

文章编号:1005-0906(2003)01-0012-07

玉米主要抗旱性状的配合力及遗传参数分析

I. 产量性状

于海秋¹,徐克章²,陈学求²,武志海²,姜子涟³,沈秀瑛⁴

(1. 华南农业大学生命科学学院,广州 510642; 2. 吉林农业大学农学院,长春 130118;

3. 长春师范学院生物系,长春 130032; 4. 沈阳农业大学农学院,沈阳 110161)

摘要:按 Griffing 双列杂交(IV)方法,分析了 8 个玉米自交系的穗长、秃尖长、穗粗、穗行数、行粒数、单穗重、单株产量和百粒重等与抗旱性相关的性状在雨养地和水胁迫下的 GCA、SCA 及遗传变量。结果表明:穗长、单穗重、穗行数、行粒数和单穗产量以加性基因效应为主,穗粗、百粒重以非加性基因效应为主。6221、6620、5003 及 330 能产生抗旱高产且产量性状良好的杂交组合,是有利用价值的亲本。6221×8902、6221×5003、6221×6270、6620×8902、6620×6270、6620×330、金 599×8902 和 Mo17×330 等组合可在干旱、半干旱地区示范种植。产量性状在不同水分环境下的遗传特点存在一致性,对其遗传改进和产量潜力的选择宜在无胁迫条件下进行。

关键词:玉米;自交系;产量性状;配合力;遗传参数

中图分类号: S513.03

文献标识码: A

Analysis of Combining Ability and Hereditary Parameter of Major Drought Resistance Traits in Maize

I. Yield Traits

YU Hai-qiu¹, XU Ke-zhang², CHEN Xue-qiu², WU Zhi-hai², JIANG Zi-Lian³, SHEN Xiu-ying⁴

(1. College of Life Science, South China Agriculture University, Guangzhou 510642; 2. College of Agronomy, Jilin Agriculture University, Changchun 130118; 3. Department of Biology, Changchun Normal College, Changchun 130032; 4. College of Agronomy, Shenyang Agriculture University, Shenyang 110161, China)

Abstract: The general combining ability (GCA), special combining ability(SCA) and hereditary parameter of ear length, bare top length, ear diameter, grain row number of ear, grain number of row, ear weight, yield per plant and weight of 100 grains in 8 inbred lines of maize under normal condition and water stress are analyzed based on Griffing diallel crossing (IV). The result indicated that most of those characters are majorly controlled by the effects of additive gene, ear diameter and weight of 100 grains are controlled by the non-additive gene effects. GCA of most traits in 6221, 6620, 5003 and 330 was high, they are useful inbred lines to increase yield and drought resistance. Combines 6221×8902, 6221×5003, 6221×6270, 6620×8902, 6620×6270, 6620×330, 金 599×8902 and Mo17×330 may be cultivated as demonstration in drought areas. Genetic reclamation and yield potential selection should be made under normal water condition because the hereditary characters of yield traits are similar to different water conditions.

Key words: Maize; Inbred lines; Yield traits; Combining ability; Hereditary parameter

随着灾难性气候变化的日益频繁,水匮乏问题已刻不容缓的摆到了世人面前。缺水给人类带来的最严重的影响是农业减产。玉米是世界三大粮食作物之一,也是需水较多,对干旱比较敏感的作物,选育抗旱的玉米新品种来保证干旱、半干旱

地区玉米的产量和品质意义重大。玉米育种实践表明,要较快选育出适应性强、抗逆、株型合理、高产优质的玉米新组合,首先要有相应的种质资源,其次要熟悉其主要数量遗传性状的一般配合力(GCA)、特殊配合力(SCA)和相应的遗传参数,这对合理利用优良的抗旱玉米自交系和杂交种具有重要的指导意义。鉴于干旱环境对杂种优势表现的强度有很大的影

收稿日期: 2002-10-12

作者简介: 于海秋(1971-),女,博士,从事植物逆境生理研究。

响,本试验研究正常条件和水分胁迫下与玉米抗旱性有关的产量性状差异、配合力分析及遗传规律,对所选耐旱玉米自交系进行综合评价,并以期对抗旱玉米育种工作提供可靠依据。

1 材料与方法

1.1 材料来源

选用经过抗旱筛选表现较好的 6221、6620、6270、金 599、5003、8902、Mo17、330 八个自交系,按 Griffing 双列杂交法(IV)配制 28 个杂交组合作为研究试材。

1.2 试验设计

大田种植:位于吉林农业大学试验田。采用随机区组设计,三次重复,小区面积 $5 \times 1.3 \text{ m}^2$,双行区,每小区种 30~35 株。5 月 2 日座水播种,出苗至成熟依靠自然降水。

抗旱棚种植:用于试材的干旱处理。设计同上。5 月 2 日座水播种,出苗至成熟不供水。

抗旱棚设计:铝合金骨架,中间高 3.5 m,长 12

m,宽 6 m。棚顶和两侧用整体塑料膜扣盖,用塑料扁带固定。棚两端用活动塑料膜,晴天卷起,通风排湿,保持与外界环境的一致性,干旱处理时阴雨天置下防雨。棚内四周挖槽形沟,宽 50 cm,深 60~70 cm 。用整体塑膜装入,中间填土压实,土层厚度 70 cm ,防止水分的横向移动。棚内外设温、湿度计,安放地面 1.5 m 处。

1.3 研究项目

2000、2001 连续两年测定穗长、秃尖长、穗粗、穗行数、行粒数、单穗重、单株产量和百粒重等产量相关性状。

1.4 统计方法

按照 Griffing(IV)的一般配合力(GCA)、特殊配合力(SCA)以及遗传参数的计算定义,用 EXCEL 软件对试验数据进行分析^[1]。

2 结果与分析

2.1 水分胁迫对玉米产量性状的影响

表 1 水分胁迫下玉米各组合产量因素的下降率(%)

亲本及组合	穗长	秃尖长	穗粗	穗行数	行粒数	单穗重	单株产量	百粒重
6221×6620	33.25	3.51	20.98	2.44	50.65	64.06	63.80	10.52
6221×6270	16.94	-0.06	15.32	12.16	16.71	41.24	41.32	16.31
6221×金 599	22.49	1.35	17.77	11.18	49.21	61.90	62.34	11.75
6221×5003	18.44	5.87	14.31	12.19	34.09	-16.35	40.81	17.74
6221×8902	14.70	1.44	10.32	0.00	25.06	40.07	40.68	18.57
6221×Mo17	21.57	3.46	15.14	5.30	26.26	39.32	39.92	17.56
6221×330	26.44	2.43	12.50	7.87	28.48	49.61	50.49	17.15
6620×6270	29.94	1.22	14.85	10.00	37.50	50.26	49.74	8.54
6620×金 599	20.28	4.00	15.93	8.22	40.47	48.94	49.98	8.37
6620×5003	34.20	1.12	13.29	13.13	37.96	56.19	56.96	15.20
6620×8902	29.26	0.71	2.48	7.04	39.74	57.73	58.13	20.01
6620×Mo17	15.23	2.71	8.49	3.77	32.74	44.52	45.07	8.77
6620×330	18.89	0.23	16.73	15.00	33.30	48.76	51.70	7.61
6270×金 599	22.03	0.58	14.56	5.36	29.24	47.71	48.20	12.44
6270×5003	30.54	3.26	17.56	26.25	41.90	52.05	52.59	6.72
6270×8902	28.37	2.61	21.68	20.45	36.99	55.14	56.36	17.50
6270×Mo17	34.71	0.53	17.14	14.96	43.38	69.03	72.05	13.32
6270×330	20.67	0.18	12.63	4.22	31.04	44.36	45.48	9.26
金 599×5003	31.69	0.87	20.04	18.54	40.64	45.29	66.00	14.36
金 599×8902	26.64	0.13	14.22	9.56	22.74	54.14	54.85	20.23
金 599×Mo17	12.07	0.26	11.56	5.60	38.29	48.93	50.16	16.94
金 599×330	9.26	0.37	9.75	7.28	6.23	27.88	28.63	-4.71
5003×8902	33.78	1.24	14.37	4.23	40.82	61.05	60.50	29.94
5003×Mo17	13.23	1.46	12.45	6.76	32.21	50.86	51.59	19.56
5003×330	18.48	0.91	6.36	1.18	30.14	38.17	37.86	15.58
8902×Mo17	33.41	0.34	10.98	-5.00	34.55	56.00	56.16	22.83
8902×330	33.87	0.23	10.82	7.69	35.57	42.60	42.89	-0.25
Mo17×330	23.77	0.67	10.72	-7.35	19.35	46.28	45.76	29.83

注: SI—敏感指数 $SI=(WS-CK)/CK$

表 1 结果表明,水分胁迫使玉米穗长变短,秃尖增长,穗粗降低,穗行数、行粒数下降,单穗重、单株产量及百粒重均降低,这与大多数玉米抗旱研究的结论相同^[2-4]。水分胁迫下,杂交组合的穗长下降 9.26% ~ 34.71%,穗粗下降 2.48% ~ 21.68%;除 6221×8902、8902×Mo17、Mo17×330 外,其它组合的穗行数下降 1.18% ~ 26.25%;行粒数降幅为 6.23% ~ 50.65%;水分胁迫下除金 599×330、8902×330 的百粒重略有增加外,其余组合的百粒重均下降;各组合的秃尖大幅增加,这也是干旱造成玉米产量下降的原因之一。

水分胁迫对单穗重和单株产量的影响最大。单穗重降低 27.88 ~ 69.03%(6221×5003 除外),单株产量降低 28.63% ~ 72.05%,这是水分胁迫对各产量性状影响而产生的最终结果,其中金 599×330、5003×330、6221×Mo17、6221×6270、6221×5003、6221×8902、6220×Mo17、6270×330、8902×330 和 6620×

330 的产量降幅较小,说明这些组合的抗旱性相对较强。

2.2 产量性状的配合力分析

实践证明,亲本自身的表现与其杂交后代的表现不相一致,运用配合力分析可在较早世代初步鉴定出组合和亲本的优劣,从而提高育种效率^[5,6]。

2.2.1 组合及配合力方差分析 首先对正常条件和水分胁迫下的产量性状进行方差分析,结果表明(表 2),除正常条件下的穗长没有达到显著水平外,供试亲本及 F_1 代组合间存在着显著或极显著差异。重复间差异不显著,区组方差均小于误差方差,表明本试验的环境控制较好,人为因素或环境条件对试验结果的影响甚小。配合力方差分析表明,除正常条件下的穗长、单穗重以及水分胁迫下的穗粗、百粒重的 SCA 外,其它产量性状的 GCA 和 SCA 均达到显著或极显著水平,说明这些性状由加性基因和非加性基因共同决定其性状表现。

表 2 产量性状的组合及配合力方差及 F 值

处 理	变异来源	穗 长	秃 长	穗 粗	穗 行 数	行 粒 数	单 穗 重	单 株 产 量	百 粒 重
CK	Ms	9.46	2.02	0.38	13.45	52.96	4 929.44	2 651.29	113.64
	Me	11.19	0.45	0.23	0.87	10.36	2 974.66	272.47	26.76
	F	0.85	4.49**	1.65*	15.46**	5.11**	1.66*	9.73**	4.25**
	GCAs	3.51	0.68	0.62	7.09	22.41	2 483.39	1 280.71	9.52
	F	1.88	9.07**	16.17**	48.90**	12.98**	5.01**	28.20**	2.14*
	SCAs	0.48	0.34	0.56	0.52	4.79	496.45	129.76	9.13
	F	0.26	4.53**	11.91**	3.60**	2.78**	1.00	2.86**	2.05*
WS	Ms	26.40	4.26	0.51	13.20	99.33	6 670.95	4 164.97	38.03
	Me	5.61	0.61	0.21	2.61	1.87	2 291.73	823.61	10.96
	F	4.71**	6.98**	2.43**	5.06**	53.12**	2.91**	5.06**	3.47**
	GCAs	8.19	1.92	0.18	5.65	19.59	3 731.37	1 036.78	11.26
	F	8.76**	3.15**	5.14**	12.99**	62.86**	9.77**	7.55**	4.11**
	SCAs	3.16	0.30	0.05	0.99	16.80	2 792.31	581.20	3.73
	F	3.38**	2.95**	1.43	2.28**	53.84**	7.31**	4.23**	1.36

$F_{0.05(27,84)}=1.61$

$F_{0.05(7,84)}=2.11$

$F_{0.05(20,84)}=1.69$

$F_{0.01(27,84)}=1.96$

$F_{0.01(7,84)}=2.85$

$F_{0.01(20,84)}=2.09$

2.2.2 组合一般配合力(GCA)效应分析 一般配合力是指某一自交系在某杂交后代中的平均表现,是由基因的加性效应决定的,是可遗传的部分。从表 3 可以看出,不同处理下同一自交系同一产量性状的一般配合力存在差异,同一产量性状不同自交系的一般配合力相差很大,同一自交系在不同产量性状上的表现也不一致,前者是由于环境胁迫造成的,而后二者则是由于亲本遗传特性所致。

表 3 说明,6221 在穗长、穗粗、穗行数、行粒数、单穗重、单株产量和百粒重等 7 个参试性状方面都表现出较高的 GCA,且穗行数和单株产量的 GCA 效应传达到显著或极显著水平;水分胁迫下,穗长、

穗粗、百粒重呈较小的负效应,穗行数、行粒数、单穗重、单株产量等表现出较高的 GCA,其中单穗重的 GCA 效应值达到极显著水平。这表明由 6221 组成的杂交种穗长、穗粗增加,穗行数、行粒数较多,百粒重较大,单株产量较高,同时在干旱时能保证穗行数、行粒数的稳定和较高的单株产量,是稳产优质且抗旱的良好亲本。同理,以 6620 为亲本配成的杂交种会改善行粒数性状,产量较高,抗旱能力较强,干旱胁迫下百粒重较高。5003 在穗粗、穗行数、单穗重、单株产量、行粒数等参试性状上都表现为较高的 GCA,且受水分胁迫影响较小,是稳产优质抗旱组合的良好亲本,虽然穗长和百粒重性状不佳,但未影响

其产量的增加。330 作为抗旱组合的良好亲本也有一定的利用价值。因此,要组配出稳产优质抗旱的玉米杂交种,应考虑以 6221、6620、5003 和 330 作为亲

本。供试自交系在 8 个参试性状加性效应效果方面的排序是:5003>330>6221>6620>Mo17>6270>金 599>8902。

表 3 产量性状的一般配合力效应及其显著性测定

处理	基因型	穗长	秃尖长	穗粗	穗行数	行粒数	单穗重	单株产量	百粒重
CK	6221	1.01	0.08	0.13	0.48	0.31	9.44	11.53**	0.34
	6620	0.73	-0.04	0.21	0.38	2.46**	14.99	14.54**	0.95
	6270	-0.97	-0.44*	-0.02	-0.37	-0.39	-16.02	-7.06	0.20
	金 599	-0.34	0.04	-0.46	-0.02	-0.93	-12.07	-14.01	-2.01
	5003	-0.55	-0.18	0.41*	1.21**	1.48	36.11**	18.40**	-0.56
	8902	-0.84	0.26	-1.47	1.29	-1.99	-29.12	-21.47	-0.04
	Mo17	0.39	-0.33	-0.18	-1.70	2.03*	-5.12	-8.11	2.17
	330	0.57	0.63**	0.04	1.31**	-2.96	1.80	6.19	-1.05
WS	6221	1.32*	0.59**	-0.04	0.61	0.53	37.70**	12.84	-0.15
	6620	0.07	0.45**	0.14	0.31	-1.35	-8.52	1.79	2.25*
	6270	-1.28	-1.24**	-0.21	-1.18	-0.41	-17.10	-7.45	1.26
	金 599	0.62	0.15	-0.09	-0.26	-0.41	-15.53	-9.98	-0.42
	5003	-0.87	0.30	0.27*	0.44	-0.64	29.08*	4.67	-1.53
	8902	-1.77	-0.03	-0.10	-0.87	-1.32	-27.56	-16.03	-1.93
	Mo17	0.83	-0.19	-0.14	-0.80	2.01**	-17.98	-6.14	0.09
	330	1.09	-0.04	0.16	1.76**	1.60**	11.59	23.88**	0.44

2.2.3 特殊配合力(SCA)效应分析 特殊配合力的高低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,是杂交组合与其双亲平均表现基础上的预期结果的偏差,受外界环境条件的影响较大,但它可以指导杂种优势的利用和杂交种的选育。从 28 个组合、8 个参试性状、228 个 SCA 效应值的总体来看,正常条件和水分胁迫下 SCA 达到显著水平以上的参试性状分别占试验组合性状总数比例的 2.19%和 5.26%,说明这 8 个参试性状只在极少数组合中以非加性基因效应起显著作用,其余大多数则主要受加性基因效应的作用。在参试的 28 个组合中,不同组合的任意某一性状的 SCA 效应都有很大差异。正常条件下,单株产量表现最好的是 6270×Mo17,其 SCA 效应值达到了显著水平,其次是 5003×8902、6620×8902、6620×6270、金 599×8902、6270×5003 和 6221×8902;穗行数以 6221×330、金 599×5003 为最多,相应的 SCA 效应值也达到显著或极显著水平。水分胁迫下(表 5),6221×5003、6221×8902、金 599×330、6620×Mo17、6620×6270、6621×Mo17、6221×6270 等单株产量的 SCA 值较大,6221×6270、6221×5003、6221×8902、6221×Mo17、6620×6270、6620×Mo17、金 599×8902、金 599×330 和 Mo17×330 的行粒数较多,6221×8902 的穗长最大,6221×5003 的单穗重最高,6620×8902 的穗粗最大。综合分析不同处理的 SCA 效应值,多数性状表现正向 SCA 的组合有:6221×8902、金 599×

8902、6221×6270、6221×5003、6620×8902、6620×6270、6620×330 和 Mo17×330 等。

2.2.4 产量性状配合力传递的整齐性分析 品种各产量性状一般配合力传递的整齐性与品种的利用价值有重要关系,一般用特殊配合力方差的大小来表示该性状的一般配合力传递的整齐与否。从表 6 得出,Mo17 各产量性状的 SCA 方差均较小,表明其传递整齐性好,有一定的利用价值。6270、金 599、5003、8902 和 330 的单株产量和单穗重的 SCA 方差较大,表明这些自交系遗传性状的整齐度较差,但有希望出现高配合力的高产组合;由金 599、5003 组成的组合一般出现穗粗、穗行数多的特征;由 6620、6270、5003、8902 组成的组合有望行粒数多;由 6221、6620、6270、8902 和 330 组成的组合有子粒大的倾向。水分胁迫下,由于自交系抗旱能力的差异,各产量性状的 SCA 方差发生了变化:由 6221、6620、金 599、5003 和 330 配成的组合抗旱能力较强,水分胁迫下能保证穗大高产;6221、6620、8902、Mo17 和 330 等可以改善其组合的穗长;6620、6270、5003、Mo17、330 等可以改善其组合的穗行数;6221、6270、金 599、330 等组合的行粒数最多;6270 和 330 的组合会出现较大的粒重。综合分析各自交系产量性状配合力传递的整齐性可以初步得出,可能产生抗旱高产且产量性状良好组合的自交系应选 330、6221、6620、6270 及 5003。

表 4 正常条件下产量性状的特殊配合力效应及显著性测定

杂交组合	穗长	秃尖长	穗粗	穗行数	行粒数	单穗重	单株产量	百粒重
6221×6620	-1.18	-0.70	-0.16	0.61	-0.86	-19.16	-18.42	-3.75
6621×6270	0.47	1.08**	-0.01	-0.24	-0.61	13.13	4.03	4.34
6621×金 599	0.02	0.30	0.44	-0.19	0.62	3.10	-6.52	-0.20
6621×5003	-0.38	-0.80*	-0.02	-0.62	2.52	-2.98	4.72	-2.14
6621×8902	0.94	0.02	-0.06	-0.12	0.29	16.50	9.90	0.20
6621×Mo17	0.39	-0.40	-0.19	-0.51	1.37	-13.65	2.67	0.79
6621×330	-0.26	0.49	-0.02	1.08*	-3.34	-71.95	3.62	0.75
6620×6270	0.96	-0.27	-0.07	0.06	3.44	26.21	15.69	-0.38
6620×金 599	-0.45	-0.55	0.29	-0.69	0.97	-7.18	-9.57	-0.96
6620×5003	-0.44	0.73	-0.15	-0.52	-4.42	-34.40	-15.06	1.86
6620×8902	0.79	0.23	0.04	0.18	1.24	25.97	16.67	2.85
6620×Mo17	-0.56	-0.11	-0.05	0.99	-0.48	-6.89	0.26	-2.75
6620×330	0.89	0.67	0.10	-0.62	0.12	-59.55	10.32	3.15
6270×金 599	-0.09	-0.26	0.42	-0.54	-0.88	11.72	6.77	1.39
6270×5003	0.67	-0.11	-0.10	0.23	1.12	2.79	11.04	-0.33
6270×8902	-2.48	-0.70	-0.27	-0.07	-4.81	-54.89	-52.44	-3.63
6270×Mo17	0.36	0.15	0.02	-0.16	1.07	0.12	20.53*	0.21
6270×330	0.11	0.11	0.00	0.73	0.66	-74.07	-5.94	-1.59
金 599×5003	0.92	0.36	0.51	1.68**	-0.84	-0.37	6.21	-2.06
金 599×8902	0.40	0.99**	0.52	-0.02	-0.28	17.16	14.31	3.64
金 599×Mo17	-0.12	-0.19	0.41	0.19	0.51	-9.70	2.05	1.08
金 599×330	-0.68	-0.65	0.41	-0.42	-0.11	-89.75	-13.25	2.87
5003×8902	0.22	-0.23	-0.11	-0.66	2.22	4.76	16.86	2.51
5003×Mo17	-0.82	0.22	-0.14	0.36	-1.79	42.66	-24.30	-2.59
5003×330	-0.15	-0.18	0.02	-0.46	1.19	-87.47	0.52	2.17
8902×Mo17	0.27	0.23	-0.03	0.06	-0.42	-14.91	-5.78	-0.60
8902×330	-0.14	-0.54	-0.09	0.64	1.76	-96.84	0.16	-5.56
Mo17×330	0.50	0.10	-0.02	-0.94	-0.26	2.37	4.57	3.95

表 5 水分胁迫下产量性状的特殊配合力效应及显著性测定

杂交组合	穗长	秃尖长	穗粗	穗行数	行粒数	单穗重	单株产量	百粒重
6221×6620	-3.12	-0.66	-0.36	1.40	-5.69	-73.17	-40.69	-2.68
6621×6270	1.98	-0.14	0.21	-0.12	6.83**	3.93	22.81	2.39
6621×金 599	-1.06	0.67	-0.02	-0.53	-6.93	-61.58	-35.06	0.08
6621×5003	0.87	-0.53	0.13	-0.68	2.80**	172.04**	27.35	-1.39
6621×8902	3.51**	0.81	0.17	0.58	3.58**	12.04	27.81	1.05
6621×Mo17	-0.20	-0.04	-0.14	-0.99	3.50**	0.83	23.50	1.72
6621×330	-1.99	-0.11	0.01	0.35	-4.09	-54.16	-25.70	-1.16
6620×6270	0.36	-0.61	0.07	0.68	3.55**	32.52	23.80	-1.02
6620×金 599	0.10	0.63	-0.17	0.33	-0.90	20.11	8.94	-1.24
6620×5003	-1.68	0.47	-0.04	-0.53	-0.18	-36.24	-10.71	1.02
6620×8902	0.98	-0.12	0.53*	0.08	1.06	13.67	3.48	0.69
6620×Mo17	1.57	0.21	0.18	0.86	2.46**	39.19	25.43	0.28
6620×330	1.77	0.08	-0.21	-2.15	-0.32	3.85	-9.61	2.86
6270×金 599	0.01	-0.54	0.17	1.00	1.27	25.89	16.11	-0.32
6270×5003	0.08	0.85	-0.05	-1.15	-1.26	-11.84	8.67	2.72
6270×8902	-1.01	0.13	-0.46	-1.14	-4.23	-20.07	-25.77	-3.23
6270×Mo17	-2.13	-0.19	-0.01	-0.91	-4.31	-31.88	-37.67	1.44
6270×330	0.71	0.49	0.07	1.63	-1.85	1.39	-7.30	-1.98
金 599×5003	-1.47	-0.27	-0.16	0.63	-2.16	-54.38	-28.94	-1.85
金 599×8902	-0.01	0.09	0.04	-0.26	4.13**	15.13	6.12	1.54
金 599×Mo17	1.20	0.40	0.08	0.03	-2.61	17.97	7.38	0.52
金 599×330	1.23	-0.98	0.06	-0.53	7.20**	37.24	25.47	1.17
5003×8902	-0.35	-0.38	-0.13	0.34	-0.1	-34.07	-7.47	-0.57
5003×Mo17	1.63	-0.26	-0.04	0.48	0.47	-31.51	-7.58	-1.19
5003×330	0.93	0.11	0.30	0.92	0.43	-3.62	18.71	1.26
8902×Mo17	-1.31	-0.53	0.00	0.58	-1.30	1.47	-6.88	-0.06
8902×330	-1.82	0.00	-0.16	-0.10	-3.14	11.77	2.72	0.52
Mo17×330	-0.76	0.41	-0.07	-0.04	1.78**	3.53	-4.16	-2.72

表 6 各自交系产量性状 SCA 的方差

处理	基因型	穗长	秃尖长	穗粗	穗行数	行粒数	单穗重	单株产量	百粒重
CK	6221		0.40	0.01	0.26	2.06	619.08	51.92	2.74
	6620		0.26	0.00	0.30	4.37	679.70	176.88	2.65
	6270		0.25	0.01	0.04	5.05	1 170.82	568.30	2.41
	金 599		0.28	0.19	0.52	-0.91	1 027.23	62.66	1.25
	5003		0.18	0.02	0.60	4.54	1 369.14	176.25	1.30
	8902		0.26	0.03	0.03	4.07	1 899.69	570.21	8.25
	Mo17		0.00	0.01	0.27	-0.54	-17.20	141.77	1.63
	330		0.18	0.00	0.51	1.26	6 136.69	20.76	8.36
WS	6221	4.53	0.22	0.01	0.33	29.19	6 654.72	822.15	1.85
	6620	2.43	0.16	0.06	1.00	8.61	1 326.15	413.59	1.73
	6270	0.91	0.20	0.02	0.90	16.81	232.46	478.59	3.59
	金 599	0.26	0.31	-0.01	-0.01	21.54	1 317.02	410.08	-0.01
	5003	0.80	0.17	0.03	0.25	2.16	5 719.10	258.73	1.33
	8902	2.46	0.10	0.07	0.00	9.82	59.21	151.88	0.98
	Mo17	1.46	0.04	-0.02	0.16	7.89	328.92	351.36	0.84
	330	1.53	0.15	0.00	1.04	13.93	431.87	290.55	2.49

2.3 产量性状的遗传参数估算

表 7 结果表明:加性基因方差占遗传方差的比例大小是穗长>穗行数>单株产量>单穗重>行粒数>秃尖长>穗粗>百粒重,非加性方差占遗传基因方差的比例大小正好相反;在单株产量的遗传方差中,加性基因方差约占 77.68%,非加性基因方差仅占 22.32%,说明参试自交系中,杂种优势主要表现为加性基因方差为主,而这种优势归根于自交系配子的加性效应所生产的 GCA;穗长、穗行数、单穗重和行粒数的加性基因方差分别占其遗传方差的 85.16%、81.57%、60.16%和 59.44%,加性基因效应明显。秃尖长、穗粗和百粒重的杂种优势一般表现为

非加性基因方差为主,而这种优势归根于自交系配子的非加性效应所产生的 SCA。从基因型方差与环境方差的比例上来看,穗粗(2.378)、穗行数(2.313)和单株产量(1.813)的基因型方差大于环境方差,说明它们受环境影响较小,而其它产量性状,特别是穗长(0.106)和百粒重(0.294)受环境影响较大。从广义遗传力上分析,穗粗>穗行数>单株产量>行粒数>单穗重>百粒重>穗长;而狭义遗传力为穗行数>单株产量>百粒重>行粒数>单穗重>穗长>穗粗。除穗行数(56.96%)和单株产量(50.06%)外,其它产量性状的狭义遗传力都小于 50%,说明这些性状不易在早代进行选择。

表 7 产量性状群体遗传参数的估计值

处理	项目	穗长	秃尖长	穗粗	穗行数	行粒数	单穗重	单株产量	百粒重
CK	$\delta^2_{d_i}$	1.010	0.114	0.020	1.642	5.874	662.314	383.650	0.130
	$\delta^2_{h_i}$	0.176	0.334	0.527	0.371	4.008	438.623	110.220	7.745
	$\delta^2_{g_i}$	1.186	0.448	0.547	2.013	9.882	1 100.937	493.870	7.875
	$\delta^2_{a_i}$	11.190	0.450	0.230	0.870	10.360	2 974.660	272.470	26.760
	$\delta^2_{p_i}$	12.376	0.898	0.777	2.883	20.242	4 075.597	766.340	34.635
	$h^2B(\%)$	9.583	49.889	70.399	69.823	48.819	27.013	64.445	22.737
	$h^2N(\%)$	8.161	12.695	2.574	56.955	29.019	16.251	50.063	37.500
	$V_{g_i}(\%)$	85.160	25.446	3.656	81.570	59.441	60.159	77.680	1.651
	$V_{sc_i}(\%)$	14.840	74.554	96.344	18.430	40.559	39.841	22.320	98.349
	$\delta^2_{d_i}$	1.676	0.540	0.044	1.554	0.930	313.020	151.860	2.510
	$\delta^2_{h_i}$	2.979	0.825	0.041	0.704	16.112	2 778.121	141.660	2.440
	$\delta^2_{g_i}$	4.655	0.610	0.085	2.258	17.042	3 091.141	293.520	4.950
	WS	$\delta^2_{a_i}$	5.610	1.435	0.210	2.610	1.870	2 291.730	823.610
$\delta^2_{p_i}$		10.265	57.491	0.295	4.868	18.912	5 382.871	1 117.130	15.910
$h^2B(\%)$		45.348	37.631	28.814	46.385	90.112	57.426	26.274	31.113
$h^2N(\%)$		16.327	64.455	14.915	31.923	4.918	5.815	13.594	15.776
$V_{g_i}(\%)$		36.004	65.445	51.765	68.822	5.457	10.126	51.783	50.707
$V_{sc_i}(\%)$		63.996	34.545	48.235	31.178	94.543	89.894	48.262	49.293

注: $\delta^2_{d_i}$ -加性方差; $\delta^2_{h_i}$ -非加性方差; $\delta^2_{g_i}$ -基因型方差; $\delta^2_{a_i}$ -环境方差; $\delta^2_{p_i}$ -表现型方差; $h^2B(\%)$ -广义遗传力; $h^2N(\%)$ -狭义遗传力; $V_{g_i}(\%)$ -加性方差/基因型方差 $\times 100\%$; $V_{sc_i}(\%)$ -非加性方差/基因型方差 $\times 100\%$

分析水分胁迫下各产量性状的遗传参数估计值得出, 遗传基因方差中的加性方差和非加性方差的比例发生了变化, 单株产量、穗粗、穗行数及百粒重的杂种优势表现为加性方差为主, 其它产量性状的杂种优势表现为非加性方差占主导。大多数产量性状受环境的影响较大。各产量性状的广义遗传力大小依次是: 行粒数>单穗重>穗行数>穗长>百粒重>穗粗>单株产量; 狭义遗传力大小依次为: 穗行数>穗长>百粒重>穗粗>单株产量>单穗重>行粒数。

3 讨论

Trapani 等研究发现, 玉米基因型间存在着广泛的抗旱遗传变异。不同水分梯度控制下的玉米单株产量的遗传以加性效应为主^[7], 在水浇和中等水分胁迫下子粒产量的选择与干旱环境中的选择一样有效, 可取得良好供水环境下较大的遗传进展^[8]; Blum (1989)、Edmeades (1993) 认为干旱条件下子粒产量的遗传力降低, 选择效果不大^[9,10]; Bolanos 等人 (1993) 解释产生该现象的原因是由于随着试区干旱胁迫的加剧, 代表子粒产量遗传力的遗传方差比环境方差降低得更快, 同时次级农艺性状干旱时的适应值和交互作用也影响了产量选择效果^[11]。

鉴于众多学者对于玉米抗旱性遗传研究是在正常条件还是干旱条件下进行更为有效存在异议, 本文同时进行了两种环境下与玉米抗旱性有关的产量性状配合力和遗传特点研究, 结果表明:

产量指标一般配合力以 6221、6620、5003 和 330 表现较好, 这 4 个自交系在提高产量和抗旱性上具有较高的利用价值。产量性状特殊配合力均较好的组合有 8 个, 为 6221×8902、金 599×8902、6221×6270、6221×5003、6620×8902、6620×6270、6620×330 和 Mo17×330, 应加强这些组合的应用。

玉米产量以加性基因效应为主, 占其遗传方差的 77.68%; 与产量相关的性状如穗长、穗行数、单穗重和行粒数的加性方差分别占其遗传方差的 85.16%、81.57%、60.16% 和 59.44%, 加性效应明显, 这种优势归根于自交系配子的加性效应所生产的 GCA。由于水分胁迫的影响, 产量和与产量有关的性状的遗传方差比环境方差变化更为强烈, 遗传方差中的加性和显性份量的比例也发生了变化。

综合分析认为, 产量性状本身在不同水分环境下的遗传特点存在一致性, 对其遗传改进和产量潜力的选择宜在无胁迫条件下进行, 以避免水分胁迫对其产量的影响而引起研究误导。

参考文献:

- [1] 刘来福, 毛盛贤, 等编著. 作物数量遗传[M]. 北京: 农业出版社, 1984. 206-284.
- [2] 罗淑平. 玉米抗旱性及鉴定指标的相关分析[J]. 干旱地区农业研究, 1990, 8(3): 72-78.
- [3] 陈 军. 干旱对不同耐性玉米品种光合作用及产量的影响[J]. 作物学报, 1996, 22(6): 757-762.
- [4] 谢勤成译. 玉米某些干旱适应性状的遗传. I. 产量、开花及每株果穗数间的相互关系[J]. 国外作物育种, 1993, (3): 28-29.
- [5] 加 耶, 吴子恺. 玉米几个与产量和抗旱性有关性状的遗传研究[J]. 玉米科学, 1998, 6(1): 4-8.
- [6] 张 彪, 于香云, 等. 十个玉米自交系与省外系的配合力分析及利用[J]. 玉米科学, 1996, 4(2): 5-10.
- [7] 王泽立, 等. 玉米抗旱性遗传与育种[J]. 玉米科学, 1998, (3): 9-13.
- [8] Johnson E.C. et al. Recurrent selection for reduced plant height in cowland tropical maize[J]. Crop sci. 1986, 26(2):253-260.
- [9] Blum.A. Plant under stress[J]. Cambridge University press, 1989, 320-351.
- [10] Elmeades G.O. et al. Causes for silk delay in a lowland tropical maize population[J]. Crop sci. 1993, 33(5): 1029-1035.
- [11] Balanes J. et al. a, b, c. Eight cycles of selection for drought tolerance in tropical maize[J]. Field crop Res. 1993, 31(3-4): 233-268.