

不同玉米杂交种在两种土壤上的抗旱丰产性比较

张丽华^{1,2}, 于江^{1,2}, 徐晨^{1,2}, 闫伟平¹, 孙宁¹, 谭国波¹, 赵洪祥¹,
孟祥盟¹, 边少锋^{1*}

(1. 吉林省农业科学院农业资源与环境研究所, 长春 130033; 2. 农业部作物高效用水公主岭科学实验站, 吉林 公主岭 136100)

摘要:为了筛选出适宜不同生态类型区土壤种植的抗旱丰产型玉米品种, 采用 16 个常规玉米杂交种, 在公主岭可移动防雨棚内用淡黑钙土和黑土进行水分胁迫试验。试验结果表明, 玉米株高、穗长、穗粒数和百粒重与玉米抗旱性显著正相关, 可作为抗旱性鉴定指标。对 4 个抗旱性鉴定指标和 7 个抗旱指标进行抗旱隶属系数分析, 评价出适宜半干旱区淡黑钙土种植的高抗旱丰产型品种为先玉 335、京科 968 和华农 887, 中抗高产品种为秋乐 126、吉单 50 和翔玉 218; 适宜半湿润区黑土种植的高抗旱丰产玉米品种为先玉 335 和翔玉 218, 中抗高产品种为华农 887、京科 968 和吉单 50; 适用于两种土壤种植的抗旱丰产型玉米品种有先玉 335、京科 968、华农 887、翔玉 218 和吉单 50。

关键词:玉米杂交种; 土壤类型; 抗旱性; 丰产性

中图分类号: S513

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2020)05-0001-05

Comparison of Drought Resistant of Different Maize Hybrids on Two Soils

ZHANG Lihua^{1,2}, YU Jiang^{1,2}, XU Chen^{1,2}, YAN Weiping¹, SUN Ning¹, TAN Guobo¹, ZHAO Hongxiang¹,
MENG Xiangmeng¹, BIAN Shaofeng^{1*}

(1. Institute of Agricultural Resources and Environment, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033;
2. Gongzhuling Experimental Station of Crop Water Use, Ministry of Agriculture, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: In order to screen out drought resistant and high-yield maize varieties which is suitable for planting in different ecological types of soil, 16 conventional maize hybrids were used to carry out water stress test with light chernozem and black soil in movable rainproof shed in Gongzhuling. The results showed that plant height, ear length, kernels per spike and hundred-grain weight were positively correlated with drought resistance of maize, which could be used as drought resistance identification index. Four drought resistance identification indexes and seven drought resistance indexes were analyzed. The results showed that Xianyu 335, Jingke 968 and Huanong 887 were the high drought resistant and high-yield maize varieties. Qiule 126, Jidan 50 and Xiangyu 218 were middle resistant and high-yield varieties. Xianyu 335 and Xiangyu 218 were the high drought resistant and high yield maize varieties suitable for planting in semi humid black soil. Huanong 887, Jingke 968 and Jidan 50 were middle resistant and high yield varieties. The drought resistant and high yield maize varieties suitable for planting in both kinds of soil are Xianyu 335, Jingke 968, Huanong 887, Xiangyu 218 and Jidan 50.

Key words: Maize hybrid; Soil type; Drought resistant; High yield

干旱是我国自然灾害之首, 干旱灾害损失约占气候灾害总经济损失的 50% 以上^[1]。而东北地区是旱灾高发区, 一般年份可使玉米减产 20% ~

30%^[2], 干旱是制约我国农业稳定发展和粮食安全的主要因素^[3-4]。播种抗旱性强的玉米品种是保证高产、稳产的基础。关于玉米品种抗旱性的研究报道均是在相同的自然和土壤环境条件下进行的^[5-9], 选出的高抗品种具有一定的区域局限性, 本文选用 16 个常规玉米品种在 2 种生态区土壤上进行抗旱性研究, 筛选出适于吉林省中、西部土壤种植的抗旱品种, 为两种生态区的农业生产推荐抗旱性强的优良品种提供理论依据。

收稿日期: 2019-05-05

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD0300605)

作者简介: 张丽华(1974-), 女, 研究员, 硕士, 主要从事农作物旱作节水栽培技术研究。

通讯作者: 边少锋, 男, 博士, 研究员, E-mail: bsf8257888@sina.com

1 材料与方 法

1.1 试验设施及土壤类型

吉林省农业科学院公主岭院区可移动防雨棚内微区试验,晴天棚体移开,试验区完全开放,雨天移回棚体遮挡雨水。试验小区为完全独立区,不与外界土壤、水分相通,供试土壤为半湿润区的黑土(有机质含量 2.24%,最大田间持水量 24.1%)和半干旱区的淡黑钙土(有机质含量 1.18%,最大田间持水量 18.9%)。

1.2 试验材料与方法

16个常规玉米品种见表1。试验设无胁迫对照和水分胁迫处理,对照全生育期土壤(0~60 cm)相对含水量70%以上,处理在拔节、抽雄和吐丝期进行3次水分胁迫,胁迫至土壤相对含水量达50%时开始复水,复水方法为水表计量垄上滴灌,复水量30 mm。小区面积2.4 m²,密度6万株/hm²,随机区组设计,3次重复。

表1 供试玉米品种

编号	品种	编号	品种
1	富民985	9	吉单558
2	翔玉211	10	京科968
3	翔玉218	11	秋乐126
4	优迪919	12	天农九
5	吉农大778	13	先玉335
6	华农887	14	先玉696
7	良玉99	15	吉单66
8	农华101	16	吉单50

调查玉米形态、光合及产量等指标,对各调查指标及以产量为基准的抗旱指标进行抗旱相关性分析。抗旱指标为:抗旱系数(Cd)= $Y_d/Y_w^{[10]}$;干旱伤害指数(DDI)= $1-Y_d/Y_w^{[11]}$;干旱胁迫强度(DI)= $1-Y_{md}/Y_{mw}^{[12]}$;干旱敏感指数(DSI)=($1-Y_d/Y_w$)/(Y_{md}/Y_{mw})^[12];耐旱指数(DTIv)=($Y_d \times Y_w$)/ Y_{mw}^2 ^[12];抗旱指数(DRI)=(Y_d/Y_w) $\times$ (Y_d/Y_{md})^[11];算术平均生产力(MP)=(Y_d+Y_w)/2^[12];几何平均生产力(GMP)=($Y_d \times Y_w$)^{1/2}^[12]。Y_d和Y_w为干旱和对照的产量;Y_{md}和Y_{mw}为供试品种在干旱胁迫和正常供水条件下的平均产量。采用模糊隶属函数计算出与抗旱性显著相关的各测量指标相对值和抗旱指标在各品种的具体隶属值^[12]。

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

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

式中X_u为各品种某些指标的测定值,X_{max}和

X_{min}为所有品种此指标的最大和最小测定值。指标和抗旱性正相关用(1)式,反之用(2)式。计算出各品种各指标的抗旱隶属平均值。采用6400光合仪测定玉米灌浆初期穗位叶光合性状,利用DPSv 7.05数据处理系统进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同玉米品种在两种土壤上的产量表现

水肥管理相同条件下,同一玉米品种在黑土中的生产能力高于淡黑钙土,这是由土壤特性所致。相同土壤环境中干旱条件下,玉米产量波动幅度是品种抗旱能力最直接的表现,抗旱性强的品种保持稳产,而抗旱性弱的品种大幅减产。

淡黑钙土正常供水条件下,玉米产量高于同等条件下所有品种平均产量10%的品种有:先玉335、秋乐126、京科968和吉单50,高于平均产量5%的品种有:翔玉218和华农887。水分胁迫条件下高于同等条件平均产量10%的品种有:先玉335、华农887、京科968和吉单50,高于均产5%的品种有:秋乐126和翔玉218。水分胁迫下减产率低于5%的品种有:先玉335、华农887、翔玉211、吉单558、天农九、先玉696、吉单66和京科968,减产率在5%~10%之间的品种有:翔玉218、优迪919、吉农大778、良玉99、华农101、秋乐126和吉单50,富民985减产10%以上(表2)。

黑土正常供水玉米产量高于同等条件下所有品种平均产量10%的品种仅有先玉335,高于平均产量5%的品种有:翔玉218、华农887、京科968和吉单50。水分胁迫条件下高于同等条件平均产量10%的品种有:先玉335、翔玉218和秋乐126,高于均产5%的品种有:吉农大778、华农887、京科968、吉单50和农华101。水分胁迫减产率低于5%的品种有:翔玉218、吉农大778、良玉99、秋乐126和先玉335,减产率高于10%的品种有:富民985、优迪919、华农887、吉单558、京科968、天农九和吉单50,减产率介于二者之间的品种有:翔玉211、农华101、先玉696和吉单66(表2)。

2.2 玉米产量与各调查性状的相关性分析

分析玉米产量与干旱条件下各调查性状之间的相关性,选出与产量显著相关的性状作为玉米品种抗旱性鉴定指标。表3中株高、穗部性状和光合性状与玉米产量显著相关;表4中株高和穗部性状与玉米产量显著相关。综合表3和表4,将株高、穗长、穗粒数和百粒重作为玉米抗旱性鉴

表2 不同玉米品种在两种土壤中的产量表现

品种	淡黑钙土			黑土		
	干旱	对照	减产幅度(%)	干旱	对照	减产幅度(%)
富民985	1.09	1.21	-10.3	1.23	1.55	-20.6
翔玉211	1.29	1.35	-4.2	1.37	1.51	-9.3
翔玉218	1.35	1.44	-5.9	1.64	1.71	-3.7
优迪919	1.20	1.32	-8.5	1.36	1.70	-20.3
吉农大778	1.16	1.27	-8.2	1.56	1.62	-3.5
华农887	1.41	1.43	-1.4	1.56	1.75	-10.7
良玉99	1.10	1.18	-6.9	1.41	1.43	-1.4
农华101	1.20	1.31	-8.4	1.52	1.66	-8.5
吉单558	1.12	1.13	-1.3	1.22	1.46	-16.2
京科968	1.46	1.51	-3.5	1.54	1.75	-11.7
秋乐126	1.38	1.46	-5.7	1.61	1.64	-1.6
天农九	0.95	0.95	0.3	0.97	1.32	-26.4
先玉335	1.54	1.56	-1.3	1.73	1.77	-2.0
先玉696	1.25	1.28	-2.6	1.44	1.55	-6.8
吉单66	1.20	1.22	-1.7	1.37	1.47	-6.8
吉单50	1.41	1.51	-6.6	1.54	1.71	-10.0
均值	1.26	1.32	-4.8	1.44	1.60	-9.8

表3 淡黑钙土区玉米各性状的相关性

相关系数	胁迫产量	对照产量	百粒重	穗粒数	穗长	穗粗	出籽率	株高	穗位高	穗位系数	叶面积	光合速率
对照产量	0.97**	1										
百粒重	0.81**	0.85**	1									
穗粒数	0.64**	0.61**	0.2	1								
穗长	0.60*	0.50*	0.33	0.70**	1							
穗粗	0.34	0.43	0.61**	-0.12	-0.2	1						
出籽率	-0.17	-0.25	-0.47	0.23	0.34	-0.82**	1					
株高	0.66**	0.57*	0.48*	0.42	0.50*	0.21	0.08	1				
穗位高	0.51*	0.38	0.37	0.19	0.43	0.29	0	0.70**	1			
穗位系数	0.23	0.1	0.16	-0.05	0.24	0.24	-0.06	0.29	0.88**	1		
叶面积	0.47	0.44	0.19	0.58*	0.26	0.26	0.02	0.19	0.14	0.05	1	
光合速率	0.54*	0.53*	0.51*	0.41	0.46	-0.05	0.03	0.51*	0.13	-0.15	0.07	1
蒸腾速率	0.66**	0.66**	0.46	0.65**	0.64**	-0.16	0.12	0.32	0.03	-0.19	0.22	0.74**

注:*表示 $P<0.05$, **表示 $P<0.01$, 下同

定指标,将其它性状作为抗旱鉴定的参考指标。

2.3 玉米产量与抗旱指标的相关性分析

由表5可知,两种土壤干旱胁迫下玉米产量与对照产量及各抗旱指标的相关性均达到极显著水平,而且各抗旱指标间的相关性也均达到极显著水平,故可以用这些指标对玉米品种进行抗旱性比较。Cd、DDI和DSI与胁迫产量的相关性达到显著水平,而与对照产量相关性不显著,说明这3项指标更能反映出品种的抗旱性。Cd可直接反映出干旱胁迫下玉米品种产量变化,Cd越大,

抗旱性越强。DDI和DSI越小的品种抗旱性越强。DTLv、DRI、MP和GMP与胁迫产量和对照产量的相关性均达到极显著水平,说明这4项指标不仅反映了品种的抗旱性能,也反映出了品种的生产能力,玉米品种越抗旱,水分胁迫条件下生产潜力越大。

2.4 不同玉米杂交种的抗旱隶属度分析

由于作物的抗旱性是多基因综合作用的结果,应用模糊隶属函数法能较准确可靠地反映出品种的整体抗旱水平。又因为隶属度值将各材料

抗旱系数扩展到[0, 1]闭区间上,使各材料抗旱性的差异具有可比性,能较准确地评定不同材料间的抗旱性。为此,根据模糊数学中的隶属函数法分别计算出株高、玉米穗长、穗粒数和百粒重4个性状相对值的抗旱隶属系数和7个抗旱指标的隶属系数,并计算出各品种的平均抗旱隶属系数作为抗旱鉴定的综合评价标准,对供试品种进行抗旱性鉴定(表6)。

表4 黑土区玉米各性状的相关性

相关系数	胁迫 产量	对照 产量	百粒重	穗粒数	穗长	穗粗	出籽率	株高	穗位高	穗位 系数	叶面积	光合 速率
对照产量	0.82**	1										
百粒重	0.57*	0.65**	1									
穗粒数	0.78**	0.46	0.08	1								
穗长	0.92**	0.70**	0.49*	0.80**	1							
穗粗	0.12	0.17	0.64**	-0.29	0	1						
出籽率	-0.25	-0.24	-0.59*	0.05	-0.12	-0.74**	1					
株高	0.67**	0.50*	0.54*	0.38	0.69**	0.1	-0.17	1				
穗位高	0.31	0.17	0.39	0.01	0.2	0.62**	-0.47	0.31	1			
穗位系数	-0.06	-0.13	0.09	-0.22	-0.2	0.60*	-0.43	-0.19	0.87**	1		
叶面积	0.46	0.49*	0.04	0.59*	0.41	0.05	-0.11	-0.02	0.14	0.12	1	
光合速率	0.3	0.18	-0.05	0.43	0.39	-0.46	0.45	0.43	-0.41	-0.65**	-0.07	1
蒸腾速率	0.27	0.16	-0.12	0.41	0.34	-0.4	0.32	0.35	-0.34	-0.53*	-0.01	0.94**

表5 玉米产量与抗旱指标的相关系数

相关系数	Y _w	Cd	DDI	DSI	DTL _v	DRI	MP	GMP
Y _d	0.82**	0.80**	-0.80**	-0.80**	0.97**	0.97**	0.97**	0.97**
Y _w	1.00	0.32	-0.32	-0.33	0.94**	0.67**	0.94**	0.93**
Cd		1.00	-1.00**	-1.00**	0.62**	0.91**	0.63**	0.63**
DDI			1.00	1.00**	-0.62**	-0.91**	-0.63**	-0.63**
DSI				1.00	-0.62**	-0.92**	-0.63**	-0.64**
DTL _v					1.00	0.88**	1.00**	1.00**
DRI						1.00	0.88**	0.89**
MP		*P<0.05	**P<0.01				1.00	1.00**

注: Y_d为胁迫产量; Y_w为对照产量; Cd为抗旱系数; DDI为干旱伤害指数; DSI为干旱敏感指数; DTL_v为耐旱指数; DRI为抗旱指数; MP为算术平均生产力; GMP为几何平均生产力

表6 不同玉米品种在2种土壤中的抗旱隶属系数变化及抗旱性划分

淡黑钙土			黑土		
品种	抗旱隶属系数	抗旱性划分	品种	抗旱隶属系数	抗旱性划分
先玉 335	0.79	高抗	先玉 335	0.89	高抗
京科 968	0.73		翔玉 218	0.88	
华农 887	0.63		秋乐 126	0.84	
吉单 66	0.61		吉农大 778	0.8	
吉单 50	0.55		良玉 99	0.8	
秋乐 126	0.51	中抗	华农 887	0.72	中抗
吉单 558	0.5		农华 101	0.71	
先玉 696	0.49		吉单 50	0.68	
翔玉 218	0.47		先玉 696	0.67	
农华 101	0.45		吉单 66	0.67	
翔玉 211	0.44		京科 968	0.63	
优迪 919	0.41		翔玉 211	0.6	

续表 6

淡黑钙土			黑土		
品种	抗旱隶属系数	抗旱性划分	品种	抗旱隶属系数	抗旱性划分
良玉 99	0.29	低抗	吉单 558	0.44	低抗
天农九	0.25		优迪 919	0.38	
吉农大 778	0.23		富民 985	0.3	
富民 985	0.22		天农九	0.07	

同一玉米品种在黑土的抗旱隶属系数高于淡黑钙土。相同土壤不同品种的抗旱性差异也较大,根据平均抗旱隶属系数将品种抗旱性划分为3个等级即高抗、中抗和低抗。由于两种土壤的隶属系数变化区间不同,因此分别划分。淡黑钙土区隶属系数 ≥ 0.60 的为高抗类型, $0.40 \leq$ 隶属系数 < 0.60 的为中抗类型,隶属系数 < 0.40 的为低抗类型;黑土区隶属系数 ≥ 0.80 的为高抗类型, $0.60 \leq$ 隶属系数 < 0.80 的为中抗类型,隶属系数 < 0.60 的为低抗类型。

2.5 不同玉米品种的抗旱丰产性比较

依据抗旱隶属系数划分标准,淡黑钙土区高抗品种有:先玉 335、京科 968、华农 887 和吉单 66;黑土区高抗品种有:先玉 335、翔玉 218、秋乐 126、吉农大 778 和良玉 99;先玉 335 在两种土壤上均表现为高抗,说明该品种适应性强,适于吉林省中、西部区域种植;吉农大 778 和良玉 99 在黑土中抗旱性强而在淡黑钙土中抗旱性弱,说明这 2 个品种对土壤要求较高,更适宜黑土区种植;翔玉 218、秋乐 126、京科 968、华农 887 和吉单 66 抗旱性属于中等偏上水平;吉单 558 和优迪 919 抗旱性属于中等偏下水平;而天农九和富民 985 在两种土壤中抗旱性均较弱。

结合玉米产量状况分析得出,淡黑钙土区高抗丰产品种为先玉 335、京科 968 和华农 887,中抗高产品种为秋乐 126、吉单 50 和翔玉 218;黑土区高抗丰产品种为先玉 335 和翔玉 218,高抗中产品种为吉农大 778 和秋乐 126,中抗高产品种为华农 887、京科 968 和吉单 50。先玉 335 在两种土壤中均表现为高抗丰产,而富民 985 和天农九在两种土壤中产量和抗旱性均表现为较低。

3 结 论

本文筛选出株高、穗长、穗粒数和百粒重 4 个抗旱性鉴定指标,评价出淡黑钙土高抗丰产玉米品种先玉 335、京科 968 和华农 887,中抗高产品种秋乐 126、吉单 50 和翔玉 218,黑土中高抗丰产玉米品种先玉 335 和翔玉 218,中抗高产品种华农 887、京科 968 和吉单 50,高抗中产品种吉农大 778 和秋乐 126,先玉 335 在两种土壤中均表现为高抗丰产。

参考文献:

[1] 辛吉武,许向春.我国的主要气象灾害及防御对策[J].灾害学,2007,22(3):85-89.

[2] 齐 伟,张吉旺,王空军,等.干旱胁迫对不同耐旱性玉米杂交种产量和根系生理特性的影响[J].应用生态学报,2010,21(1):48-52.

[3] 白向历,孙世贤,杨国航,等.不同生育时期水分胁迫对玉米产量及生长发育的影响[J].玉米科学,2009,17(2):60-63.

[4] 王春乙,娄秀荣,王建林.中国农业气象灾害对作物产量的影响[J].自然灾害学报,2007,16(5):37-43.

[5] 宋 碧,曾永德,左乾勇,等.不同玉米品种萌芽期抗旱性研究[J].贵州农业科学,2005,33(1):17-19.

[6] 孙 琦,张世煌,郝转芳,等.不同年代玉米品种苗期耐旱性的比较分析[J].作物学报,2012,38(2):315-321.

[7] 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.

[8] 张丽华,赵洪祥,谭国波,等.不同玉米杂交种抗旱性比较研究[J].玉米科学,2012,20(3):29-33.

[9] 闫伟平,边少锋,张丽华,等.半干旱区抗旱丰产玉米品种的评价及筛选[J].东北农业科学,2017,42(3):1-5.

[10] 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.

[11] 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.

[12] 黎 裕,王天宇,刘 成,等.玉米抗旱品种的筛选指标研究[J].植物遗传资源学报,2004,5(3):210-215.

(责任编辑:刘洪霞)