

# 玉米不同时期抗旱性鉴定指标的 灰色关联度与聚类分析

张文英<sup>1</sup>, 柳斌辉<sup>1</sup>, 杨国航<sup>2</sup>, 彭海城<sup>1</sup>, 栗雨勤<sup>1</sup>

(1. 河北省农林科学院 旱作农业研究所, 河北 衡水 053000; 2. 北京市农林科学院 玉米研究中心, 北京 100089)

**摘要:** 试验从玉米抗旱性的系统性和整体性出发, 在玉米 4 个比较重要的生育时期, 即: 萌发期(播种-出苗)、苗期(出苗-拔节)、开花期(抽雄-吐丝)、灌浆期(授粉-收获)采用分阶段人工模拟干旱胁迫的方法, 利用综合性状比较优良的超级玉米品种为试验材料, 通过比较形态学、发育学、生理学等方面的抗旱性鉴定指标与玉米抗旱能力的关系, 通过一些简便易测指标的分析筛选, 建立一套可靠、迅速的指标体系。通过玉米抗旱性与各指标的相关分析、灰色关联度分析、聚类分析, 明确了各指标与玉米抗旱性关系及抗旱性鉴定的指标体系, 为综合评价不同玉米品种抗旱性奠定了基础。

**关键词:** 玉米; 抗旱鉴定指标; 灰色关联度; 聚类

中图分类号: S513.01 文献标识码: 文章编号: 1000-7091(2008)增刊-0096-03

## Maize Drought Periods Identification of Targets Associated with the Grey Cluster Analysis

ZHANG Wen-ying<sup>1</sup>, LIU Bin-hui<sup>1</sup>, YANG Guo-hang<sup>2</sup>, PENG Hai-cheng<sup>1</sup>, LI Yu-qin<sup>1</sup>

(1. Dryland Farming Institute, Agriculture and Forestry Academy of Hebei, Hengshui 053000, China;

2. Maize Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100089, China)

**Abstract:** This test started from the systemic and holistic of drought-resistance in corn and the more important corn four stages, namely: germination stage (seeding-emergence), the seedling (emergence-jointing), the florescence (tasselling-silking) pustulation stage (pollination-yield). Adopting aphased artificial drought and using the trial materials which were good super maize varieties of composite characters, this test comparated drought indicators and maize drought capacity of morphology, developmental science, physiology and other aspects, measures and analysis easy indicators to establish a reliable, fast index system. By analyzing correlation of maize drought and various indicators through grey correlation analysis, cluster analysis, it cleared drought index system and relations a indicator and drought-resistance in corn and laid the foundation of comprehensive evaluation of different corn varieties drought.

**Key words:** Corn; Drought-identifying index; Grey system; Clustering analyzing

玉米是我国第二大粮食作物, 为保证我国粮食饲料安全方面, 发挥越来越重要的作用。随着我国人口数量的增加, 耕地面积的锐减和人均水资源的短缺, 玉米等作物的生产必须朝着提高单位面积产量、节约水资源的方向发展, 玉米是需水较多, 对水分胁迫比较敏感的作物。玉米虽是雨热同期作物, 但经常出现伏旱或秋旱, 造成不同程度的减产或绝收。因此, 选育抗旱性强的新品种, 不仅可以保证高产稳产, 而且对节省有限水资源也有十分重要的意

义。准确地鉴定玉米品种的抗旱性, 是进行玉米抗旱育种、培育抗旱玉米品种的基础<sup>[1-7]</sup>。

### 1 材料和方法

#### 1.1 试验材料

采用北京市农科院玉米研究中心提供的 15 份玉米品种作为试验材料。

#### 1.2 试验方法

2006, 2007 年在河北省农林科学院旱作农业研

收稿日期: 2007-10-20

基金项目: 国家科技部支撑计划项目(2007BAD69B01); 北京市农业育种基础研究创新平台、北京市自然科学基金项目(YZPT02-03)

作者简介: 张文英(1975-)女, 河北阜城人, 助理研究员, 在职硕士, 主要从事小麦、玉米等品种的抗旱鉴定及遗传规律研究。

究所的模拟干旱棚中进行。试验设 4 个处理：全生育期干旱胁迫(在保障苗期正常生长和确保有一定产量的情况下,视情况灌水);非干旱胁迫,全生育期满足水分供应(全生育期灌水 2~ 3 次,总灌水量 200 mm 左右);开花期干旱胁迫和灌浆期干旱胁迫(即在其相应的生育时期均进行持续水分胁迫,复水后进行正常水分管理),2 次重复。为消除水肥互作影响,播种前底肥一次性施入(尿素 50 kg/亩)。种植方式为宽株距窄行距,行距 27 cm,株距 50 cm,4 行区,行长 2.1 m,小区面积 2.2 m<sup>2</sup>。每亩密度 5 500 株。全区收获,测定小区产量。用抗旱指数(DRI)表示各基因型的抗旱性。

抗旱性鉴定指标:

抗旱指数(DRI) =  $\frac{(Y_a)^2}{Y_m} \times \frac{Y_M}{(Y_A)^2}$

式中, Y<sub>a</sub> 是参试品种旱处理产量, Y<sub>m</sub> 是参试品种水处理产量, Y<sub>M</sub> 是对照种水处理平均产量, Y<sub>A</sub> 是对照种旱处理平均产量。

种子胁迫萌发指数(GDRI):

GDRI= 1.00nd2+ 0.75nd4+ 0.5nd6+ 0.25nd8

生长发育指标: ①产量实测值。收获前取样,待风干后配合玉米水分测定仪进行考种,在玉米生长期间,观测记载生育时期、抽雄吐丝间隔(ASI)、株高、穗位高、叶面积、枯黄叶片数、叶绿素含量等。 ②

根系参数(根长、次生根数目、根系吸收表面积等)先将待测根系用清水冲洗干净,然后用滤纸吸干附着水,进行各项指标的测定。根数、根长按照常规方法测定,根体积采用排水法测定,根干质量采用烘干称重法测定。

1.3 数据处理

利用以唐启义研制的 DPS 数据处理系统(Data Processing System),对所得的数据进行分析。

1.4 抗旱性评价标准

按河北省地方标准“农作物品种抗旱性鉴定规程”(DB13/T 398.5- 1999)进行。

2 结果与分析

2.1 玉米不同生育时期主要性状与全生育期抗旱性灰色关联度分析

表 1、2 表明,玉米萌发期的抗旱性鉴定指标应该是 GDRI 值,其次是渗透与非渗透胚芽长的比值,第 3 位是渗透胁迫下的胚芽长;玉米苗期的抗旱性鉴定指标应该是反复干旱成活率,其次是干旱胁迫下的叶面积和干旱胁迫下的株高;玉米花期的抗旱性鉴定指标应该是花期 DRI,其次是旱处理产量和 ASI;玉米灌浆期的抗旱性鉴定指标应该是灌浆期的 DRI,其次是旱处理产量和水处理产量。

表 1 玉米不同生育时期主要性状与全生育期抗旱性的灰色关联度分析

Tab.1 Grey system analysis of main properties in unlike period and drought resistance in different growth periods of corn

排序 Order	年度 Year	种子萌发期 Seed germinate		苗 期 Seedling stage		花 期 Florescence		灌浆期 Pustulation period	
		性状名称 Properties name	关联度 Correlation degree	性状名称 Properties name	关联度 Correlation degree	性状名称 Properties name	关联度 Correlation degree	性状名称 Properties name	关联度 Correlation degree
1	2007	GDRI	0.731 9	成活率	0.648 4	花期	0.917 8	灌浆期	0.850 8
	2006	胚芽长比值	0.774 5	叶面积	0.799	花期	0.830 6	灌浆期	0.839 8
2	2007	胚芽长比值	0.731 8	株高	0.614 6	旱处理产量	0.812 0	旱处理产量	0.830 1
	2006	GDRI	0.768 4	成活率	0.761 5	旱处理产量	0.799 0	旱处理产量	0.727 5
3	2007	胚芽长	0.699 7	叶面积	0.598 7	ASI	0.459 7	水处理产量	0.656 5
	2006	胚芽长	0.713 5	株高	0.617 8	ASI	0.659 0	水处理产量	0.577 3

表 2 玉米不同生育时期主要性状与全生育期抗旱性的相关分析

Tab.2 The analysis about main properties in unlike period and drought resistance in growth period of corn

年度 Year	花 期 Florescence DRI	灌浆期 Pustulation period DRI	胚芽长/cm Gemmule length	光合速率 Photosyn- thetic rate	百粒重 100-kemel weight	胚根干质量 Root dry weight	ASI	反复干旱 存活率 Repeat ridity livability	枯黄叶数 Yellow leave
2006	0.717**	0.774**	0.924**	0.648*	0.834**	0.780*	- 0.715*	0.679*	- 0.757*
2007	0.918**	0.920**	0.778**	0.3097**	0.401	0.245	- 0.589	0.527*	- 0.5744*

从玉米抗旱性研究的整体性出发,根据玉米的生长发育特性,将玉米抗旱性分为萌芽期、苗期、开花期、灌浆期 4 个时期的抗旱性分别加以研究,使研究工作得以简单化。根据灰色关联分析和指标相关

分析的结果,将种子萌发耐旱指数 GDRI、幼苗反复干旱成活率、花期抗旱指数和灌浆期抗旱指数作为玉米 4 个生育时期的抗旱性,并将其定义为一级抗旱指标;其次可以根据不同的生育时期进行其他辅

助指标的测定,如在萌发期可测胚芽长,初生根条数;在苗期可测根苗比;在开花期可测 ASI、光合速率;在灌浆期可测枯黄叶数、叶绿素含量。在抗旱性鉴定的实际应用中可根据育种阶段的不同,对各个生育时期和测定指标进行取舍。如杂交组合比较适合进行全生育的抗旱性鉴定,对于高代自交系可以选择开花期和灌浆期进行测定,而对早代自交系来说,因为必须在授粉时对材料进行选择淘汰,因此抗旱性状需要在开花前表现出来并且该性状的遗传力应该较强,因此 ASI 是最合适的一个选择指标。

植物生理学意义上的抗旱性是指植物对干旱胁迫的适应性和抵抗能力,其抗旱能力的高低主要表现在产量方面,因此产量指标是抗旱性最重要的鉴定指标。玉米在正常条件下高产,在干旱胁迫条件不减产是最理想的性状,研究表明,无论在花期干旱胁迫或灌浆期干旱胁迫还是在全生育期干旱胁迫,供试品种的产量均有不同程度的下降。相关分析表明,全生育期抗旱指数与开花期抗旱指数高度相关( $r=0.9178$ ,  $a=0.01$  时,  $r=0.6411$ );全生育期抗旱指数与灌浆期抗旱指数高度相关( $r=0.9201$ ,  $a=0.01$  时,  $r=0.6411$ ),这说明玉米这 3 个生育期的抗旱性是一致的。

## 2.2 玉米抗旱性鉴定的分级

依据多年的试验,生产应用结果,用模糊聚类方法划分了玉米抗旱性(高抗、中抗、抗旱、敏感、极敏感)5 级评价指标的标准(表 3)。河北省旱作所自 1997 年开始了玉米抗旱性鉴定研究工作,在全国率先开展了玉米新品种参加区域试验的同时进行抗旱性鉴定。

表 3 玉米抗旱性 5 级评价的标准		
Tab.3 Standard of maize drought resisance includes 5 steps		
级别 Rank	干旱胁迫表现 Drid coerce behavior	DRI
1	高抗	$\geq 1.2$
2	中抗	1.0~1.2
3	抗旱	0.8~1.0
4	干旱敏感	0.8~0.6
5	干旱极敏感	$\leq 0.6$

## 3 讨论

从育种学角度看,玉米在正常条件下高产,在干旱胁迫条件不减产是最理想的性状,Chionoy 提出的抗旱系数(旱地产量/水地产量)虽然曾被许多研究者用来衡量作物的抗旱性,但该指标只能说明作物品种的稳产性,而不能说明高产性或高产潜力的可塑性,难以为育种工作者提供选择高产抗旱基因型的依据;Finlay K W 等曾用品种的实际产量对环境

指数的回归判别其适应性,后来又被 Eberhart S A 等做了较大的改进, Bidinger 等提出抗逆指数  $Index = (Ya - Ys) / SEs$ 。但这些方法计算复杂,不易被接受,正如 Blum 所指出的<sup>[8,9]</sup>,育种工作者总是习惯采用比较简单的方法来评定品种表现。而抗旱指数 (DRI) 对抗旱系数做了实质性改进,在小麦等作物抗旱鉴定工作中,收到了良好的效果,并于 1999 年,成为我国第一个农作物品种抗旱性鉴定的地方标准。

从抗旱指数作为玉米抗旱性研究的整体性出发,根据玉米生长发育特性,将玉米的抗旱性分为萌芽期、苗期、开花期、灌浆等 4 个时期的抗旱性分别加以研究,筛选出各个生育时期的鉴定指标,在此基础上建立玉米种质的抗旱性鉴定技术体系,形成玉米抗旱性鉴定技术规程;探讨玉米不同时期的抗旱性鉴定性状与全生育期综合抗旱性之间的关系以及作用大小和影响程度<sup>[10~17]</sup>,为玉米抗旱组合的选择及其抗旱高产新品种选育提供依据。

### 参考文献:

[1] 汤章城. 植物对水分胁迫的反应和适应性[J]. 植物生理学通讯, 1983(3): 24-29.  
[2] 霍士平, 张兴端. 玉米种子萌发阶段的吸水率研究[J]. 玉米科学, 2004, 12(4): 54-57.  
[3] 东先旺. 小麦、玉米 666.7 hm<sup>2</sup> 产吨粮节水配套技术研究[J]. 耕作与栽培, 2003(1): 16-18.  
[4] 陈晓明, 罗远培. 土壤水分变化对冬小麦生长动态的影响[J]. 中国农业科学, 2001, 34(4): 403-409.  
[5] 居辉. 不同灌溉制度下冬麦产量效应与耗水特征研究[J]. 中国农业大学学报, 2000, 5(5): 23-29.  
[6] 郑洪建, 董树亭. 生态因素与玉米产量关系研究[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2000, 31(3): 315-319.  
[7] 张岁歧, 山仑. 植物水分利用率及其研究进展[J]. 干旱地区农业研究, 2002, 20(4): 1-5.  
[8] Dmeades G O. Cause for silk delay in a lowland tropical maize population[J]. Crop Sci, 2002, 22(4): 1029-1035.  
[9] Turner N C. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants, in: Mussel and R. C. Staples, eds[J]. Physiology in Crops Plants, John Wiley & sons, New York, 1979: 333-372.  
[10] 李壮, 许文娟. 玉米苗期抗旱性评价方法探讨[J]. 玉米科学, 2004, 12(2): 73-75.  
[11] 刘贤德, 李晓辉. 玉米自交系苗期耐旱性差异分析[J]. 玉米科学, 2004, 12(3): 63-65.  
[12] 杨国虎. 玉米抗旱性的鉴定指标及遗传育种研究进展[J]. 甘肃农业科技, 2002(10): 19-23.  
[13] 王泽立. 玉米耐旱性状遗传及对干旱的反应[J]. 山东省节水农业研究论文汇编, 2003: 94-99.  
[14] 张健, 池宝亮, 黄学芳, 等. 以活力抗旱指数作为玉米萌芽期抗旱性评价指标的初探[J]. 华北农学报, 2007, 22(1): 22-25.  
[15] 郭秀林, 刘子会, 栗秋生, 等. 玉米高产种质抗旱性鉴定及生理机理研究[J]. 华北农学报, 2007, 22(2): 101-105.  
[16] 张文英. 作物抗旱性鉴定研究及进展[J]. 河北农业科学, 2004, 8(1): 58-61.  
[17] 赵洪兵, 黄亚群. 不同玉米杂交种抗旱性比较及抗旱性鉴定指标的研究[J]. 华北农学报, 2007, 22(增刊): 66-70.