

文章编号: 1005-0906(2009)03-0087-04

玉米抗寒性与主要农艺性状的典型相关分析

朱保侠¹, 王小丽², 裴玉贺², 张恩盈², 郭新梅², 宋希云²

(1. 青岛农业大学农学与植物保护学院, 山东 青岛 266109; 2. 青岛农业大学生命科学学院, 山东 青岛 266109)

摘要: 以 7 个玉米自交系为材料, 按 7×7 Griffing II 完全双列杂交设计配制 28 个组合, 测定了冷胁迫下玉米生理生化指标的变化, 分析玉米抗寒性与其主要农艺性状之间的关系。结果表明, 在抗寒性构成因素组与产量构成因素组的典型相关关系中, 主要起作用的是脱落酸含量(ABA)、丙二醛含量(MDA)、穗行数、行粒数; 在抗寒性状构成因素组与植株性状构成因素组的典型相关分析中, 主要起作用的是 ABA、株高; 在植株性状构成因素组与产量性状构成因素组的典型相关分析中, 主要起作用的是雌穗数、单株产量。

关键词: 玉米; 抗寒性; 农艺性状; 典型相关分析

中图分类号: S513.01

文献标识码: A

The Canonical Correlation Analysis of Maize Between Cold Resistance and Main Agronomic Traits

ZHU Bao-xia¹, WANG Xiao-li², PEI Yu-he², ZHANG En-ying², GUO Xin-mei², SONG Xi-yun²

(1. College of Agriculture and Plant Protection, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109;

2. College of Life Science, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

Abstract: Twenty-eight combinations were composed according to 7×7 Griffing II using seven different inbred lines of maize. Changes of physiological and biochemical character under cold stress and the relationships between cold resistance and main agronomic traits were studied. The results showed that ABA content, MDA content, the number of rows and the number of grains per row played an important role in canonical correlation between cold resistance and yield characters. ABA content and plant height played an important role in correlation analysis between cold resistance and plant characters. The number of female ear and yield per plant played an important role in canonical correlation analysis between plant characters and yield components.

Key words: Maize; Cold resistance; Agronomic traits; Canonical correlation analysis

玉米的耐寒性是一种复杂的生命现象, 其趋势是单交种的耐寒性倾向于抗性强的亲本, 而且母本的效应大于父本。玉米的耐寒性在品种间存在很大差异, 而且与自身很多的性状有关。张海明等^[1]通过对 11 个与玉米苗期耐冷性有关的性状进行通径分析和遗传分析表明, 在所有被测性状中, 出苗率、出苗指数、幼苗鲜重、干物质增长量、组织活性对玉米

幼苗耐冷性的影响是直接的, 幼苗干重、种子百粒重、电解质外渗量对玉米幼苗耐冷性的影响是间接的。本文通过寻找耐寒性与玉米主要农艺性状的关系, 通过主要农艺性状的鉴定, 为玉米耐寒性研究提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

本研究采用 7 个玉米自交系: 墨西哥玉米群体、200527 广西中熟玉米、75-1、齐 319、P138、大青 4079、陕 814(表 1)。

1.2 试验方法

2004 年 5 月 31 日播种于莱阳农学院试验站, 按 7×7 Griffing II 完全双列杂交设计配制 28 个组合。次年播种各杂交组合, 采用随机区组试验设计,

收稿日期: 2008-09-19

基金项目: “十一五”科技支撑计划“粮食丰产科技工程”(2006BAD02A09-JS03)、山东省农业良种工程、青岛市自然科学基金(05-2-JC-55)

作者简介: 朱保侠(1980-), 女, 硕士, 从事玉米育种研究。

宋希云为本文通讯作者。Tel: 0532-86080009

E-mail: songxy@qau.edu.cn

重复 2 次,2 行区,小区行长 2.5 m,宽 67 cm,株距 25 cm。试验田管理同大田生产。

在小区中分别调查测定各参试材料的株高、雌穗数、穗位高、雄穗长、雄穗分枝数、茎粗等植株性状。成熟时按单株收获,风干后进行穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数、百粒重等穗部性状的室内考种。

表 1 供试自交系的基本情况
Table 1 Basic situation of the tested inbred lines

品 种	来 源	吐丝期(月·日)	株高(cm)
Variety	Source	The date of silking stage	Plant height
墨西哥玉米群体	墨西哥	8·07	251
200527 广西中熟玉米	广 西	8·05	277
75-1	重 庆	8·05	240
齐 319	山 东	7·26	214
P138	北 京	8·01	176
大黄 4079	陕 西	7·26	187
陕 814	陕 西	7·24	191

1.3 胁迫生长实验

将收获的玉米种子于黑暗中萌发 72 h,转移至光照培养箱中继续培养至 3 叶期。将幼苗分成两组,放置在两个铺有滤纸的培养皿中,一组在正常条件 28℃/25℃(昼/夜)下培养,一组在 4℃下冷激处理,

表 2 28 个组合各性状的方差分析结果
Table 2 Variance analysis on the traits of 28 combinations

性 状	平方和	均 方	F 值	性 状	平方和	均 方	F 值
Trait	SS	MS	F-value	Trait	SS	MS	F-value
株 高	119 031	4 408.555 56	22.099 05**	百粒重	692 927.09	25 663.97	109.24**
茎 粗	4.502 57	0.166 76	3.101 25**	雄穗分枝数	3 098.29	114.75	14.46**
雌穗数	19.655	0.728	3.822**	单株产量	2 273 315.3	84197	193 643**
穗位高	4 494.2	166.45	6.073 79**	电导率	1 164.02	783.85	8 929.39**
穗 长	4 143	153.44	13.222**	可溶性糖	7 993.532	666.42	9 307.32**
穗 粗	69 752	2 583.4	12.846**	脯氨酸	9 806.13	733.56	3 267.77**
穗行数	839.02	31.07	8.09**	过氧化物酶	0.041 2	0.001 53	1 788.69**
雄穗长	10.07	0.37	4.92**	过氧化氢酶	2 498.64	92.542	2 560.512**
行粒数	306.68	11.36	5.6**	丙二醛	1 745.74	64.657	7 269.455**
穗 重	2 777.34	102.86	4.718 2**	脱落酸	4 895.114	5 366.48	3 794 873**

注:自由度为 27。 Note: The degree of freedom is 27.

2.2 各性状组的典型相关分析

将所研究的各个性状分为抗寒性指标因素组、产量性状组及植株性状组。两两性状组进行典型相关分析。抗寒性指标因素组包含 7 个变量:电导率、可溶性糖含量、脯氨酸含量、POD 活性、CAT 活性、MDA 含量、ABA 含量。产量性状组包含 7 个变量:

12 h 后取叶片洗净擦干备用。

1.4 玉米抗寒性的实验室测定

可溶性糖含量测定用蒽酮显色法^[2];脯氨酸含量测定用磺基水杨酸法^[3];脱落酸(ABA)含量测定,用含 1 mmol/L BHT(二叔丁基对甲苯酚)的 80% 甲醇提取材料中的 ABA,酶联免疫法测定 ABA 含量,试剂盒购自中国农业大学;电导率测定用细胞外渗电导率极值表示,称取等量剪碎的叶片 1.0 g,用等量去离子水(25 mL)浸泡 24 h,用 SG3 型电导率仪直接测定电导率;过氧化物酶(POD)活性测定采用愈创木酚法^[3];过氧化氢酶(CAT)活性测定用紫外吸收法^[4]。丙二醛(MDA)含量测定采用双组分分光光度法测定^[5]。

1.5 统计分析

按 Griffing II 完全双列杂交分析方法进行方差分析。参照裴鑫德^[6]的方法计算典型相关系数和相关信息贡献率。分析过程采用 DPS 统计软件中的典型相关分析程序进行处理。

2 结果与分析

2.1 各组合的方差分析

28 个组合以 13 个农艺性状和 7 个生理生化指标进行方差分析结果如表 2。由表 2 可知,各性状组合间差异极显著,可做进一步分析。

穗长、穗粗、穗行数、行粒数、穗重、百粒重、单株产量。植株性状组包含 6 个变量:株高、茎粗、雄穗长、雄穗分枝数、雌穗数、穗位高。

2.2.1 抗寒性与产量性状的典型相关分析

从表 3 可知,由抗寒性因素构成的第一个典型变量 U_1 和由产量性状构成的第一个典型变量 V_1 对

两组原变量的代表性达到了极显著水平,能解释两组变量之间相关关系中的最大部分(26.51%)。由抗寒性因素构成的一个典型变量 U_2 和由产量性状构成的一个典型变量 V_2 ,能解释两组变量之间相关关

系中(扣除 U_1 、 V_1 所解释的)剩余相关关系的最大部分(51.484%),且两组典型变量对两组变量的解释分别达到了显著水平。因此,这两对典型变量可以较好地代表原两组原变量的相关关系。

表 3 抗寒性与产量性状的典型相关系数及其显著性测验

Table 3 The canonical correlation coefficient of cold resistance and yield traits and its significant test

典型变量 Typical variable	相关系数 Correlative coefficient	X_2 值 X_2 value	自由度 DF	显著水平 Significant level	贡献率(%) Contribution rate	累积贡献率(%) Cumulative contribution rate
1	0.956**	103.238**	49	0.000	26.51	26.51
2	0.901*	52.585*	36	0.037	24.97	51.48
3	0.720	20.584	25	0.716	19.96	71.44
4	0.451	7.361	16	0.966	12.50	83.94
5	0.431	3.394	9	0.947	11.95	95.90
6	0.107	0.192	4	0.996	2.98	98.88
7	0.041	0.022	1	0.882	1.12	100.00

由典型变量的标准化的典型相关系数可得(1)、(2)、(3)、(4)式:

$$U_1=-0.023X_1+0.233X_2+0.052X_3-0.166X_4+0.055X_5+0.325X_6+0.898X_7$$
 (1)

$$V_1=0.01Y_1+0.085Y_2+0.795Y_3-0.446Y_4+0.332Y_5+0.177Y_6-0.141Y_7$$
 (2)

$$U_2=0.214X_1-0.067X_2+0.292X_3+0.615X_4-0.061X_5+0.493X_6-0.490X_7$$
 (3)

$$V_2=0.216Y_1-0.161Y_2+0.093Y_3-0.391Y_4-0.675Y_5+0.169Y_6-0.531Y_7$$
 (4)

两组性状间的第一个典型相关系数 $\lambda=0.956$ 时达到极显著水平,所含信息占总相关信息的 26.51%,表明第一对典型变量有较大的研究价值。从 U_1 和 V_1 可知,在 U_1 中起主要作用的是 ABA X_7 (0.898),其次是丙二醛 X_6 (0.325);在 V_1 中起主要作用的是穗行数 Y_3 (0.795),其次是行粒数 Y_4 (-0.446)。

在第一对变量中,ABA 含量与穗行数的典型相关系数的符号相同,说明它们之间有正向变异的趋

势,提高玉米内源 ABA 含量可使穗行数提高;ABA 与行粒数、单株产量的典型相关系数的符号相反,表现为反向变异,说明内源 ABA 含量的提高要减少行粒数和单株产量。

在第二对典型相关系数 $\lambda=0.900$ 时达到显著水平,所含信息占总相关信息的 24.974%。典型变量 U_2 中以 POD X_4 (0.615)的贡献率最大,其次是丙二醛 X_6 (0.493); V_2 中起主要作用的是穗重 Y_5 (-0.675),其次是单株产量 Y_7 (-0.531)。POD 活性与穗重的相关系数符号相反,两者呈负相关。

2.2.2 植株性状与产量性状的典型相关分析

从表 4 可知,由植株性状变量构成的第一个典型变量 U_1 和由产量性状构成的第一个典型变量 V_1 对两组原变量的代表性达到了极显著水平,能解释两组变量之间相关关系中的最大部分(37.71%)。因此,这对典型变量可以较好地代表原两组原变量的相关关系。

表 4 植株性状与产量性状的典型相关系数及其显著性测验

Table 4 The canonical correlation coefficient of plant characters and yield traits and its significant test

典型变量 Typical variable	相关系数 Correlative coefficient	X_2 值 X_2 value	自由度 DF	显著水平 Significant level	贡献率(%) Contribution rate	累积贡献率(%) Cumulative contribution rate
1	0.973**	80.962**	42	0.000	37.71	37.71
2	0.701	38.837	30	0.129	27.17	64.88
3	0.400	20.449	20	0.430	15.50	80.42
4	0.312	8.468	12	0.748	12.09	92.52
5	0.100	2.935	6	0.817	3.87	96.40
6	0.093	0.129	2	0.937	3.60	100.00

由植株性状和产量性状的 13 个变量间的相关系数求得两者之间典型变量的标准化的典型相关系数,由典型变量的标准化的典型相关系数可得(5)式和(6)式:

$$U_1=0.187X_1+0.246X_2-0.294X_3-0.193X_4+0.879X_5+0.09X_6 \tag{5}$$

$$V_1=0.04Y_1-0.012Y_2+0.017Y_3-0.031Y_4-0.642Y_5-0.079Y_6+0.761Y_7 \tag{6}$$

从(5)式可知,雌穗数 $X_5(0.879)$ 对植株性状 U_1 的贡献率最大,其次是雄穗长 $X_3(-0.294)$;从(6)式可知,在构成产量性状的各因素中,单株产量 $Y_7(0.761)$

对 V_1 的贡献率最大,其次是穗重 $Y_5(-0.642)$ 。说明在植株性状与产量性状的相关关系中,植株性状中起主要作用的是雌穗数,其次是雄穗长;产量性状中起主要作用的是单株产量,其次是穗重。从典型相关系数的符号来看,雌穗数与单株产量呈正相关。

2.2.3 抗寒性与植株性状的典型相关分析

从表 5 可知,由抗寒性变量构成的第一个典型变量 U_1 和由产量性状构成的第一个典型变量 V_1 对两组原变量的代表性达到了极显著水平,能解释两组变量之间相关关系中的较大部分(29.36%)。这对典型变量可以较好地代表原两组原变量的相关关系。

表 5 抗寒性与植株性状的典型相关系数及其显著性测验

Table 5 The canonical correlation coefficient of cold resistance and plant characters and its significant test

典型变量 Typical variable	相关系数 Correlative coefficient	X_2 值 X_2 value	自由度 DF	显著水平 Significant level	贡献率(%) Contribution rate	累积贡献率(%) Cumulative contribution rate
1	0.963**	55.023**	42	0.112	23.26	29.36
2	0.748	34.178	30	0.274	22.79	52.16
3	0.627	17.647	20	0.611	19.13	71.30
4	0.529	8.160	12	0.773	16.13	87.43
5	0.374	2.429	6	0.876	11.39	98.82
6	0.038	0.022	2	0.989	1.16	100.00

由典型变量标准化的相关系数可得(7)式和(8)式:

$$U_1=-0.484X_1+0.081X_2+0.227X_3+0.085X_4-0.208X_5+0.164X_6+0.794X_7 \tag{7}$$

$$V_1=-0.860Y_1+0.352Y_2+0.285Y_3+0.141Y_4-0.008Y_5+0.185Y_6 \tag{8}$$

从(7)式和(8)式可知,ABA $X_7(0.794)$ 对抗寒性 U_1 的贡献率最大,其次是电导率 $X_1(-0.484)$;株高 $Y_1(-0.860)$ 对 V_1 的贡献率最大,其次是茎粗 $Y_2(0.352)$ 。说明在抗寒性中起主要作用的 ABA 含量,其次是电导率;在植株性状中起主要作用的是株高,其次是茎粗。从典型相关系数符号来看,脱落酸与株高呈正相关。

3 结 论

典型相关在作物遗传育种研究中已经得到了广泛应用^[7-10]。可以通过典型相关分析找到所有性状中起主要作用的因素,然后有针对性地协调主要因素之间的矛盾,提高育种效率。

本研究结果表明,在抗寒性构成因素组与产量构成因素组的典型相关关系中,主要起作用的是 ABA、MDA 含量;在抗寒性状构成因素组与植株性状构成因素组的典型相关分析中,主要起作用的是

ABA 含量、电导率值;在植株性状构成因素组与产量构成因素组的典型相关分析中,主要起作用的是雌穗数、雄穗长;在抗寒性状中,对产量和株型均起主要作用的是 ABA 含量。

参考文献:

[1] 张海明,耿庆汉. 玉米苗期的耐冷性状及其遗传力的研究[J]. 华北农学报,1987,2(4):44-51 .
[2] 赵世杰,刘华山. 植物生理生化实验指导[M]. 北京:中国农业科技出版社,1998 .
[3] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000 .
[4] 陈毓荃. 生物化学实验方法和技术[M]. 北京:科学出版社,2002 .
[5] 汤章城,张利华. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京:科学出版社,1999 .
[6] 裴鑫德. 多元统计分析及应用[M]. 北京:北京农业大学出版社,1991 .
[7] 明道绪,龙漫远. 典型相关分析及其应用[J]. 四川农业大学学报,1987,5(4):269-274 .
[8] 陈树宾,李鲁华. 爆裂玉米若干数量性状的典型相关分析[J]. 玉米科学,1998,6(增刊):10-13 .
[9] 王小丽,裴玉贺,张恩盈,等. 冷激对玉米幼苗可溶性蛋白质含量与组分的影响[J]. 玉米科学,2008,16(2):83-87 .
[10] 朱 军. 数量性状遗传分析的新方法及其应用[J]. 云南大学学报,1999,13(1):40-41 .

(责任编辑:张 英)