

玉米自交系抗旱性鉴定试验报告

闫治斌 罗致春 段卫稷 马世军 闫富海 许清录

(甘肃省敦煌种业集团股份有限公司研究院,酒泉 735000)

摘要:以 101 份优良自交系为材料,在甘肃省敦煌种业集团股份有限公司研究院酒泉育种基地设置田间自然抗旱鉴定试验,以抗旱系数为主要考察指标,筛选相关性状指标形成综合抗旱系数。试验初步筛选出抗旱性状优良的玉米自交系 24 份,其中 LH52、DH257、HL40、PHR31 抗旱等级为 1 级,其余 20 份 54358、DG10、HL57、HL49、LH160、HL50、HL45、HL44、DG07、HL58、DG04、K10 改、DG11、PHW53、939、B1M、HB7、HB5、HL47、DG27 抗旱等级为 2 级,这些抗旱性状优良且亲缘关系较远的自交系宜在抗旱玉米新品种选育中作为亲本和基础种质重点加以利用。

关键词:玉米;自交系;干旱胁迫

玉米是重要的粮食、饲料、工业原料和生物能源作物,也是旱地作物中需水量较大的作物之一,干旱是影响玉米产量的主要非生物胁迫因素。近年来,一些地区玉米花期伏旱缺水导致结实不良的问题非常突出,多造成 20%~30% 的减产^[1]。有关研究表明,玉米在各生育期受到干旱胁迫都会造成不同程度的减产,尤其在开花期前后受到干旱胁迫对产量影响最大^[2]。玉米在开花期水分充足和亏缺条件下产量表现差距很大。因此,抗旱系数(即旱区性状值 Yd 与水区性状值 Yw 的比值)可作为玉米抗旱性鉴定的基本指标,雌雄开花间隔期(ASI)等性状则可

作为次级指标^[3]。目前,关于玉米抗旱性的研究多集中在杂交品种上,对自交系材料的抗旱性鉴定及遗传机制的研究还比较少。玉米基因型间存在着广泛的抗旱遗传变异,与抗旱性有关的性状在很大程度上受加性基因效应的影响。可见,通过合理的田间鉴定试验和数据分析,准确评价常用自交系的抗旱特性,对选育抗旱玉米新品种具有重要的支撑意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试玉米自交系共 101 个,来自敦煌种业研究院西北、黄淮海、东华北 3 个生态区(表 1)。

表 1 参试品种名称及编号

编号	名称	编号	名称	编号	名称	编号	名称	编号	名称
1	DH257	22	HB7	43	54358	64	DG12	85	HL50
2	448	23	HB8	44	35S	65	DG13	86	HL53
3	DH5599	24	3807	45	DX-2 父	66	DG14	87	HL57
4	840	25	3805	46	Z5-3	67	DG15	88	HL58
5	M915	26	dx-2 母	47	Z5-3HZ	68	DG17	89	HL62
6	1072	27	K6	48	C70	69	DG18	90	L201
7	1072A	28	Z15234	49	FK16	70	DG19	91	LH284
8	K10	29	Z155	50	N7113	71	DG20	92	AM0776
9	K10 改	30	FKM3X	51	B10Z5	72	DG21	93	姚母
10	336	31	MS3807	52	N7554	73	DG22	94	姚父
11	1087	32	FKM9	53	B1M	74	DG23	95	DG26
12	939	33	38053	54	DG01	75	DG24	96	PHW53
13	四-144	34	M089	55	DG02	76	HL34	97	PHR31
14	81162	35	447	56	DG03	77	HL39	98	LH168
15	17DR001	36	TX273	57	DG04	78	HL40	99	LH186
16	HB1	37	457-1	58	DG05	79	HL41	100	LH160
17	HB2	38	TX89	59	DG06	80	HL43	101	DG27
18	HB3	39	LH52	60	DG07	81	HL44		
19	HB4	40	PHN37	61	DG08	82	HL45		
20	HB5	41	HB09	62	DG10	83	HL47		
21	HB6	42	DH358	63	DG11	84	HL49		

基金项目:国家重点研发计划项目(2017YFD0101101-2)

通信作者:罗致春

1.2 试验设计 试验地点位于甘肃省敦煌种业集团股份有限公司研究院酒泉育种基地(98° 56' E, 39° 15' N),设置干旱胁迫和正常灌水(CK) 2个处理,每个处理3次重复,区组随机排列,1行区,行长4.0m,行距0.5cm,株距0.27cm,密度7.5万株/hm²,覆膜坐墒播种。对照处理在拔节期、抽雄期、灌浆期共灌水4次,干旱处理在花期(6月18日至7月29日)停止灌水,保持干旱41d,其他田间管理与对照一致。

1.3 观测项目及调查方法 雌雄开花间隔期(ASI):以散粉期小区内50%植株雄穗主枝开始散粉的日期为准。吐丝期:以小区内50%雌穗花丝抽出苞叶3cm的日期为准,计算间隔天数。叶片萎焉度:旱区花期干旱胁迫结束前2d调查,主要以穗位叶和穗位上下2片叶调查,以小区内50%以上的代表性植株划分等级,由低到高分5级记载,即5级(在中午玉米叶片全展,叶片无受旱现象)、3级(卷叶涉及到叶脉中央,早晨微卷)、1级(叶片卷曲,而且叶片出现折断,呈“V”形)。籽粒干重:各试验小区等面积采收,自然晾晒1周,脱粒称重,按14%标准水分折算籽粒产量,用经过矫正的专用水分测定仪测定籽粒含水率与容重。株高:在乳熟期选取小区内具有代表性的植株5株,从地面量至雄穗顶端的

高度。穗长、穗粗:成熟收获后每小区取5枚样穗,应用图像考种仪采集。

1.4 数据分析方法 参照路贵和等^[4]的方法,以抗旱系数为主变量,采集的7个农艺性状相对值为解释变量,进行相关性分析。选取其中相关性显著且有鉴定修正意义的性状值,以入选性状相关系数为权重,计算修正加权系数,公式如下。

$$WDC = (HI + (TR' \times |r_i| \div \sum_{i=1}^n |r_i|)) \div 2$$

WDC—综合抗旱系数; HI—抗旱系数, $HI = Y_d / Y_w$, 其中 Y_d —旱区产量, Y_w —水区产量; TR—性状相对值, $TR = X_d / X_w$;

TR'—性状相对值标准化数; r_i ——入选性状相对值与抗旱系数的相关系数;

$|r_i| \div \sum_{i=1}^n |r_i|$ ——性状系数权重。

采用Excel 2013进行原始数据处理,并应用统计软件SAE 6.0(张仲保)进行统计描述和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 观测指标变异分析 对101份自交系的8个观测指标进行遗传多样性分析,从表2可以看出,在不同处理下,8个指标的变异系数介于4.6%~85.9%之间,说明101份参试材料间遗传差异比较大,具有代表性。

表2 玉米自交系主要农艺性状观测值统计描述

处理	性状	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数(%)
正常灌水	籽粒干重(g)	2122.0	332.0	1200.5	392.4	32.7
	ASI(d)	6.0	0.0	1.8	1.3	73.3
	穗长(mm)	207.9	49.9	145.2	24.6	16.9
	穗粗(mm)	71.0	31.0	54.7	7.2	13.2
	株高(cm)	262.0	148.0	208.6	25.9	12.4
	穗位高(cm)	125.0	38.0	77.2	17.6	22.8
	容重(g/L)	988.0	792.0	892.4	40.8	4.6
干旱胁迫	籽粒干重(g)	1566.0	144.0	609.5	276.6	45.4
	ASI(d)	9.0	0.0	3.5	2.1	58.1
	穗长(mm)	188.0	78.0	133.9	22.1	16.5
	穗粗(mm)	61.5	30.9	45.4	6.2	13.6
	株高(cm)	255.0	136.0	191.0	24.0	12.5
	穗位高(cm)	106.0	34.0	73.0	16.0	21.8
	容重(g/L)	962.5	677.5	840.1	50.7	6.0
干旱胁迫/正常灌水	早叶萎焉度	4.0	1.0	2.5	1.0	40.9
	籽粒干重(g)	0.93	0.12	0.54	0.21	38.5
	ASI(d)	6.00	0.00	1.77	1.52	85.9
	穗长(mm)	3.15	0.69	0.94	0.24	25.4
	穗粗(mm)	1.37	0.59	0.84	0.14	17.1
	株高(cm)	1.02	0.64	0.92	0.17	17.9
	穗位高(cm)	1.57	0.52	0.96	0.16	17.1
	容重(g/L)	1.11	0.72	0.94	0.06	6.3
	早叶萎焉度	4.00	1.00	2.49	1.02	40.9

在本试验所观测的8个农艺性状指标两处理比较中,ASI变异系数最大,其次是早叶萎蔫度、籽粒干重、穗长和株高,说明这些指标在不同处理下各材料间差异大,能够进行区分筛选,参试材料遗传差异可选拔。其中籽粒干重两处理的比值即抗旱系数(HI),为目标性状指标。此指标在干旱胁迫下变异系数比灌水处理高12.7%,说明干旱胁迫有效加大了材料间的变异程度。抗旱系数与其余各指标是平行关系,可进行相关性分析。

2.2 观测值的相关性分析与次级指标筛选 以抗旱系数HI为目标因素进行相关分析,考虑HI与ASI、叶片萎蔫度具有不同的量纲和数量级,且一些数据实际观测差异比较小,相对值扩大了差异,需要

进行数据标准化处理。采用最常见的标准差标准化(即z-score标准化)方法,经过处理的数据被映射到[0,3]区间上。相关分析结果如下。

株高、穗位高、早叶萎蔫度、穗长等指标与抗旱系数呈正相关(表3),说明在干旱胁迫下萎蔫越轻,植株越高、果穗越长,抗旱性越好。雌雄开花间隔期ASI与抗旱系数极显著负相关,说明干旱胁迫下吐丝延迟,丝粉间隔拉长导致结实不良产量降低,是抗旱性的重要观测指标,另考虑延迟吐丝的自交系接受周围其他花粉结实情况,将重点应用这个指标修正抗旱系数。结合田间实际情况综合考虑后,选定ASI、株高、早叶萎蔫度作为修正指标。

表3 8个因素相关系数矩阵

变量名称	ASI	穗长	穗粗	株高	穗位高	容重	早叶萎蔫度	抗旱系数
ASI	1	-0.0275	-0.1441	-0.1211	-0.1573	0.2087	0.0075	-0.2577**
穗长	-0.0275	1	-0.0614	-0.1246	-0.0168	0.0038	0.0037	0.1025*
穗粗	-0.1441	-0.0614	1	0.0298	0.2288	0.0214	-0.0883	-0.232
株高	-0.1211	-0.1246	0.0298	1	0.4951	0.0337	0.0153	0.2024*
穗位高	-0.1573	-0.0168	0.2288	0.4951	1	-0.0118	0.1095	0.1287*
容重	0.2087	0.0038	0.0214	0.0337	-0.0118	1	0.0661	-0.0208
早叶萎蔫度	0.0075	0.0037	-0.0883	0.0153	0.1095	0.0661	1	0.1444*
抗旱系数	-0.2577**	0.1025*	-0.2320	0.2024*	0.1287*	-0.0208	0.1444*	1

**和*分别表示在0.01和0.05水平差异显著

2.3 筛选后指标的权数 继续以抗旱系数为目标因素,与选定的ASI、株高、早叶萎蔫度3个指标进行相关分析,计算入选性状指标的权数(表4)。

表4 选定指标相关系数矩阵与权数

变量名称	ASI	株高	早叶萎蔫度	抗旱系数	权数(%)
ASI	1	0.1211	-0.0075	0.2577	42.6
株高	0.1211	1	0.0153	0.2024	33.5
早叶萎蔫度	-0.0075	0.0153	1	0.1444	23.9
抗旱系数	0.2577	0.2024	0.1444	1	

2.4 玉米自交系抗旱性综合评价结果 玉米抗旱性是一个复杂的有机体代谢过程,评价玉米自交系抗旱性时需要进行多个性状的综合评价,在主指标抗旱系数的基础上,综合ASI、株高、早叶萎蔫度3个指标进行加权修正,得出101份试验材料的抗旱

性综合评价指数(表5),指数越大表示抗旱性越强。并参照路贵和等^[4]的逐级分类法,将101份参试材料的综合评价指数划分为5个级别,分级标准为:一级 ≥ 2.75 , $2.22 \leq$ 二级 < 2.75 , $1.16 \leq$ 三级 < 2.22 , $0.63 \leq$ 四级 < 1.16 ,五级 < 0.63 。101份材料一级4份,二级20份,三级57份,四级12份,五级8份,具体结果如下。

从以上综合抗旱指数来看,抗旱性优良的共有24份材料,其中有14份材料为东华北区域推荐,即LH52、DH257、HL40、HL57、HL49、HL50、HL45、HL44、HL58、K10改、939、HB7、HB5、HL47,说明东华北区域的材料抗旱性普遍较好。此外,K6、FKM3X、DG18、MS3807、FKM9、81162、3807、DG15等材料抗旱性差,应进一步观察了解其相关杂交种的抗旱性,预防潜在的生产风险。

表5 玉米自交系抗旱性综合评价结果

编号	材料名称	综合抗旱指数	等级	编号	材料名称	综合抗旱指数	等级	编号	材料名称	综合抗旱指数	等级
39	LH52	3.00	1	51	FK16	1.96	3	46	DX-2 父	1.43	3
1	DH257	2.87	1	54	N7554	1.95	3	47	Z5-3	1.43	3
81	HL40	2.78	1	4	840	1.94	3	82	HL41	1.41	3
100	PHR31	2.77	1	29	Z155	1.92	3	48	Z5-3HZ	1.39	3
44	54358	2.68	2	89	HL53	1.91	3	75	DG21	1.36	3
65	DG10	2.68	2	10	336	1.91	3	98	DG26	1.28	3
90	HL57	2.66	2	93	L201	1.91	3	80	HL39	1.28	3
87	HL49	2.61	2	40	PHN37	1.87	3	83	HL43	1.24	3
103	LH160	2.60	2	61	DG06	1.85	3	67	DG12	1.21	3
88	HL50	2.59	2	52	N7113	1.85	3	96	姚母	1.20	3
85	HL45	2.56	2	57	DG02	1.84	3	50	C70	1.18	3
84	HL44	2.55	2	58	DG03	1.83	3	16	HB1	1.18	3
62	DG07	2.53	2	78	DG24	1.82	3	21	HB6	1.17	3
91	HL58	2.51	2	11	1087	1.80	3	76	DG22	1.12	4
59	DG04	2.48	2	19	HB4	1.75	3	33	38053	1.11	4
9	K10 改	2.42	2	35	447	1.75	3	8	K10	1.07	4
66	DG11	2.41	2	73	DG19	1.72	3	13	四-144	1.04	4
99	PHW53	2.38	2	7	1072A	1.70	3	77	DG23	1.02	4
12	939	2.37	2	17	HB2	1.69	3	28	Z15234	0.99	4
55	B1M	2.37	2	71	DG17	1.68	3	92	HL62	0.91	4
22	HB7	2.25	2	2	448	1.67	3	79	HL34	0.90	4
20	HB5	2.25	2	42	HB09	1.66	3	26	dx-2 母	0.88	4
86	HL47	2.25	2	6	1072	1.66	3	25	3805	0.83	4
104	DG27	2.23	2	23	HB8	1.64	3	53	B10Z5	0.79	4
38	TX89	2.20	3	68	DG13	1.61	3	69	DG14	0.69	4
36	TX273	2.16	3	102	LH186	1.59	3	70	DG15	0.52	5
101	LH168	2.13	3	45	35S	1.58	3	24	3807	0.45	5
94	LH284	2.08	3	3	DH5599	1.54	3	14	81162	0.44	5
43	DH358	2.08	3	37	457-1	1.51	3	32	FKM9	0.41	5
95	AM0776	2.06	3	63	DG08	1.51	3	31	MS3807	0.40	5
18	HB3	2.06	3	74	DG20	1.50	3	72	DG18	0.20	5
5	M915	2.06	3	34	M089	1.49	3	30	FKM3X	0.20	5
97	姚父	2.04	3	56	DG01	1.49	3	27	K6	0.09	5
60	DG05	1.99	3	15	17DR001	1.45	3				

3 结论与讨论

3.1 分析方法合理适用 前人对玉米的抗旱性评价方法研究较多,通过分析前人的评价方法,可归纳为两大类,第1类是利用某一单一指标直接评价,第2类是利用某一主指标及相关次级指标进行综

合评价。作物抗旱性是受多基因控制的复杂数量性状,通过某个单一指标,比如抗旱系数进行评价,往往很难获得准确有效的结果。一个突出问题是田间观察有些材料吐丝不畅但结实良好,分析是由于延迟吐丝的自交系接受了周围的其他材料的花粉而结

同一群体的 12 个玉米自交系配合力分析

石运强¹ 孙艳杰¹ 景玉良¹ 邵勇¹ 魏国才¹

南元涛¹ 金振国¹ 高利¹ 冯鑫²

(¹ 黑龙江省农业科学院绥化分院, 绥化 152052; ² 黑龙江省绥滨农场, 绥滨 156203)

摘要:利用同一群体的 12 个玉米自交系与绥系 701、PH4CV 两个测验种,通过 NC II 遗传交配设计获得的 24 个杂交组合为试验材料,进行了一般配合力研究。结果表明:穗长、穗粗、穗行数、行粒数、秃尖长、百粒重、出籽率、单株产量、穗轴粗、籽粒含水量的一般配合力方差,在 P1 组自交系中 10 个性状均达到显著或极显著水平,P2 组亲本除秃尖外,其余 9 个性状均达到显著或极显著水平;供试的群体自交系中,产量及综合性状一般配合力表现较好的自交系有 SQ01、SQ02、SQ09、SQ04。其中 SQ01 在今后的组配利用中可对穗行数这一性状加以改良,SQ09 可针对籽粒含水量和穗轴粗方面加以改良,SQ04 可对百粒重和穗轴粗方面进行改良。SQ02 在降低籽粒含水量和增加果穗行粒数的一般配合力表现良好,可进行有针对性的组配及利用。

关键词:玉米;群体;自交系;配合力

玉米是我国重要的粮食及饲料作物,同时也是全世界总产最高的粮食作物^[1]。我国从 20 世纪 30

基金项目:黑龙江省农业科学院院级科研项目(2018YFFF013);
“十三五”国家粮食丰产科技自主创新项目(2018YFD0300102);
黑龙江省应用技术与开发计划重大项目(GA18B101)

通信作者:南元涛,魏国才

年代中期开始研究玉米杂交种,50 年代中后期以推广利用品种间杂交为主,70 年代后开始大力推广单交种^[2]。未来选育玉米单交种的发展方向是选育优质、多抗、耐密、适合机械化品种,因此,选育具有多优良性状集成的高配合力玉米自交系是选育优良玉

实。为剔除这类抗旱假象,需要结合雌雄开花间隔期(ASI)、叶片萎蔫度等性状指标对抗旱系数进行修正,应用综合指标进行鉴定评价。本试验以抗旱系数为主要性状指标,结合筛选到的相关次级性状指标经数据标准化处理后,应用相关及通径方法进行多元分析,得出了加权综合抗旱系数。部分材料鉴定结果经与往年种植观察情况进行比对验证,一致性较好,基本准确合理。

3.2 试验地点选择及结果应用 玉米的抗旱性表现主要受基因型和环境因素影响,田间自然干旱条件下鉴定结果更加接近大田生产,其中降雨量是一个主要影响因素。酒泉地处河西走廊西端,属大陆性干旱气候带,年均温 3.9~9.3℃,无霜期 127~158d,夏季干热,年均降水量 87mm,蒸发量 2140mm,玉米生长期降雨稀少,蒸发量极大,是典型的绿洲灌溉农业区,非常有利于在田间自然干旱胁迫下鉴定玉米抗旱性。酒泉市的绿洲农业区,光热资源充足和灌溉条件良好,是我国玉米制种核心区域之一。本

试验在酒泉市敦煌种业研究院育种基地开展,参试材料包括来自东北、华北、西北及黄淮海等不同生态区的优良稳定自交系,这些自交系在酒泉均有作为制种亲本的种植和扩繁。因此,其抗旱性鉴定结果可以应用指导相关制种基地的选择,也为各区域选优组材及选育抗旱新品种提供一定参考信息。

参考文献

- [1] 张强,韩兰英.论气候变暖背景下干旱气候灾害风险特征与管理.地球科学进展,2015,29(1):80-91
- [2] 周玉乾,寇思荣,何海军.干旱胁迫下玉米自交系抗旱性评价及抗旱骨干自交系筛选.甘肃省作物学会 2018 年学术年会论文集,2018:33-39
- [3] 徐蕊,王启柏,张春庆.玉米自交系抗旱性评价指标体系的建立.中国农业科学,2009,42(1):72-84
- [4] 路贵和,戴景瑞,张书奎,李文明,陈绍江,鄂立柱,张义荣.不同干旱胁迫条件下我国玉米骨干自交系的抗旱性比较研究.作物学报,2005,31(10):1284-1285

(收稿日期:2019-05-22)