

不同玉米品种的抗旱性研究

韩业辉,刘 洋,苗 亿,王立达,李青超,周 超,孙培元

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:为了筛选出抗旱性较强的玉米品种,以黑龙江省西部地区 10 个主栽的玉米品种为试验材料,在人工控制干旱条件下,采用模糊隶属函数法对其抗旱性进行比较与评价。结果表明:嫩单 15、郑单 985 和垦单 10 号为高抗旱玉米品种;嫩单 13、先玉 335、鑫鑫 2 号和誉成 1 号为中等抗旱玉米品种;兴垦 3 号、吉单 27 和先玉 508 为不抗旱玉米品种。

关键词:玉米;抗旱性;品种;筛选;生理特性

中图分类号:S513 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)12-0033-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.12.0033

干旱是农业生产上的最大威胁之一,也是黑龙江省西部地区玉米主要气候灾害之一。据统计,每年由于干旱造成的粮食损失约为所有其它因素造成减产的总和^[1]。因此,深入研究玉米的抗旱性,选育优良的抗旱玉米品种是保持黑龙江省玉米高产、稳产的重要途径之一。本试验对黑龙江省西部地区 10 个主栽的玉米品种进行了抗旱评价,综合分析有关抗旱评价指标,筛选出抗旱性较强的玉米品种。

1 材料与方法

1.1 材料

试验以黑龙江省西部地区 10 个主栽玉米品种为供试材料,分别是郑单 958、先玉 335、先玉 508、兴垦 3 号、誉成 1 号、鑫鑫 2 号、垦单 10 号、嫩单 15、嫩单 13、吉单 27。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2014 年 5-10 月在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院科研基地的干旱棚中进行。分为正常供水(CK)和干旱胁迫(DT)两种处理,干旱胁迫处理只供充足苗期水,人为造成玉米抽雄期严重土壤水分胁迫。试验小区单行区,行长 3.0 m、行距 0.65 m、株距 0.2 m,采用随机区组设计,3 次重复。土壤条件黑钙土、有机质含量 1.16%,按大田正常施肥作基肥,磷酸二铵作种肥。在玉米的抽雄吐丝期测定各项生理指标。相对电导率采用 DDS-II A 型电导率仪测定,水势采用小液流法测定,可溶性糖含量采用蒽酮

比色法测定,脯氨酸含量采用茚三酮比色法测定,SOD 活性采用分光光度法测定,POD 活性采用愈创木酚法测定,MDA 采用硫代巴比妥酸法测定,叶绿素含量采用分光光度法测定,同时测定玉米抽雄至吐丝的间隔(ASI)以及叶夹角^[2-5]。

1.2.2 抗旱指标模糊隶属函数综合评价 不同抗旱指标的量纲通过模糊隶属函数法消除。模糊隶属函数法可以将不同的指标进行标准化。这种方法使得不同指标可以进行计算。能够系统准确地对不同玉米品种的抗旱性进行比较综合全面的评价^[6]。模糊隶属函数法^[6]可以根据公式计算各抗旱指标的隶属值(X_u):

$$X_u = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (1)$$

$$X_u = 1 - (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (2)$$

式中, X 为每个玉米品种某种抗旱指标的测定值, X_{\min} 为所有品种某指标的最小测定值, X_{\max} 为最大测定值。如果指标和抗旱性成正相关用①式,如果指标和抗旱性成负相关则用②式。累加各品种各指标的抗旱隶属值,求其平均值,平均值越大,抗旱性越强^[6-7]。 $X_u \geq 0.7$ 的玉米品种为高抗旱品种, $0.4 \leq X_u \leq 0.7$ 的玉米品种为中等抗旱品种, $X_u < 0.4$ 的玉米品种为不抗旱品种^[6]。胁迫敏感指数(SI)(%)=[正常对照测定值(CK)-干旱胁迫测定值(DT)]/正常对照测定值(CK)×100。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对不同玉米品种 MDA 含量和脯氨酸含量的影响

干旱胁迫下,不同玉米品种丙二醛(MDA)的含量见表 1。玉米叶片丙二醛含量在受到干旱胁迫后明显增加,说明丙二醛含量受干旱影响较大。不同品种受干旱影响后丙二醛含量变化不同^[6]。

收稿日期:2015-09-10

第一作者简介:韩业辉(1982-),男,黑龙江省牡丹江市人,硕士,助理研究员,从事玉米遗传育种研究。E-mail: hanyehui1982@163.com。

多重比较表明,嫩单 15、垦单 10 号、郑单 958 这 3 个品种的 MDA 含量与对照差异不显著,且 SI 绝对值低于 4.5%,先玉 508、吉单 27、兴垦 3 号这 3 个品种的 MDA 含量与对照差异显著。

脯氨酸是植物体内一种具有渗透调节性的物质。在植物体遇到干旱胁迫时,脯氨酸含量较对

照均表现为上升趋势,但不同品种增加量存在差异^[8]。由表 1 可见,在水分胁迫下,嫩单 15、郑单 958、先玉 335 和垦单 10 号增幅较大,且 SI 绝对值高于 90%,说明 4 个品种遇干旱胁迫时通过增加体内脯氨酸含量来抵御伤害的能力较强,而吉单 27、先玉 508、兴垦 3 号增幅较小。

表 1 干旱胁迫下,不同玉米品种 MDA 和脯氨酸含量比较

Table 1 The MDA and proline contents of different maize varieties under drought stress

品种 Varieties	MDA 含量/(nmol·g ⁻¹ FW) MDA content			脯氨酸含量/(μg·g ⁻¹) Proline content		
	CK	DT	胁迫敏感 指数 SI/%	CK	DT	胁迫敏感 指数 SI/%
嫩单 15	75.8 a±2.6	78.4 a±4.5	—3.4	77.8 a±1.2	225.6 b±4.3	—190.0
郑单 958	75.2 a±3.2	78.5 a±1.6	—4.4	62.5 a±1.6	179.5 b±3.7	—187.2
垦单 10 号	90.7 a±6.1	94.6 a±2.5	—4.3	72.7 a±2.5	191.4 b±6.5	—163.3
嫩单 13	80.2 a±5.2	88.4 a±4.1	—10.2	65.4 a±2.7	129.7 a±3.7	—98.3
先玉 335	82.7 a±2.1	91.4 a±4.6	—10.5	58.4 a±2.3	173.3 b±5.5	—196.7
鑫鑫 2 号	90.1 a±2.3	103.6 b±3.9	—15.0	46.7 a±3.6	94.5 b±3.4	—102.4
誉成 1 号	109 a±3.4	125.8 b±2.5	—14.8	85.3 a±2.4	182.3 b±5.7	—113.7
兴垦 3 号	92.4 a±1.7	115.9 b±6.5	—25.4	91.3 a±3.2	150.6 b±2.2	—85.6
吉单 27	95.2 a±1.7	125.9 b±5.1	—32.2	84.6 a±3.5	154.7 a±4.7	—82.9
先玉 508	84.6 a±2.5	107.8 b±1.4	—27.4	69.7 a±0.6	129.5 a±4.2	—85.8

不同字母表示同一品种不同处理在 $P<0.05$ 水平上差异显著。下同。
Different letters mean significant difference of the same variety of different treatment at 0.05 level. The same below.

2.2 干旱胁迫对不同玉米品种相对导电率和叶绿素含量的影响

由表 2 可见,干旱胁迫下郑单 958、垦单 10 号、嫩单 15 的相对电导率与对照差异不显著,SI 的绝对值低于 7%,说明干旱胁迫对其细胞膜系统破坏程度较低;而吉单 27、先玉 508、誉成 1 号

的相对电导率与对照差异显著,且 SI 的绝对值均高于 75%,说明其对于干旱胁迫较敏感,因而干旱胁迫对其膜系统损害较大。

干旱胁迫后,不同玉米品种叶片叶绿素分解速度不同。抽雄吐丝期玉米叶绿素含量最高,在此期间内遇到干旱胁迫会加快叶绿素分解的速度,

表 2 干旱胁迫下,不同玉米品种的相对电导率和叶绿素含量比较

Table 2 The relative electrical conductivity and chlorophyll content of different maize varieties under drought stress

品种 Varieties	相对电导率/% Relative electrical conductivity			叶绿素含量/(mg·dm ⁻²) Chlorophyll content		
	CK	DT	SI	DT	CK	(CK-DT)/CK
嫩单 15	58.4 a±1.2	61.7 a±32	—5.7	7.94	8.23	3.52
郑单 958	40.3 a±1.4	43.1 a±1.1	—6.9	7.75	8.38	7.51
垦单 10 号	34.5 a±1.1	36.3 a±0.7	—5.2	7.99	8.75	8.69
嫩单 13	32.2 a±0.6	35.4 a±0.5	—9.9	7.02	7.88	10.91
先玉 335	51.1 a±2.1	72.6 b±4.3	—42.1	6.54	7.32	10.66
鑫鑫 2 号	38.3 a±0.5	46.3 a±2.0	—20.9	7.49	9.12	17.87
誉成 1 号	24.6 a±1.3	45.4 b±1.3	—84.6	7.25	10.26	29.34
兴垦 3 号	54.7 a±1.2	68.2 a±3.1	—24.7	6.77	9.13	25.85
吉单 27	41.5 a±3.2	74.3 b±5.8	—79.0	6.72	7.35	8.57
先玉 508	25.4 a±1.6	47.1 b±4.5	—85.4	8.01	9.38	14.61

影响玉米光合作用从而影响产量^[9]。因此,叶绿素含量相对稳定的玉米品种可以较好的抵御干旱胁迫所造成的伤害,维持较高的光合速率。田间观察发现,干旱胁迫的玉米叶片卷曲,叶色变浅发黄,而抗旱性较好的品种变化幅度较小。由表 2 可以看出,干旱胁迫下,嫩单 15、郑单 958、垦单 10 号、吉单 27 叶绿素含量降低较小,说明在干旱的条件下,上述 4 个品种可以通过减缓叶绿素的降解,较好地维持正常的光合作用。而鑫鑫 2 号、兴垦 3 号和誉成 1 号叶绿素含量显著下降,从而影响正常的光合作用。

2.3 干旱胁迫对不同玉米品种 SOD 和 POD 活性的影响

由表 3 可以看出,在干旱胁迫下,嫩单 15、垦

单 10 号、鑫鑫 2 号的 SOD 活性较高,且与对照差异显著,SI 绝对值高于 85%;而吉单 27、先玉 508、兴垦 3 号与对照差异不显著,且 SI 绝对值低于 30%。不同玉米品种的 POD 活性变化规律与 SOD 变化相似。

2.4 干旱胁迫对不同玉米品种可溶性糖含量和叶片水势的影响

由表 4 可知,干旱胁迫下,可溶性糖的含量均表现为增加趋势。吉单 27、兴垦 3 号、先玉 508 增加幅度较大,SI 绝对值均高于 50%,嫩单 15、垦单 10 号和嫩单 13 增加量较少,SI 绝对值低于 30%,说明水分胁迫下,吉单 27、兴垦 3 号、先玉 508 通过增加体内可溶性糖含量来增强叶片渗透调节作用,减轻干旱损伤。

表 3 干旱胁迫下,叶片 SOD 和 POD 活性变化
Table 3 The activity of SOD and POD under drought stress

品种 Varieties	SOD/(U·g ⁻¹ FW)			POD/(μg·min ⁻¹ ·g ⁻¹ FW)		
	CK	DT	SI/%	CK	DT	SI/%
嫩单 15	14.4 a±1.1	27.3 b±1.3	-89.6	20.6 a±2.1	33.5 b±1.2	-62.6
郑单 958	15.5 a±1.5	27.6 b±2.5	-78.1	20.5 a±0.9	27.9 a±1.6	-36.1
垦单 10 号	24.3 a±1.4	47.1 b±1.6	-93.8	19.4 a±2.7	28.4 b±1.5	-46.4
嫩单 13	21.8 a±1.2	32.6 a±1.8	-49.5	24.5 a±2.7	41.1 b±1.8	-67.8
先玉 335	20.2 a±2.1	31.3 b±2.2	-55.0	20.8 a±1.6	29.3 b±2.6	-40.9
鑫鑫 2 号	16.7 a±2.1	32.5 b±2.4	-94.6	26.1 a±0.8	41.9 b±1.7	-60.5
誉成 1 号	24.7 a±1.2	33.5 a±2.1	-35.6	25.7 a±1.3	42.2 b±2.3	-64.2
兴垦 3 号	26.5 a±2.1	33.7 a±1.5	-27.2	28.4 a±1.3	35.1 a±2.4	-23.6
吉单 27	25.2 a±0.9	32.4 a±1.1	-28.6	21.7 a±1.4	27.2 a±0.9	-25.3
先玉 508	25.6 a±2.4	33.2 a±1.8	-29.7	19.3 a±2.1	24.5 a±2.7	-26.9

表 4 干旱胁迫下,玉米叶片可溶性糖含量和水势
Table 4 The content of soluble sugar and water potential under drought stress

品种 Varieties	可溶性糖/(mg·g ⁻¹) Soluble sugar content			叶水势/MPa Water potential		
	CK	DT	SI/%	DT	CK	DT-CK
嫩单 15	0.007 a	0.008 a	-14.3	-1.145	-0.249	0.896
郑单 958	0.009 a	0.013 b	-44.4	-1.142	-0.213	0.929
垦单 10 号	0.007 a	0.009 a	-28.6	-1.237	-0.285	0.952
嫩单 13	0.014 a	0.016 a	-14.3	-1.214	-0.217	0.997
先玉 335	0.010 a	0.013 a	-30.0	-1.216	-0.215	1.001
鑫鑫 2 号	0.010 a	0.014 a	-40.0	-1.247	-0.173	1.074
誉成 1 号	0.012 a	0.016 a	-33.3	-1.142	-0.201	0.941
兴垦 3 号	0.008 a	0.013 b	-62.5	-1.142	-0.203	0.939
吉单 27	0.009 a	0.014 b	-55.6	-1.143	-0.143	1.000
先玉 508	0.009 a	0.015 b	-66.7	-1.215	-0.134	1.081

玉米植株体内自由水流动的趋势就是叶水势,是植株内自由水高低的度量。它在一定程度

上可以表示叶片细胞液的浓度。叶水势越高,说明叶片的细胞液浓度越低,细胞吸水能力也就越

弱。当玉米受到干旱胁迫时,叶片水势的变化幅度可以作为衡量玉米抗旱的指标之一。叶片水势变化越小,干旱对玉米的影响越小,如:嫩单 15、郑单 958、垦单 10 号;叶片水势变化大,在受到干旱胁迫后水势变化的影响就越大,如:先玉 508、吉单 27 和鑫鑫 2 号。

2.5 干旱胁迫对不同玉米品种 ASI 和叶夹角的影响

玉米抗旱性最重要的一个指标是 ASI,即抽雄期和吐丝期间隔。ASI 是植物抗旱的最重要的指标之一,但植物的抗旱性不是由单一性状决定的,它是由多个性状综合影响控制的^[10]。ASI 时间过长会使玉米田间生产减产甚至绝产。由表 5 可知,在干旱胁迫后,嫩单 15、郑单 985、垦单 10 号的 ASI 值保持在 4~5 d,极个别的达到 6 d。而兴垦 3 号、吉单 27、先玉 508 均达到 7 d。玉米棒三叶是对玉米籽粒产量最重要的叶片^[11]。由表 5 可知,嫩单 15、郑单 985、垦单 10 号的玉米株型收敛更有利于抗旱,而兴垦 3 号、吉单 27、先玉 508 的叶夹角大,为披散型的玉米品种,其耐旱能力较弱。

2.6 玉米品种抗旱性的模糊隶属函数综合评价

玉米抗旱性不是由单一性状决定的,而是由多个不同的生理生化指标综合控制的结果。从试验中发现,抗旱性强的玉米品种并不是每一项生

理指标都优于抗旱性差的玉米品种。因而单一的指标性状并不足以完整反映玉米的抗旱性。因此,本研究采用了模糊隶属函数法对 10 个玉米品种 10 个抗旱性指标进行综合分析,抗旱性较强的玉米品种隶属均值较大。由表 6 可知,模糊函数隶属均值大于 0.7 的品种:嫩单 15、郑单 958、垦单 10 号的抗旱能力较强;隶属均值小于 0.4 的为不抗旱的品种,有兴垦 3 号、吉单 27、先玉 508;其余品种的隶属函数均值在 0.4~0.7,确定为中等抗旱的品种:嫩单 13、先玉 335、鑫鑫 2 号和誉成 1 号。

表 5 干旱胁迫对 ASI 和叶夹角的影响
Table 5 The ASI and leaf angle under drought stress

品种 Varieties	ASI /d	叶夹角/° Leaf angle
嫩单 15	4	36
郑单 958	6	39
垦单 10 号	5	41
嫩单 13	4	39
先玉 335	5	42
鑫鑫 2 号	6	39
誉成 1 号	6	41
兴垦 3 号	7	49
吉单 27	7	51
先玉 508	7	47

表 6 玉米品种的模糊函数隶属值

Table 5 Membership values of fuzzy function of maize varieties

项目 Items	嫩单 15	郑单 958	垦单 10 号	嫩单 13	先玉 335	鑫鑫 2 号	誉成 1 号	兴垦 3 号	吉单 27	先玉 508
隶属平均值 Membership values	0.803	0.786	0.756	0.673	0.612	0.537	0.415	0.389	0.367	0.316

3 结论

本研究采用模糊隶属函数综合评价方法,对 10 个供试玉米品种的 10 个抗旱性指标(叶片水势、脯氨酸、可溶性糖、外渗电导率、叶绿素、丙二醛、SOD、POD、ASI 及叶夹角)进行了综合评价。通过试验评出了高抗旱品种、中等抗旱品种及不抗旱品种,高抗旱玉米品种有:嫩单 15、郑单 985 和垦单 10 号;中等抗旱品种有嫩单 13、先玉 335、鑫鑫 2 号和誉成 1 号;不抗旱品种有有兴垦 3 号、吉单 27 和先玉 508。

参考文献:

[1] 鲍巨松,杨成书,薛吉全,等.不同生育时期水分胁迫对玉米生理特性的影响[J].作物学报,1991,17(4):261-265.
[2] 范翠丽,陈景堂,徐明举,等.玉米抽雄期抗旱性鉴定指标的研究[J].玉米科学,2007,15(1):112-114,127.

[3] 黄莺.杂交玉米品种抗旱性生理指标及综合评价初探[J].种子,2001,12(1):12-14.
[4] 兰巨生,胡福顺,张景瑞.作物抗旱指数的概念和统计方法[J].华北农学报,1990,5(2):20-25.
[5] 黎裕.作物抗旱鉴定的方法与指标[J].干旱地区农业研究,1993,3(1):26-29.
[6] 孙彩霞.玉米抗旱性鉴定指标体系及抗旱鉴定指标遗传特性的研究[D].沈阳:沈阳农业大学,2001,12(6):21-25.
[7] 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(S):66-70.
[8] 吴子恺.玉米抗旱育种[J].玉米科学,1994,2(1):6-9.
[9] 张振平,齐华,李威,等.玉米品种抗旱性筛选指标研究[J].玉米科学,2007,15(5):65-68.
[10] Fisher R A, Maurer R. Drought resistance in spring wheat cultivars I Grain yield responses[J]. Aust. J. Agric Research,1978,29(9):897-902.
[11] 赵欣欣,于运国,姜江,等.不同玉米杂交种抗旱性比较与评价[J].吉林农业大学学报,2003,25(1):4-7.