

文章编号: 1005-0906(2003)03-0018-05

玉米主要抗旱性状的配合力及遗传参数分析

Ⅲ. 生育时期

于海秋¹, 徐克章², 陈学求², 沈秀瑛³

(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. 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 个玉米自交系的播种至散粉期日数、播种至吐丝期日数和散粉至吐丝间隔在雨养地和水分胁迫下的 GCA、SCA 及遗传变量。结果表明: 三者均以加性基因效应为主, 选择时 GCA 较为重要; 水分胁迫对生育时期的影响较大, 对其遗传改进和选择应在正常条件下进行。

关键词: 玉米; 自交系; 抗旱力; 配合力; 遗传参数; ASI

中图分类号: S513.011

文献标识码: A

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

Ⅲ. Development Stages

YU Hai-qiu¹, XU Ke-zhang², CHEN Xue-qiu², SHEN Xiu-ying³

(1. College of Life Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;

2. College of Agronomy, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China;

3. College of Agronomy, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: The general combining ability (GCA), special combining ability (SCA) and hereditary parameter of days from seeding to flowering time, days from seeding to silking time and ASI in 8 inbred lines of maize under normal condition and water stress are analyzed based on Griffing diallel crossing (Ⅳ). The result indicated that those traits are majorly controlled by additive gene efficiency. Genetic reclamation and selection should be made under normal water condition for water stress affection violently.

Key words: Maize; Inbred lines; Drought resistance; Combining ability; Hereditary parameter; ASI

目前, 玉米抗旱性鉴定和抗旱育种常用散粉期、吐丝期和 ASI 作为其性状指标, 特别是 ASI(Anthesis-Silking Interval), 即散粉至吐丝的间隔^[1~3]。本试验系统研究水分胁迫对玉米生育时期的影响及其遗传规律, 为玉米抗旱育种提供参考, 并对所选耐旱玉米自交系进行评价。

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 和 330 这 8 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。

收稿日期: 2003-02-14

作者简介: 于海秋(1971-), 女, 博士, 从事植物逆境生理研究。

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, 3 次重复, 小区面积 5 m × 1.3 m, 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。用整体塑料膜装入, 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 连续两年观测播种至散粉期日数、播种至吐丝期日数和散粉至吐丝间隔。

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^[4]。

2 结果与分析

2.1 水分胁迫对玉米生育时期的影响

表 1 表明,水分胁迫下,播种至散粉期日数、播种至吐丝期日数和 ASI 均增加,增加幅度因自交系和组合的不同而不同。对于自交系而言,耐旱性强的

自交系延迟时间短,耐旱性弱的自交系反之。各组合的播种至散粉期日数对水分胁迫的敏感指数为 0.001 ~ 0.099,散粉期延迟 0.1 ~ 8.1 d;播种至吐丝期日数对水分胁迫的敏感指数为 0.001 ~ 0.122,吐丝期延迟 0.1 ~ 8.3 d;ASI 对水分胁迫的敏感指数较大,为 0 ~ 1.050,ASI 延迟 0 ~ 2.1 d。由此可见,水分胁迫对各组合的生育时期的影响存在差异,影响最小的为 6270×Mo17,生育时期延迟天数分别为 0.1 d、0.1 d 和 0;其次为 6270×8902、6620×8902 和 6221×Mo17 等;影响较大的为 6221×6270、6221×金 599 和 6620×6270,散粉期和吐丝期延迟大于 6 d,ASI 延迟 2 d 左右。

表 1 水分胁迫下玉米亲本及组合生育时期的敏感指数

亲本及组合	播种至散粉期日数(d)			播种至吐丝期日数(d)			散粉至吐丝间隔		
	CK	WS	SI	CK	WS	SI	CK	WS	SI
6221	80.0	84.8	0.060	82.0	89.4	0.090	2.0	4.6	1.300
6620	81.7	85.4	0.045	82.9	87.6	0.057	1.2	2.2	0.833
6270	82.0	85.0	0.037	85.3	89.6	0.050	3.3	4.6	0.394
金 599	83.9	87.4	0.042	85.1	89.6	0.053	1.2	2.2	0.833
5003	84.8	86.6	0.021	87.2	89.2	0.023	2.4	2.6	0.833
8902	82.5	83.6	0.013	82.5	84.0	0.018	0.0	0.4	—
Mo17	85.9	88.0	0.024	89.9	94.4	0.050	4.0	6.4	0.600
330	79.2	85.8	0.083	84.4	92.8	0.099	5.2	7.0	0.346
6221×6620	80.6	84.8	0.052	84.5	89.7	0.062	3.9	4.9	0.256
6221×6270	78.2	85.0	0.087	80.2	88.5	0.104	2.0	3.5	0.750
6221×金 599	81.8	89.9	0.099	83.8	94.0	0.122	2.0	4.1	1.050
6221×5003	79.9	86.4	0.081	82.8	90.7	0.095	2.9	4.3	0.483
6221×8902	80.3	83.0	0.034	82.3	85.9	0.044	2.0	2.9	0.450
6221×Mo17	80.3	81.1	0.010	82.3	83.9	0.013	2.5	2.8	0.120
6221×330	79.5	84.9	0.068	83.6	90.2	0.079	4.1	5.3	0.293
6620×6270	79.8	86.1	0.079	82.7	90.4	0.093	2.9	4.3	0.483
6620×金 599	84.3	89.4	0.061	86.1	92.4	0.073	1.8	3.0	0.667
6620×5003	80.4	85.8	0.067	83.1	89.8	0.081	2.7	4.0	0.482
6620×8902	82.7	83.3	0.007	84.7	85.5	0.009	2.0	2.2	0.100
6620×Mo17	80.7	85.7	0.062	83.6	89.7	0.073	2.9	4.0	0.379
6620×330	79.3	84.7	0.068	82.5	89.1	0.080	3.2	4.4	0.375
6270×金 599	82.6	84.2	0.019	85.2	87.3	0.025	2.6	3.1	0.192
6270×5003	81.2	86.4	0.064	84.0	90.4	0.076	2.8	4.0	0.429
6270×8902	83.8	84.2	0.005	85.6	86.1	0.006	1.8	1.9	0.056
6270×Mo17	80.7	80.8	0.001	83.3	83.4	0.001	2.6	2.6	0.000
6270×330	79.8	81.6	0.023	82.3	84.7	0.029	2.5	3.1	0.240
金 599×5003	85.4	88.0	0.030	86.4	89.5	0.036	1.0	1.5	0.500
金 599×8902	84.3	86.5	0.026	86.8	89.4	0.003	2.5	2.9	0.160
金 599×Mo17	83.3	85.9	0.031	86.8	90.1	0.038	3.5	4.2	0.200
金 599×330	83.9	87.7	0.045	85.6	90.3	0.055	1.7	2.6	0.529
5003×8902	82.8	83.8	0.012	85.3	86.5	0.014	2.5	2.7	0.080
5003×Mo17	81.4	83.6	0.027	84.3	87.0	0.032	2.9	3.4	0.172
5003×330	80.7	85.3	0.057	84.2	90.0	0.069	3.5	4.7	0.343
8902×Mo17	83.6	84.5	0.011	86.0	87.2	0.014	2.4	2.7	0.125
8902×330	80.4	82.2	0.022	83.5	85.7	0.026	3.1	3.5	0.129
Mo17×330	82.4	87.1	0.057	84.9	91.0	0.072	2.5	3.9	0.560

2.2 生育时期的配合力分析

2.2.1 组合及配合力方差分析 表 2 表明, 正常条件和水分胁迫下, 各组合的播种至散粉期日数、播种至吐丝期日数和 ASI 的 F 值均达到显著或极显著水平, 说明各性状的组合间存在着显著或极显著的差异。从配合力方差上看, 播种至散粉期日数的

GCA 的 F 值呈极显著, SCA 的 F 值不显著, 说明该性状在组合间以加性基因效应为主, 非加性基因较少; 播期至吐丝期日数和 ASI 的 GCA 与 SCA 的 F 值均达到极显著水平, 即这两个性状在组合间由加性基因和非加性基因共同起作用。

表 2 生育时期组合和配合力间方差及 F 值

变异来源	播种至散粉期日数		播种至吐丝期日数		散粉至吐丝间隔	
	CK	WS	CK	WS	CK	WS
Ms	20.19	29.82	15.08	40.40	2.84	4.90
Me	10.07	17.26	5.95	11.77	0.09	0.27
F	2.00**	1.73*	2.53**	3.43**	31.56**	18.15**
GCAms	10.26	10.95	7.08	13.51	0.57	1.69
F	6.11**	3.80**	7.15**	6.89**	38.00**	37.55**
SCAms	0.95	1.02	3.86	4.36	0.44	0.58
F	0.57	0.27	3.90**	2.22**	29.33**	12.80**
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 一般配合力(GCA)效应分析 不同处理下, 播种至散粉期日数和播种至吐丝期日数的 GCA 效应大于 0 的自交系为金 599 和 5003, 特别是金 599, 其 GCA 效应值达显著或极显著水平, 说明它们一般能增加 F₁ 的播种至散粉期日数和播种至吐丝期日数, 所配出的组合可能较迟熟; 而 6270、330 则反之。其它自交系的两个性状在正常条件和水分胁迫下 GCA 效应表现不一致, 6221 和 6620 的 GCA>0,

8902 和 Mo17 的 GCA<0, 水分胁迫下均呈相反趋势。从 ASI 的 GCA 上看, 6221、6620、330 和 5003 的 GCA 效应值为正值, 前三者均达到极显著水平, 说明它们配出的组合 ASI 增加; 6270、金 599 和 8902 则相反, 特别是金 599 和 8902, 达到了负向极显著水平, 即它们配出的组合 ASI 会缩短。水分胁迫对 ASI 的影响表现为使其 GCA 的效应增大, 仅 Mo17 表现例外。

表 3 生育时期的一般配合力效应及其显著性测定

基因型	播种至散粉期日数		播种至吐丝期日数		散粉至吐丝间隔	
	CK	WS	CK	WS	CK	WS
6221	-1.74	-0.05	-1.52	0.55	0.20**	0.61**
6620	-0.54	0.73	-0.32	1.17	0.02**	0.45**
6270	-0.82	-1.22	-0.92	-1.47	-0.17	-0.27
金 599	2.43**	2.70*	1.93**	2.23*	-0.52	-0.45
5003	0.13	0.61	0.16	0.72	0.02	0.08
8902	1.15	-1.32	0.84	-2.22	-0.32	-0.89
Mo17	0.23	-1.12	0.43	-1.22	0.18*	-0.09
330	-0.84	-0.32	-0.59	-0.23	0.40**	0.56**

2.2.3 特殊配合力(SCA)效应分析 从表 4 得出, 播种至散粉期日数和播种至吐丝期日数的 SCA 效应值均未达到显著水平, 表明无论在正常条件还是水分胁迫下, 这两个性状在所有组合中非加性基因效应均不起作用。但 ASI 表现与前二者不一致。正常条件下, 6221×6620、6221×330、6270×金 599、6270×5003、金 599×8902、金 599×Mo17、5003×330 和 8902×330 的 SCA 效应值均达到显著或极显著水平, 其余组合 SCA 为正值的还有 6221×金 599、6620×6270、5003×8902 和 5003×Mo17, 即这些组合

的 ASI 相对较长。水分胁迫下, 仅 6 个组合的 ASI 的 SCA 效应值达显著或极显著水平, 另外有 9 个正向效应组合, 其余组合的 SCA 均为负效应。

综合分析生育时期的 SCA 效应值得出, 6221×6620、6221×330、6620×6270、6270×5003 和 8902×Mo17 组合的 3 个生育时期均有不同程度的延长, 而 6221×8902、6620×5003、6620×330、6270×Mo17 和 6270×330 组合的播种至散粉期日数、播种至吐丝期日数和 ASI 均缩短, 缩短时间的长短因不同组合而差异较大。

表 4 生育时期的特殊配合力效应及显著性测定

杂交组合 F ₁	播种至散粉期日数		播种至吐丝期日数		散粉至吐丝间隔	
	CK	WS	CK	WS	CK	WS
6221×6620	1.30	-1.36	2.18	-0.53	0.90**	0.40
6221×6270	-0.82	1.21	-2.18	0.90	-0.63	-0.29
6221×金 599	-0.47	2.20	-0.76	2.70	-0.28	0.50
6221×5003	-0.07	0.78	0.00	0.92	0.08	0.16
6221×8902	-0.68	-0.69	-1.18	-0.95	-0.48	-0.27
6221×Mo17	0.23	-2.79	-0.27	-3.95	-0.48	-1.17
6221×330	0.50	0.21	1.55	0.90	0.90**	0.68*
6620×6270	0.42	1.53	0.38	2.19	0.27	0.68*
6620×金 599	0.83	0.91	0.33	0.49	-0.48	-0.44
6620×5003	-0.77	-0.60	-0.90	-0.60	-0.13	0.03
6620×8902	0.52	-1.17	0.02	-1.96	-0.48	-0.80
6620×Mo17	0.57	1.03	-0.67	1.24	-0.08	0.20
6620×330	-0.90	-0.77	-0.75	-0.81	0.00	-0.05
6270×金 599	-0.58	-2.34	0.03	-1.98	0.68**	0.38
6270×5003	0.32	1.75	0.60	2.64	0.35*	0.75*
6270×8902	1.90	1.68	1.52	1.27	-0.32	-0.39
6270×Mo17	-0.28	-1.92	-0.37	-2.43	-0.02	-0.49
6270×330	-0.12	-1.92	-0.35	-2.58	-0.33	-0.64
金 599×5003	1.27	-0.37	0.15	-1.96	-1.10	-1.57
金 599×8902	-0.85	0.06	-0.13	0.87	0.73**	0.80**
金 599×Mo17	-0.93	-0.74	0.28	0.57	1.23**	0.30**
金 599×330	0.73	0.26	0.10	-0.68	-0.78	-0.95
5003×8902	-0.05	-0.55	0.13	-0.51	0.20	0.06
5003×Mo17	-0.53	-0.95	-0.45	-1.01	0.10	-0.04
5003×330	-0.17	0.05	0.47	0.54	0.48**	0.61*
8902×Mo17	0.65	1.88	0.57	2.12	-0.07	0.23
8902×330	-1.48	-1.22	-0.92	-0.83	0.42*	0.38
Mo17×330	1.43	3.48	0.90	3.47	-0.68	-0.02

2.3 生育时期的遗传参数估算

正常条件和水分胁迫下，播种至散粉期日数的加性方差占其遗传方差的 92.27%和 92.46%，说明该性状主要受加性基因控制，且受环境影响明显(表 5)。播种至吐丝期日数的加性方差占其遗传方差的 54.59%和 55.25%，即该性状受加性基因控制大于非加性基因，且水分胁迫下加性基因主导比例加大。播种至吐丝期日数受环境影响也较大，但其程度小于播种至散粉期日数。正常条件下,ASI 由加性基因和非加性基因共同决定其性状表现，两者各占其遗传

方差的 52.11%和 47.25%；水分胁迫下,加性基因仍占主导,为其遗传方差的 52.11%。表 5 表明,ASI 受环境影响较小，这与以往涉及该内容的研究结果有一定出入^[1,2,5]。正常条件下生育时期广义遗传力的排序为 ASI>播种至散粉期日数>播种至吐丝期日数，而水分胁迫下则为 ASI>播种至吐丝期日数>播种至散粉期日数；狭义遗传力也因水分胁迫而发生变化,正常条件下,ASI>播种至散粉期日数>播种至吐丝期日数,水分胁迫下后两者位序改变。

表 5 生育时期的遗传参数估计值

项 目	播种至散粉期日数		播种至吐丝期日数		散粉至吐丝间隔	
	CK	WS	CK	WS	CK	WS
δ^2_d	3.10	3.31	1.07	3.05	0.48	0.37
δ^2_h	0.26	0.27	0.89	2.47	0.43	0.34
δ^2_g	3.36	3.58	1.96	5.52	0.91	0.71
δ^2_a	10.07	17.26	5.96	11.77	0.09	0.27
δ^2_p	13.43	20.84	7.91	17.29	1.00	0.98
$h^2B(\%)$	25.02	17.18	24.78	31.93	91.00	72.45
$h^2N(\%)$	23.08	15.88	13.53	17.35	48.00	37.76
$V_{ge}(\%)$	92.27	92.46	54.59	55.25	52.75	52.11
$V_{se}(\%)$	7.75	7.54	45.41	44.75	47.25	47.89

3 讨 论

70年代以来,国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)研究人员一直将 ASI 视为玉米抗旱育种的重要选择指标,这也是源于玉米开花期是对干旱最敏感的时期而致。Bolanos 等(1993)研究了经 8 轮抗旱性全同胞轮回选择后代“Tuxpeno Sequia”玉米群体 ASI 的遗传变异,发现在开花期遇干旱,ASI 遗传变异能充分地表现出来^[6];Edmeades 等(1993)在报道中指出,ASI 是一个高度遗传的性状。并进一步证明在干旱条件下仅有 ASI 表现出与产量高度一致的遗传相关,且同产量有相近的遗传力,其变异占有所有试验平均产量变异的 70%,因而也认为 ASI 可以作为玉米抗旱育种的重要选择指标^[7]。在强水分胁迫下,ASI 也表现为高遗传力^[5]。此外,Edmeades (1993)和 Bolanos (1993)等人均研究认为,ASI 与产量的相关性关系极为显著($r = 0.77^{**}$),遗传变异系数最大,且在干旱条件下其遗传变异也能充分表现出来^[6,7]。

本研究表明,在抗旱品种的选育上,6221×8902、6620×5003、6620×330、6270×Mo17 和 6270×330 等组合具有一定的利用价值。对 8 个玉米自交系播种至散粉期日数、播种至吐丝期日数和 ASI 的遗传行为研究表明,三者的加性方差比显性方差更为重要,这些性状显性与加性遗传方差估计值之比

都小于 0.50,表明加性效应是这些性状遗传变异的主要原因。正常条件和水分胁迫下 ASI 的遗传变异能充分得以体现,其狭义遗传力分别为 48.00%和 37.76%,但认为生育时期的抗旱改进和选择应首选正常条件,以防止水分胁迫对此时期玉米植株造成生长发育和生殖细胞的双重胁迫而影响研究结果的准确性。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 谢勤成. 玉米某些干旱适应性性状的遗传 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.
- [3] 黎 裕. 作物抗旱鉴定方法与指标[J]. 干旱地区农业研究,1993,11(1):91-99.
- [4] 刘来福,毛盛贤,等. 作物数量遗传[M]. 北京:农业出版社,1984. 206-284.
- [5] 吴子恺,等. 玉米轮回选择群体的 ASI 增益[J]. 作物学报,1996,(4):458-464.
- [6] Balanes J, et al. Eight cycles of selection for drought tolerance in tropical maize[M]. Field Crop Res., 1993, 31(3~4): 233-268.
- [7] Edmeades G O, et al. Causes for silk delay in a lowland tropical maize population[M]. Crop sci., 1993, 33(5): 1029-1035.

联系电话: 020-85280176

手机: 13533347222

E-mail: qiuziyu@sohu.com