

# 我国47份主要玉米自交系耐旱性分析

王业建<sup>1</sup>, 郝浩江<sup>1</sup>, 李铭东<sup>1</sup>, 梁晓玲<sup>1,2</sup>, 韩登旭<sup>1</sup>, 杨杰<sup>1</sup>, 阿布来提<sup>1</sup>,  
雷志刚<sup>3</sup>, 郝转芳<sup>4</sup>, 李明顺<sup>4</sup>, 刘文欣<sup>2</sup>, 陈绍江<sup>2</sup>

(1. 新疆农业科学院粮食作物研究所, 乌鲁木齐 830091; 2. 中国农业大学, 北京 100193;  
3. 新疆畜牧科学院草业研究所, 乌鲁木齐 830000; 4. 中国农业科学院作物科学所, 北京 100081)

**摘要:** 利用耐旱系数法对我国47份主要玉米自交系农艺性状、产量与耐旱性进行相关性分析, 对自交系耐旱性进行综合评价。结果表明, 穗粗、行粒数、轴径与单株子粒产量耐旱系数呈极显著正相关; 株高、雄穗长、穗行数、百粒重与单株子粒产量耐旱系数呈显著正相关; ASI与单株产量耐旱系数呈极显著负相关。各性状耐旱性对单株产量的相对重要性依次为穗粗>行粒数>轴径>株高>雄穗长>穗行数>百粒重>穗位高>穗长>ASI。按照综合耐旱系数将自交系耐旱性分为3个级别, 耐旱性较强自交系有混517、郑58、掖52106、英64、38-11等19份, 占40.4%; 耐旱性中等自交系有525、C103、Mo17Ht、黄早4、昌7-2等18份, 占38.3%; 耐旱性较弱自交系有吉853、综31、L317、Os420、WF9等10份, 占21.3%。

**关键词:** 玉米; 自交系; 耐旱性; 相关系数; 通径分析

中图分类号: S513.024

文献标识码: A

## Drought Tolerance Evaluation of 47 Main Maize Inbred Lines in China

WANG Ye-jian<sup>1</sup>, XI Hao-jiang<sup>1</sup>, LI Ming-dong<sup>1</sup>, LIANG Xiao-ling<sup>1,2</sup>, HAN Deng-xu<sup>1</sup>,  
YANG Jie<sup>1</sup>, Abulaiti.Abula<sup>1</sup>, LEI Zhi-gang<sup>3</sup>, HAO Zhuan-fang<sup>4</sup>,  
LI Ming-shun<sup>4</sup>, LIU Wen-xin<sup>2</sup>, CHEN Shao-jiang<sup>2</sup>

(1. Institute of Food Crops, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091;

2. China Agricultural University, Beijing 100193;

3. Grassland Research Institute, Xinjiang Academy of Animal Sciences, Urumqi 830000;

4. Institute of Crop Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Drought resistance coefficient method was applied to analyze the correlation between agronomic traits, yield and drought tolerance of 47 main maize inbred lines in China, and the drought tolerance of inbred lines was evaluated comprehensively. The results showed that drought tolerance index of ear diameter, grain number, cob diameter and seed yield per plant was significantly positive correlation, plant height, tassel length, ear row number, 100-grain weight per plant and grain yield drought index showed a significant positive correlation, ASI had significantly negative correlation with yield per plant drought tolerance coefficient. The relative importance of drought tolerance to yield per plant was in turn, ear diameter > row grain number > shaft diameter > plant height > ear length > ear row > 100 grain weight > ear height > ear length > ASI. According to the comprehensive drought tolerant inbred lines for drought tolerance coefficient will be divided into 3 levels, drought tolerant inbred lines are Hun517, Zheng58 and Ye52106, Ying64, 38-11, etc, accounted for 40.4%, moderate drought tolerance inbred lines drought tolerance was 525, C103, Mo17Ht, Huangzao4, Chang 7-2, etc. Accounting for 38.3%, weak drought tolerance inbred line Ji853, in 31, L317, Os420, WF9 and other 10, accounting for 21.3%.

**Key word:** Maize; Inbred line; Drought tolerance; Correlation analysis; Path analysis

录用日期: 2018-05-21

**基金项目:** 国家重点研发计划(2016YFD0101204-4)、国家玉米产业技术体系建设专项(CARS-02-57)、国家自然科学基金(31560425)、农业部荒漠绿洲作物生理生态与耕作重点实验室开放课题(25107020-201705)、新疆农业科学院优秀青年科技人才基金(xjnky-2012-13)

**作者简介:** 王业建(1981-), 男, 湖南永州人, 助理研究员, 博士, 研究方向为玉米遗传育种。E-mail: wangyejian0815@163.com

郝浩江为并列第一作者。E-mail: 37072544@qq.com 梁晓玲为本文通讯作者。

干旱是影响玉米产量最重要的非生物逆境之一。减少干旱对玉米生产造成的损失,最有效的途径是选育和推广耐旱品种,充分发掘玉米耐旱种质,进行耐旱优良品种选育是目前国内外玉米育种的重要目标。在育种实践过程中,准确鉴定和评价玉米自交系的耐旱性是培育耐旱玉米杂交种的重要前提。本研究通过对不同年代主要玉米杂交种亲本自交系耐旱性分析,揭示自交系耐旱性与产量的相关程度,为耐旱新品种培育提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以我国常用的47份玉米自交系为试验材料,分别为掖52106、Mo17Ht、Os420、郑22、昌7-2、L289、8723、沈137、X178、W20、自330、混517、掖478、U8112、38-11、Mo17、P138、获白、9801、掖107、英64、7884Ht、M14、L317、郑58、444、丹340、吉63、黄早四、III.Hy、沈5003、鲁原92、齐319、WF9、DH65232、吉846、黄C、Ci187-2、K12、塘四平头、478、综31、525、铁84、吉853、E28和C103。

### 1.2 试验设计

试验于2010~2011年在新疆农业科学院安宁渠试验场进行(北纬43°54',东经87°27'),全年平均降水量为150~250 mm,生育期降水量平均85~90 mm,平均蒸发量为1500~2300 mm,气候干旱,降水主要集中在6、7、8月份;无霜期152~180 d,全年 $\geq 10^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 的有效积温为3000 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ ~3500 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ ,7月

份日平均温度为22 $^{\circ}\text{C}$ ~25 $^{\circ}\text{C}$ ;昼夜温差大;全年日照时数为2700~2800 h;土壤为灰漠土,有机质含量为1%~2%。

试验采用裂区设计,不同水分胁迫为主区,设干旱胁迫(旱区)和正常灌溉(水区)两个处理。47个自交系为副区,重复3次。水旱区设5 m水分隔离带,2行区,行长5 m,行距55 cm,密度75000株/hm<sup>2</sup>。采用膜下滴灌系统控制灌水,正常灌溉区滴灌11次,干旱胁迫区5叶期和灌浆期各滴灌1次,每次平均灌水量40 m<sup>3</sup>。

### 1.3 性状调查与分析方法

#### 1.3.1 主要农艺性状调查

调查出苗期、散粉期、吐丝期,测定株高、穗位高、雄穗长、雄穗分枝、穗长、穗粗、穗行数、行粒数、轴径及百粒重等相关性状。

#### 1.3.2 统计分析方法

用耐旱系数评价自交系各性状的耐旱性。

耐旱系数=1-(灌溉测定值-干旱测定值)/灌溉测定值;

综合耐旱系数=1/n $\sum$ [1-(灌溉测定值-干旱测定值)/灌溉测定值];

其中,n为指标性状数量。

用Excel 2007和SPSS17.0软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同水分处理间玉米自交系主要农艺性状结果分析

表1 玉米自交系主要农艺性状方差分析

Table 1 Analysis of variance for main agronomic traits of inbred lines on maize

性状 Trait	变异来源 Source of variation	平方和 Sum of square	自由度 Degree of freedom	均方 Mean square	F值 F value
株高	重复间	273.21	2	136.61	0.94
	水旱处理间	243 485.20	1	243485.20	450.82**
	自交系间	153 393.84	46	3334.65	6.17**
	水旱处理 $\times$ 自交系	24 844.51	46	540.10	3.72**
穗位高	重复间	462.21	2	231.10	3.98
	水旱处理间	44 028.52	1	44028.52	758.26**
	自交系间	75 688.35	46	1645.40	28.34**
	水旱处理 $\times$ 自交系	15 129.82	46	328.91	5.66**
雄穗长	重复间	15.76	2	7.88	1.23
	水旱处理间	2 096.48	1	2096.48	328.07**
	自交系间	4726.70	46	102.75	16.08**
	水旱处理 $\times$ 自交系	686.91	46	14.93	2.34**
雄穗分支	重复间	11.16	2	5.58	2.10
	水旱处理间	6.36	1	6.36	2.39
	自交系间	4 395.15	46	95.55	35.97**
	水旱处理 $\times$ 自交系	189.32	46	4.12	1.55*

续表1 Continued 1

性状 Trait	变异来源 Source of variation	平方和 Sum of square	自由度 Degree of freedom	均方 Mean square	F值 F value
ASI	重复间	2.65	2	1.32	0.54
	水旱处理间	139.02	1	139.02	56.62**
	自交系间	558.62	46	12.14	4.95**
穗长	水旱处理×自交系	189.65	46	4.12	1.68**
	重复间	14.82	2	7.41	3.45
	水旱处理间	594.91	1	594.91	276.74**
	自交系间	1 499.67	46	32.60	15.16**
穗粗	水旱处理×自交系	346.40	46	7.53	3.50**
	重复间	4.06	2	2.03	10.19
	水旱处理间	35.83	1	35.83	26.59**
	自交系间	97.11	46	2.11	1.57**
秃尖长	水旱处理×自交系	61.98	46	1.35	6.77**
	重复间	0.46	2	0.23	1.22
	水旱处理间	0.003 3	1	0.0033	0.0172
	自交系间	68.56	46	1.49	1.80*
穗行数	水旱处理×自交系	38.13	46	0.83	4.37**
	重复间	8.44	2	4.22	3.93
	水旱处理间	118.96	1	118.96	9.09**
	自交系间	1 171.38	46	25.46	1.95*
行粒数	水旱处理×自交系	602.12	46	13.09	12.20**
	重复间	46.89	2	23.45	1.79
	水旱处理间	5 261.33	1	5 261.33	402.57**
	自交系间	4 332.57	46	94.19	7.21**
轴径	水旱处理×自交系	3 427.92	46	74.52	5.70**
	重复间	2.58	2	1.29	9.28
	水旱处理间	10.99	1	10.99	79.01**
	自交系间	48.79	46	1.06	7.62**
百粒重	水旱处理×自交系	32.78	46	0.71	5.12**
	重复间	435.52	2	217.76	9.94
	水旱处理间	2 107.67	1	2 107.67	96.21**
	自交系间	8 064.61	46	175.32	8.01**
单株粒重	水旱处理×自交系	6 128.23	46	133.22	6.08**
	重复间	0.01	2	0.01	6.71
	水旱处理间	0.41	1	0.41	545.23**
	自交系间	0.24	46	0.01	7.05**
	水旱处理×自交系	0.07	46	0.001 5	1.96**

注: \*、\*\*分别表示在0.05、0.01水平下差异显著。下表同。

Note: \*\* indicated significant difference at 0.01 level. \* indicated significant difference at 0.05 level. The same below.

由表1结果表明,株高、穗位高、雄穗长、雄穗分枝、ASI、穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数、轴径、百粒重、单株粒重等主要农艺性状重复间差异不显著;水旱处理间13个性状(除雄穗分枝、秃尖长)差异均达极显著水平( $P<0.01$ );自交系间各性状差异均达显著水平;水旱处理与自交系相互作用达极显著水平( $P<0.01$ ),说明不同基因型自交系对干旱处理的敏感程度不同,耐旱性强的自交系敏感程度较低,耐旱性弱的自交系敏感程度较高。

## 2.2 玉米自交系主要农艺性状耐旱性分析

### 2.2.1 主要农艺性状耐旱系数相关分析

作物的耐旱性是由多基因控制的数量性状,为了明确各主要农艺性状与产量的相关程度及各性状之间的内在关系,选择水旱处理条件下差异显著的农艺性状,计算耐旱系数,进行相关分析。47份自交系主要性状耐旱系数与单株子粒产量耐旱系数相关分析结果表明(表2),各主要性状与单株子粒产量耐旱系数的相关系数大小为穗粗>行粒数>轴径>株

高>雄穗长>穗行数>百粒重>单株粒重>穗位高>穗长>ASI,其中,穗粗、行粒数、轴径耐旱系数与单株子粒产量耐旱系数呈极显著正相关,相关系数分别为0.41、0.40、0.39;株高、雄穗长、穗行数、百粒重与单株子粒产量耐旱系数呈显著正相关,相关系数分

别为0.36、0.35、0.33、0.32;ASI耐旱系数与单株子粒产量耐旱系数呈极显著负相关,相关系数为-0.15。相关分析表明,穗粗、行粒数、轴径、穗长、穗行数、百粒重、ASI与单株子粒产量关系密切,单株子粒产量耐旱系数是各种不同耐旱机制的综合表现。

表2 自交系主要农艺性状耐旱系数相关分析

Table 2 Correlation analysis of drought tolerance coefficient for main agronomic traits of maize inbred lines

性状 Trait	株高 Plant height	穗位高 High ear height	雄穗长 Male spike length	ASI	穗长 Spike length	穗粗 Ear diameter	穗行数 Spike rows	行粒数 Kernels per row	轴径 Shaft diameter	百粒重 100-grain weight	单株粒重 Grain weight per plant
株高	1	0.83**	0.53**	-0.40**	0.18	0.46**	0.50**	0.34*	0.43**	0.41**	0.36*
穗位高		1	0.53**	-0.41**	0.07	0.58**	0.64**	0.45**	0.52**	0.48**	0.23
雄穗长			1	-0.06	0.25	0.54**	0.52**	0.42**	0.58**	0.42**	0.35*
ASI				1	-0.07	-0.24	-0.45**	-0.30*	-0.14	-0.23	-0.15**
穗长					1	0.40**	0.49**	0.49**	0.40**	0.36*	0.16
穗粗						1	0.81**	0.76**	0.90**	0.82**	0.41**
穗行数							1	0.72**	0.70**	0.66**	0.33*
行粒数								1	0.70**	0.62**	0.40**
轴径									1	0.81**	0.39**
百粒重										1	0.32*
单株粒重											1

## 2.2.2 主要农艺性状耐旱系数途径分析

表3 自交系主要农艺性状耐旱系数途径分析

Table 3 Path analysis of drought tolerance coefficient for main agronomic traits of maize inbred lines

性状 Trait	直接作用 Direct action	株高 Plant height	穗位高 High ear height	雄穗长 Male spike length	ASI	穗长 Spike length
株高	0.619 9		-0.537 7	0.068 0	0.001 4	-0.041 3
穗位高	-0.65	0.512 8		0.068 0	0.001 5	-0.015 6
雄穗长	0.127 2	0.331 5	-0.347 5		0.000 2	-0.056 4
ASI	-0.003 6	-0.247 5	0.267 3	-0.007 2		0.015 9
穗长	-0.223 9	0.114 3	-0.045 3	0.032 0	0.000 3	
穗粗	0.216 7	0.284 7	-0.376 3	0.068 1	0.000 9	-0.090 5
穗行数	0.076 0	0.308 0	-0.416 8	0.066 0	0.001 6	-0.110 3
行粒数	0.312 4	0.212 2	-0.289 6	0.053 3	0.001 1	-0.108 7
轴径	0.056 9	0.269 3	-0.340 1	0.074 1	0.000 5	-0.089 5
百粒重	-0.052 0	0.252 5	-0.312 6	0.053 5	0.000 8	-0.081 5
性状 Trait	穗粗 Ear diameter	穗行数 Spike rows	行粒数 Kernels per row	轴径 Shaft diameter	百粒重 100-kernel weight	
株高	0.099 5	0.037 8	0.107 0	0.024 7	-0.021 2	
穗位高	0.125 4	0.048 8	0.139 2	0.029 8	-0.025 0	
雄穗长	0.116 0	0.039 5	0.131 0	0.033 2	-0.021 9	
ASI	-0.051 8	-0.034 4	-0.092 6	-0.008 1	0.011 9	
穗长	0.087 6	0.037 5	0.151 7	0.022 7	-0.018 9	
穗粗		0.061 5	0.238 2	0.051 0	-0.042 6	
穗行数	0.175 2		0.225 7	0.039 8	-0.034 3	
行粒数	0.165 3	0.054 9		0.039 6	-0.032 2	
轴径	0.194 3	0.053 1	0.217 6		-0.042 1	
百粒重	0.177 8	0.050 1	0.193 7	0.046 0		

研究各主要农艺性状对产量的贡献度大小,需要进一步对主要农艺性状与单株子粒产量耐旱系数进行通径分析。表3结果表明,株高对单株子粒产量的直接作用最大(0.619 9),通过行粒数的间接作用较大(0.107 0);其次是行粒数对单株子粒产量的直接作用(0.312 4),通过株高、穗粗的间接作用较大,分别为0.212 2、0.165 3,说明行粒数对单株产量的贡献是通过株高和穗粗实现的;穗粗对单株子粒产量的直接作用为0.216 7,通过株高、行粒数的间接作用达到0.284 7、0.238 2;雄穗长对单株子粒产量的直接作用为0.127 2,通过株高的间接作用达到0.331 5,通过穗粗、行粒数的间接作用为0.116 0、0.139 2。ASI值、百粒重、穗长、穗位高对单株子粒产量的直接作用均为负值,轴径对单株子粒产量的直接作用最小,为0.056 9。

正负抵消后,主要农艺性状对单株子粒产量的

影响依次为穗粗>行粒数>轴径>株高>雄穗长>穗行数>百粒重>穗位高>穗长>ASI,其中,穗粗、行粒数对单株产量的作用较大,分别为0.411 5、0.408 3;其次为轴径、株高、雄穗长、穗行数、百粒重、穗位高、穗长,分别为0.394 1、0.358 2、0.352 7、0.330 8、0.328 2、0.234 7、0.158 0。株高对单株子粒产量的直接作用最大,通过正负抵消后,作用效应降低,说明株高对产量的影响受到其他性状制约,必须协调性状之间的关系,才能发挥性状对产量的最大贡献;ASI对单株子粒产量的作用为-0.150 1,表明通过减小ASI值可适当增加产量。

通径分析结果表明,增加穗粗、行粒数是玉米自交系产量提高的主要原因,但是要兼顾轴径、株高、雄穗长、穗行数、百粒重等主要性状对产量提高的作用,同时要降低ASI对单株子粒产量的影响。

### 2.3 玉米自交系耐旱性综合评价

表4 47份自交系主要农艺性状耐旱系数与综合耐旱系数

Table 4 The drought tolerance coefficients of main agronomic traits for 47 inbred lines

自交系 Inbred line	株高 Plant height	雄穗长 Male spike length	穗粗 Ear diameter	穗行数 Spike rows	行粒数 Kernels per row	轴径 Shaft diameter	百粒重 100-grain weight	单株粒重 Grain weight per plant	综合耐旱系数 Comprehensive drought tolerance coefficient
掖52106	0.78	0.86	0.92	1.00	0.91	0.94	0.85	0.72	0.87
Mo17Ht	0.64	0.87	0.90	0.94	0.75	1.01	0.73	0.46	0.79
Os420	0.67	0.93	0.87	0.62	0.39	1.04	0.78	0.14	0.68
郑22	0.78	0.90	0.92	0.95	0.80	0.90	0.98	0.52	0.84
昌7-2	0.73	0.96	0.85	0.90	0.64	0.95	0.92	0.29	0.78
L289	0.62	0.83	0.89	1.01	0.67	0.92	0.77	0.81	0.82
8723	0.52	0.51	0.40	0.60	0.56	0.50	0.58	0.21	0.49
沈137	0.64	0.86	0.30	0.99	0.21	0.34	0.32	0.05	0.46
X178	0.68	1.07	0.95	1.02	0.84	0.98	0.84	0.48	0.86
W20	0.76	0.85	0.93	0.93	0.67	0.99	0.84	0.22	0.77
自330	0.76	0.88	0.84	0.84	0.55	0.93	0.82	0.29	0.74
混517	0.57	0.81	0.85	1.09	0.89	1.24	1.20	0.56	0.90
掖478	0.74	0.78	0.90	0.96	0.66	0.94	0.89	0.35	0.78
U8112	0.74	0.85	0.90	0.98	0.72	0.92	0.92	0.34	0.80
38-11	0.84	0.86	0.96	0.96	0.73	1.03	1.07	0.45	0.86
Mo17	0.82	0.86	0.68	1.03	0.74	0.66	1.00	0.35	0.77
P138	0.69	0.90	0.88	0.91	0.63	0.95	1.17	0.41	0.82
获白	0.57	0.77	0.75	0.86	0.53	0.28	0.26	0.36	0.55
9801	0.63	0.80	0.91	1.02	0.71	0.89	0.86	0.31	0.77
掖107	0.75	0.88	0.86	0.94	0.78	0.86	0.82	0.22	0.76
英64	0.75	0.97	0.86	0.99	1.04	0.92	0.93	0.46	0.86
7884Ht	0.66	0.62	0.90	0.93	0.69	0.80	1.04	0.25	0.74
M14	0.48	0.62	0.48	0.81	0.36	0.68	0.47	0.00	0.49
L317	0.78	0.78	0.82	0.91	0.46	0.63	0.91	0.15	0.68
郑58	0.88	0.87	0.99	0.98	0.78	1.01	1.09	0.48	0.88
444	0.77	0.85	0.86	0.96	0.72	0.91	0.89	0.48	0.80
丹340	0.76	0.91	0.93	1.01	0.94	0.95	0.82	0.46	0.85
吉63	0.69	0.79	0.94	1.00	0.75	0.95	0.90	0.34	0.80

续表4 Continued 4

自交系 Inbred line	株高 Plant height	雄穗长 Male spike length	穗粗 Ear diameter	穗行数 Spike rows	行粒数 Kernels per row	轴径 Shaft diameter	百粒重 100-grain weight	单株粒重 Grain weight per plant	综合耐旱系数 Comprehensive drought tolerance coefficient
黄早四	0.65	0.81	0.89	0.95	0.79	0.95	0.90	0.32	0.78
III.Hy	0.76	0.88	0.90	0.92	0.77	0.93	0.84	0.43	0.80
沈5003	0.73	0.82	0.92	0.94	0.70	0.94	1.07	0.41	0.82
鲁原92	0.72	0.82	0.95	0.97	0.56	1.08	0.89	0.24	0.78
齐319	0.77	0.88	0.83	0.90	0.84	0.90	0.97	0.44	0.82
WF9	0.77	0.88	0.73	0.92	0.52	0.88	0.39	0.28	0.67
DH65232	0.76	0.75	0.63	1.00	0.50	0.62	0.65	0.10	0.63
吉846	0.67	0.90	0.90	0.92	0.50	0.93	0.96	0.30	0.76
黄C	0.75	0.91	0.92	0.95	0.78	0.95	0.98	0.52	0.84
Ci187-2	0.75	0.90	0.90	0.93	0.54	0.90	0.89	0.22	0.75
K12	0.67	0.84	0.87	0.91	0.75	0.95	0.76	0.25	0.75
塘四平头	0.59	0.69	0.88	1.01	0.64	0.93	0.99	0.22	0.74
478	0.75	0.88	0.94	1.02	0.74	0.97	0.90	0.62	0.85
综31	0.71	0.77	0.83	0.96	0.61	0.91	0.74	0.05	0.70
525	0.73	0.89	0.88	0.95	0.72	0.91	0.95	0.30	0.79
铁84	0.58	0.85	0.98	0.91	0.50	1.08	1.50	0.31	0.84
吉853	0.66	0.76	0.90	0.99	0.77	0.59	0.82	0.33	0.73
E28	0.76	0.89	0.90	0.90	0.79	0.84	0.96	0.11	0.77
C103	0.65	0.70	0.93	1.01	0.87	0.93	0.88	0.38	0.79

根据自交系主要农艺性状方差分析和相关分析结果,选择干旱胁迫差异显著和变化趋势相同规律的株高、雄穗长、穗粗、穗行数、行粒数、轴径、百粒重、单株粒重等8个性状,计算各农艺性状耐旱系数和综合耐旱系数(表4)。结果表明,同一个自交系不同性状间耐旱系数存在差异,且不同自交系间同一性状耐旱系数也存在差异。利用耐旱系数对47份玉米自交系进行耐旱性评价,耐旱系数值小,表明在干旱胁迫下性状改变较大,耐旱能力差;耐旱系数值大,表明在干旱胁迫下性状改变较小,耐旱能力强。以各性状的耐旱系数累加,求出其综合耐旱系数。综合耐旱系数反应的是自交系的综合耐旱能力,系数越大,耐旱能力越强;反之则越弱。以综合耐旱系数为指标,将玉米自交系耐旱性分为3个级别,大于0.80为耐旱性较强,0.74~0.80为耐旱性中等,小于0.74则耐旱性较差。

根据耐旱类型分类表,47份自交系可以分为3类,其中,耐旱性较强的自交系包括混517、郑58、掖52106、英64、38-11、X178、478、丹340、黄C、郑22、铁84、齐319、P138、沈5003、L289、444、III.Hy、吉63、U8112,共19个,占参试自交系的40.4%;耐旱性中等的自交系包括525、C103、Mo17Ht、黄早四、昌7-2、鲁原92、掖478、W20、E28、Mo17、9801、掖107、吉846、Ci187-2、K12、塘四平头、自330、7884Ht,共18个,占

参试自交系的38.3%;自交系耐旱性较弱的自交系包括吉853、综31、L317、Os420、WF9、DH65232、获白、M14、8723、沈137,共10个,占参试材料的21.3%。不同玉米自交系对干旱的适应性和抗御能力不同,这些材料是我国玉米耐旱育种的重要种质资源。准确地鉴定与评价玉米自交系耐旱性是培育耐旱玉米杂交种的重要前提。

### 3 结论与讨论

同一个自交系不同性状间耐旱系数存在差异,且不同自交系间同一性状耐旱系数也存在差异。各主要性状与单株子粒产量耐旱系数的相关系数大小为穗粗>行粒数>轴径>株高>雄穗长>穗行数>百粒重>单株粒重>穗位高>穗长>ASI。主要农艺性状与单株子粒产量耐旱系数相关分析和通径分析结果表明,增加穗粗、行粒数是玉米自交系产量提高的主要原因,但是要兼顾轴径、株高、雄穗长、穗行数、百粒重等主要性状对产量提高的作用,同时要降低ASI等农艺性状对单株子粒产量的影响。

根据耐旱类型分类47份自交系可以分为3类,其中,耐旱性较强的自交系占参试自交系的40.4%;耐旱性中等的自交系占参试自交系的38.3%;耐旱性较弱自交系占参试材料的21.3%。

准确鉴定与评价玉米自交系耐旱性是培育耐旱

玉米杂交种的重要前提。不同学者采用不同耐旱评价指标和分级标准也会影响耐旱性评价的一致性。因此玉米耐旱性评价的准确性需要不同研究结果的相互佐证。我国玉米种植地域辽阔,生态气候复杂,干旱程度及持续时间对玉米生产的影响因地、因时而异,因此,开展玉米耐旱种质创新和耐旱新品种选育,应根据不同旱情选择不同的基础材料。

#### 参考文献:

- [1] 付凤玲,周树峰,潘光堂,等. 玉米耐旱系数的多元回归分析[J]. 作物学报,2003,29(3):468-472.  
Fu F L, Zhou S F, Pan G T, et al. Multiple regression analysis of drought tolerance coefficient in maize[J]. *Acta Agronomica Sinica*, 2003, 29(3): 468-472. (in Chinese)
- [2] 路贵和,等. 作物耐旱性鉴定方法与指标研究进展[J]. 山西农业科学,1999,27(4):39-43.  
Lu G H, et al. Progress in the research of crop drought-resistance appraise methods and indexes[J]. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 1999, 27(4): 39-43. (in Chinese)
- [3] 路贵和,任冬莲,王小强,等. 我国玉米品种耐旱性评价与分析[J]. 玉米科学,2010,18(3):20-24.  
Lu G H, Ren D L, Wang X Q, et al. Evaluation on drought tolerance of maize hybrids in China[J]. *Journal of Maize Sciences*, 2010, 18(3): 20-24. (in Chinese)
- [4] 杨金慧,毛建昌,李发民,等. 玉米品种农艺性状与子粒产量的相关和通径分析[J]. 中国农学通报,2003,19(4):28-30.  
Yang J H, Mao J C, Li F M, et al. Correlation and path analysis on agronomic traits and grain yield of maize hybrids[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2003, 19(4): 28-30. (in Chinese)
- [5] 王黄英,等. 几个玉米品种耐旱性的直接鉴定[J]. 玉米科学,2000,8(1):40-41.  
Wang H Y, et al. Direct identification of drought resistance of several maize varieties[J]. *Journal of Maize Sciences*, 2000, 8(1): 40-41. (in Chinese)
- [6] 李凤海,朱敏,陈雅彬,等. 几个常用玉米自交系耐旱性的比较[J]. 玉米科学,2008,16(5):7-10,15.  
Li F H, Zhu M, Chen Y B, et al. Comparative study on drought tolerance of several common maize inbred lines[J]. *Journal of Maize Sciences*, 2008, 16(5): 7-10, 15. (in Chinese)
- [7] 山军建,罗叔平,王鸿军,等. 玉米不同基因型的抗旱性鉴定及遗传分析[J]. 西北农业学报,1992(4):41-46.  
Shan J J, Luo S P, Wang H J, et al. Identification and genetic analysis of drought resistance of different genotypes in maize[J]. *Acta Agronomica Boreali-Occidentalis Sinica*, 1992(4): 41-46. (in Chinese)
- [8] 景蕊莲. 作物抗旱研究的现状与思考[J]. 干旱地区农业研究,1999,17(2):19-25.  
Jing R L. Present situation and approach of study on crop drought resistance[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 1999, 17(2): 19-25. (in Chinese)
- [9] 张华永,崔丽娜,董树亭,等. 37个常用玉米自交系抗旱性筛选[J]. 山东农业科学,2010(1):25-27.  
Zhang H Y, Cui L N, Dong S T, et al. Selection for drought resistance of 37 maize inbred lines[J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 2010(1): 25-27. (in Chinese)
- [10] 韩登旭,杨杰,邵红雨,等. 中国骨干玉米自交系抗旱性分析与评价[J]. 西北植物学报,2012,32(8):1648-1653.  
Han D X, Yang J, Shao H Y, et al. Analysis and evaluation of drought resistance of elite maize inbred lines in China[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2012, 32(8): 1648-1653. (in Chinese)
- [11] 韩登旭,杨杰,邵红雨,等. 新疆干旱条件下常用玉米自交系耐旱性鉴定研究[J]. 玉米科学,2012,20(4):15-18,21.  
Han D X, Yang J, Shao H Y, et al. Drought tolerance identification of ordinary maize inbred lines under drought stress in Xinjiang[J]. *Journal of Maize Sciences*, 2012, 20(4): 15-18, 21. (in Chinese)
- [12] 程慧金,梁晓玲,韩登旭,等. 我国不同年代主要玉米品种耐旱性鉴定与评价[J]. 新疆农业科学,2012,49(4):602-609.  
Cheng H J, Liang X L, Han D X, et al. Identification and evaluation of drought tolerance of major maize varieties of different eras in China[J]. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2012, 49(4): 602-609. (in Chinese)
- [13] 杨杰,雷志刚,梁晓玲,等. 新疆玉米新自交系耐旱性鉴定与评价[J]. 西北农业学报,2011(12):66-71.  
Yang J, Lei Z G, Liang X L, et al. Evaluation for drought tolerance of new maize inbred lines in Xinjiang[J]. *Acta Agronomica Boreali-Occidentalis Sinica*, 2011, 20(12): 66-71. (in Chinese)
- [14] 李争光,梁晓玲,雷志刚,等. 28个玉米自交系主要农艺性状耐旱性研究[J]. 新疆农业科学,2010,47(3):288-292.  
Li Z G, Liang X L, Lei Z G, et al. Study on drought tolerance of major agronomic traits of 28 maize inbred lines[J]. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2010, 47(3): 288-292. (in Chinese)
- [15] 陈勋基,阿来来提,郑军,等. 玉米不同自交系抗旱性综合评价研究,2008,45(2):317-322.  
Chen X J, A lai-lai-ti, Zheng J, et al. Analysis on integrated evaluation of maize drought-resistance[J]. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2008, 45(2): 317-322. (in Chinese)

(责任编辑:朴红梅)