.084	0.093	0.216**	226.5	88.1
1 × 8	0.158**	-0.005	-0.127*	0.134	173.7	80.9
1 × 9	0.047	-0.018	-0.103	-0.152	140.5	38.8
2 × 3	-0.270	-0.172	-0.244**	-0.125	177.2	68.8
2 × 4	0.167**	0.369**	0.316**	0.262**	277.0	133.8
2 × 5	0.184**	-0.150	0.212**	0.184*	245.0	120.7
2 × 6	0.076	0.246**	0.121*	0.021	268.0	119.4
2 × 7	0.024	0.118	0.200**	0.179*	253.0	97.8
2 × 8	0.020	0.096	0.100	0.014	225.0	117.4
2 × 9	0.020	-0.079	-0.203**	-0.118	121.2	11.4
3 × 4	0.034	-0.123	-0.004	-0.069	199.9	74.6
3 × 5	0.269**	0.335**	0.215**	0.172*	246.4	130.3
3 × 6	0.093	0.165	0.230**	0.278**	225.6	90.9
3 × 7	0.074	0.073	0.213**	0.111	241.7	95.1
3 × 8	0.131**	0.209**	0.213**	0.130	231.1	112.1
3 × 9	-0.031	0.095	0.029	-0.159	152.0	45.1
4 × 5	-0.143**	-0.191	-0.296**	-0.218**	200.5	61.0
4 × 6	-0.101	0.077	0.091	0.148	271.9	108.5
4 × 7	0.481**	0.355**	0.154**	-0.082	256.8	117.3
4 × 8	0.167**	-0.011	0.320**	0.138	194.2	64.2

续表 5 Continued 5

组 合	第 I 期灌浆速率	第 II 期灌浆速率	第 III 期灌浆速率	第 IV 期灌浆速率	单株产量(g)	产量中亲优势(%)
Combination	I stage filling rate	II stage filling rate	III stage filling rate	IV stage filling rate	Yield per plant	Heterosis mid-parent value
4 × 9	0.029	0.370**	-0.203**	0.140	230.9	80.4
5 × 6	0.086	0.115	0.143*	0.165*	255.6	112.1
5 × 7	0.197**	0.206	-0.140*	0.025	249.4	100.9
5 × 8	-0.041	-0.088	-0.104	-0.164*	194.8	38.1
5 × 9	0.110**	0.231*	0.252**	0.279**	248.8	103.3
6 × 7	0.069	-0.128	0.022	0.067	277.4	119.2
6 × 8	-0.005	0.176	-0.210**	-0.143	221.5	81.0
6 × 9	0.167**	0.094	0.315**	0.088	260.2	122.0
7 × 8	-0.037	-0.049	0.081	-0.001	207.6	69.6
7 × 9	0.003	-0.110	0.188**	0.167*	219.4	112.5
8 × 9	0.368**	0.313**	0.261**	0.167*	237.4	119.3
	LSD _{0.05} =0.088	LSD _{0.05} =0.197	LSD _{0.05} =0.115	LSD _{0.05} =0.159		
	LSD _{0.01} =0.117	LSD _{0.01} =0.260	LSD _{0.01} =0.153	LSD _{0.01} =0.210		

2.5 自交系灌浆速率配合力综合分析

自交系 HR705 灌浆速率的 GCA 值均为负值且较低, 但 HR705 × Mo17 组合 4 个时期灌浆速率 SCA 值均为正值, 且 I、III 期灌浆速率差异极显著, 产量的中亲优势达 125.5%, 说明虽然 HR705 灌浆速率的 GCA 较低, 但与 Mo17 的 SCA 较高。Mo17 灌浆速率的 GCA 值在 9 个自交系中位次中等偏上位置, 其中 Mo17 × 黄早四组合的 SCA 值 4 期均为正值且极显著, II、III 期灌浆速率最高, 单株产量的中亲优势达 133.8%。HR11 灌浆速率的 GCA 值在 9 个自交系中居中等偏上位置, 其中 HR11 × HR304、HR11 × K10 组合 4 个时期的灌浆速率均较高, 产量中亲优势为 130.3%和 112.1%。黄早四的 GCA 在 9 个自交系中前两期居第 2 位, 后两期居第 5 位, 其中 Mo17 × 黄早四、黄早四 × HR112 组合的 SCA 均为正值较高, 黄早四 × HR112 组合的前 3 期灌浆速率均居前列且差异极显著, 单株产量中亲优势为 117.3%。HR304 的 GCA 值第 I、II 期为负值居 6、7 位, 第 III、IV 期为正值居 4、3 位, 灌浆速率有前慢后快趋势, 其中 Mo17 × HR304、HR11 × HR304、HR304 × HR106 的 SCA 值高且差异显著。丹 340 的 GCA 值 I 期为负值居第 7 位, 后 3 期为正值居 4、1、2 位, 灌浆有较明显的前慢后快趋势, 其中 Mo17 × 丹 340、黄早四 × 丹 340、HR304 × 丹 340 的 SCA 值较高, 其产量的中亲优势分别为 119.4%、108.5%和 112.1%。HR112 的 GCA 值 4 期均为正值, I ~ IV 期依次为 4、3、2、1 位, 灌浆速率较高且有前慢后快趋势, 其中黄早四 × HR112、丹 340 × HR112、HR112 × HR106 的 SCA 值较高, 产量中亲优势分别

为 117.3%、119.2%和 112.5%。K10 的 GCA 值第 I、II 期居首位, III、IV 期居 8 位, 有明显的前快后慢趋势, 其中 Mo17 × K10、HR11 × K10、K10 × HR106 的 SCA 值较高, K10 × HR106 的 4 期 SCA 值均为正值且显著, 产量中亲优势为 119.3%。HR106 的 4 期均为负值且均居后位, 其中 HR304 × HR106、K10 × HR106 的 4 期 SCA 值均为正值且显著。说明灌浆速率一般配合力高的自交系其特殊配合力也较高, 一般配合力低的自交系也有特殊配合力较高的组合出现, 有必要重视特殊配合力。

3 结 论

配合力分析表明, 第 I、II、III、IV 期灌浆速率的配合力, 不同自交系间有较大差异, 同一个自交系间以及同一个自交系的杂交种间也有较大差异。可以对灌浆速率性状进行育种选择。灌浆速率 GCA 高的自交系, 其杂交组合的 SCA 也较高, 但 GCA 低的自交系, 也有 SCA 较高的组合出现, 重视 SCA 是有必要的。黄早四灌浆速率较高, 其次是 Mo17、HR11; HR705、HR106 灌浆速率的配合力低; 丹 340、HR112 灌浆速率配合力高。HR304 灌浆有前慢后快趋势; 而 K10 灌浆与之相反。

参考文献:

[1] 秦泰辰, 李增禄. 玉米子粒发育性状的遗传与产量性状关系的研究[J]. 作物学报, 1991, 17(3): 185-191.
[2] 王忠孝. 山东玉米[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
[3] 任忠义, 王满富, 李 洪, 等. 玉米灌浆特性的遗传研究[J]. 玉米科学, 1993, 1(4): 4-7.

(上接第 102 页)

- [4] 章履孝,颜 伟.玉米粒重、灌浆持续期、灌浆速率的遗传特性及其关系研究[J].江苏农业学报,1997,13(4):211-214.
- [5] 郭庆法,王庆成,汪黎明.中国玉米栽培学[J].上海:上海科学技术出版社,2004.
- [6] 金 益,王振华,张永林,等.玉米灌浆后期百粒重变化的品种间差异分析[J].东北农业大学学报,1998,29(1):7-10.
- [7] 李绍长,周锦瑶,盛 茜.五种基因型玉米子粒灌浆特性的研究

[J].石河子大学学报(自然科学版),1997,1(3):190-193.

- [8] 吕 新,胡昌浩,董树亨,等.紧凑型玉米掖单 22 与 SC704 子粒灌浆特性对比分析研究[J].山东农业大学学报(自然科学版),2005,36(1):70-74.
- [9] 马 冲,邹仁峰,苏 波,等.不同熟期玉米子粒灌浆特性的研究[J].作物研究,2000,4:17-19.
- [10] 刘来福,等.作物数量遗传[M].北京:农业出版社,1984.

(责任编辑:张 英)