

文章编号: 1005-0906(2003)03-0070-04

玉米耐低钾胁迫鉴定指标的筛选

阎洪奎, 曹敏建, 胡兴波, 李 娜

(沈阳农业大学农学院, 辽宁 沈阳 110161)

摘 要: 在缺钾土壤上种植耐性不同的玉米杂交组合, 进行耐低钾鉴定指标的筛选试验。以穗粒重胁迫指数为标准, 对玉米植株和穗部性状胁迫指数等参考指标进行相关分析。结果表明: 苗期叶片症状指数与穗粒重胁迫指数具有极其显著的相关性, 因此, 采用苗期叶片症状指数作为鉴定指标, 具有快速鉴定、早期筛选、省工省时、节约试验用地等优点。

关键词: 玉米; 耐低钾; 杂交组合; 鉴定指标筛选

中图分类号: S513.01

文献标识码: A

Selection of the Appraisal Guideline of Bearing Low-K in Maize

YAN Hong-kui, CAO Min-jian, HU Xing-bo, LI Na

(Agronomic College of Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: Crosses with different endurance of low-K were planted in the field short of K to select the appraisal guideline of bearing low-K in maize. The correlation between the stressing index of grain weight per ear and the stressing index of plant characters or that of the ear characters were studied. The result showed that there were significant correlation between the index of leaf symptom in seeding period and the stressing index of grain weight per ear. Using the index of leaf symptom in seeding period as the appraisal guideline had lots of advantages, such as appraising rapidly, selecting early, saving labor and field, and so on.

Key words: Maize; Tolerance of low-K; Crosses; Selection of appraisal guideline

钾是玉米生长必需的大量营养元素之一。由于缺钾耕地面积逐渐扩大, 必须增施钾肥, 才能稳定玉米产量。我国钾矿资源严重不足, 每年必须进口大量的钾肥。挖掘玉米耐低钾的遗传潜力、培育钾高效品种是减少钾肥用量和节约外汇的主要途径^[1~5]。在筛选钾高效杂交组合的过程中, 以往主要以产量作为耐低钾能力的鉴定指标。该指标虽然准确可靠, 但必须在玉米成熟后才能鉴定, 不能进行早期筛选, 影响育种工作的进程。为此, 本研究拟通过对植株性状胁迫指数、穗部性状胁迫指数等与穗粒重胁迫指数的相关分析, 拟筛选出玉米耐低钾鉴定的适宜指标。

1 供试材料及研究方法

1.1 供试土壤

试验地设在辽宁省辽中县大黑乡。试验土壤属

于壤质碳酸盐草甸土, 土壤养分状况是: 碱解氮 131.3 mg/kg, 速效磷(P_2O_5) 19.3 mg/kg, 速效钾(K_2O) 48.2 mg/kg, 是典型的缺钾土壤。

1.2 试验材料与处理

试验材料为耐低钾能力不同的玉米杂交组合: 矮黄 3-4×龙抗 82, 米 161×吉 63-1, 1544-1×胥双黄, 龙抗 90×罗早, 龙抗 82×83Co35-2, 罗早×H3-2, R588×C11, 春 18×新自 218, A619Ht×吉凤, 辽轮 814×赤 574, 张英×铁 7729-2, 梅 16×NN14BHt, 锦黄 795-7×83Co48-2, 铁 7727×龙系 2, 412×赤 119, 共 15 份。

试验处理为施钾肥和不施钾肥两种。小区行数为 3 行, 行长 6 m, 行距 0.6 m, 株距 0.36 m。设两次重复, 小区随机排列。施钾肥处理的基肥用量为磷酸二铵和硫酸钾各 150 kg/hm², 不施钾肥处理的为每公顷施磷酸二铵 150 kg; 所有小区的尿素用量为 600 kg/hm², 于拔节期作为追肥施入。

1.3 测定项目及指标计算

1.3.1 玉米植株性状和穗部性状的测定

收稿日期: 2003-03-12

作者简介: 阎洪奎(1963-), 男, 沈阳农业大学耕作与栽培专业在读博士, 主要从事玉米遗传育种研究。

(1) 苗期叶片症状。在玉米苗期出现缺钾症状后,调查不施钾肥处理小区幼苗的黄边(即症状)叶片数和可见叶片数,以两者的比值(叶片症状指数)作为玉米苗期筛选的参考指标,每区调查 10 株。

(2) 成熟期植株性状。在玉米扬粉期结束以后,测量穗位高度、穗上茎秆长度(从结穗部位到雄穗顶端的茎秆长度)、植株高度、穗三叶的长度和宽度等植株性状,每区调查 10 株。

(3) 穗部性状。在玉米成熟期每区取样 10 株果穗,经过自然风干以后,进行脱粒,测量穗粒重、穗轴重、穗长、秃尖长度、穗行数、行粒数和百粒重等穗部性状。

1.3.2 性状胁迫指数

性状胁迫指数是某一性状施钾肥与不施钾肥处理的差除以施钾肥处理,表示低钾胁迫对性状影响的程度。

性状胁迫指数= $\frac{A_{(+K)}-A_{(-K)}}{A_{(+K)}}$

式中的 $A_{(+K)}$ 和 $A_{(-K)}$ 分别表示某一性状的施钾肥和不施钾肥处理的测定结果。

2 试验结果

2.1 玉米的植株性状胁迫指数

表 1 是不同玉米杂交组合苗期叶片症状指数和成熟期植株性状胁迫指数的计算结果。从各性状胁迫指数可以看出,在相同的土壤缺钾条件下,杂交组合间的植株性状胁迫指数存在差异。低钾胁迫对穗位高度胁迫指数和叶片症状指数的影响最明显,最大达到 0.455 和 0.560,其次是植株高度和穗三叶(上、中、下)宽度,最大胁迫指数分别为 0.208、0.222、0.231 和 0.253,穗上茎长和穗三叶(上、中、下)长度的杂交组合间差异很小,最大胁迫指数分别为 0.074、0.102、0.091 和 0.095。多数杂交组合的穗位高度、植株高度、叶片症状指数、穗三叶宽度呈相似的变化趋势。

表 1 不同杂交组合玉米植株性状胁迫指数

组合序号	植株高度	穗位高度	穗上茎长	苗期叶片	穗上一叶长	穗位叶长	穗下一叶长	穗上一叶宽	穗位叶宽	穗下一叶宽
1	0.073	0.092	0.060	0.170	0.034	0.007	0.007	-0.038	-0.014	-0.002
2	0.067	0.195	-0.014	0.446	0.025	0.023	0.026	0.049	0.069	0.055
3	0.079	0.299	-0.058	0.426	0.029	0.017	0.056	0.090	0.075	0.056
4	-0.029	0.005	-0.046	0.145	0.017	-0.007	0.022	0.017	0.045	0.003
5	0.077	0.219	0.011	0.450	0.022	0.020	0.010	0.069	0.058	0.072
6	0.065	0.174	0.012	0.382	0.035	0.051	0.032	0.015	0.041	0.050
7	0.114	0.276	0.015	0.221	0.102	0.091	0.092	0.165	0.138	0.118
8	0.031	0.195	-0.088	0.522	0.013	-0.024	-0.058	0.141	0.125	0.113
9	0.149	0.316	0.060	0.483	0.024	0.022	-0.014	0.151	0.147	0.194
10	0.072	0.305	-0.038	0.373	0.061	0.062	0.072	0.065	0.083	0.083
11	0.193	0.409	0.074	0.560	0.034	0.024	0.034	0.222	0.231	0.253
12	0.099	0.335	-0.028	0.430	-0.038	0.008	0.035	-0.010	0.013	0.072
13	0.208	0.455	0.073	0.472	0.084	0.074	0.095	0.189	0.168	0.135
14	0.021	0.267	0.014	0.453	0.067	0.061	0.054	0.108	0.115	0.134
15	-0.075	0.007	0.004	0.177	0.021	0.003	-0.009	-0.009	0.004	0.068

注:见本文 1.2 试验材料与处理,下表同。

表 2 不同杂交组合玉米穗部性状胁迫指数

组合序号	穗行数	行粒数	穗长	秃尖长度	穗粒数	百粒重	穗轴重	穗粒重
1	0.097	-0.049	0.064	0.639	0.051	0.022	0.379	0.072
2	0.000	0.124	0.070	-0.150	0.125	0.376	0.295	0.453
3	-0.029	0.150	0.137	-0.538	0.126	0.373	0.482	0.452
4	0.032	-0.079	0.032	0.172	-0.035	0.097	0.203	0.065
5	0.048	-0.004	0.054	0.143	0.041	0.292	0.170	0.321
6	0.000	0.361	-0.228	-3.600	0.363	0.036	0.363	0.386
7	0.000	0.242	0.206	-1.333	0.240	0.399	0.477	0.543
8	0.067	0.088	0.150	-0.867	0.157	0.343	0.461	0.446
9	0.121	0.490	0.229	-0.971	0.553	0.354	0.567	0.711
10	-0.021	0.393	0.322	0.143	0.369	0.367	0.593	0.601
11	0.071	0.423	0.263	-1.263	0.459	0.446	0.488	0.700
12	0.021	0.284	0.102	-0.222	0.302	0.137	0.344	0.398
13	0.030	0.080	0.264	-1.500	0.110	0.385	0.546	0.452
14	-0.020	0.321	0.211	-0.571	0.313	0.333	0.518	0.542
15	0.074	0.047	0.076	0.146	0.118	0.050	0.156	0.162

2.2 玉米穗部性状

表 2 是不同玉米杂交组合穗部性状胁迫指数的计算结果。杂交组合间的穗部性状胁迫指数同样存在着差异。低钾胁迫对杂交组合的行粒数、穗粒数、百粒重、穗轴重、穗粒重等性状产生极其显著的影响,最大胁迫指数分别为 0.490、0.553、0.446、0.593 和 0.711,其次是穗长的变化,最大胁迫指数为 0.322,对穗行数的影响不大,最大胁迫指数为 0.121,多数杂交组合的表现表现为秃尖长度增加。

3 鉴定指标的筛选

3.1 植株性状胁迫指数和穗粒重胁迫指数的相关分析

(1) 成株期穗三叶长度胁迫指数和穗粒重胁迫指数的相关分析。显著性检验表明,穗三叶(上、中、下)长度胁迫指数和穗粒重胁迫指数的相关性没有达到显著水平(0.296 0、0.427 4、0.261 5)。从表 1 的结果可以看出,低钾胁迫对穗三叶长度的影响不大,胁迫指数的杂交组合间差异较小,因此,穗三叶长度不能作为玉米耐低钾的鉴定指标。

(2) 成株期穗三叶叶片宽度胁迫指数和穗粒重胁迫指数的相关分析。显著性检验表明,穗三叶(上、中、下)宽度等性状胁迫指数和穗粒重胁迫指数相关极显著(0.758 0**、0.782 5**、0.826 1**),低钾胁迫明显影响玉米的穗三叶宽度。但是,不同杂交组合叶片宽度胁迫指数的差异不是很大(表 1)。在大量材料的耐低钾筛选工作中,不易确定叶片的最宽部位。因此,穗三叶宽度胁迫指数虽然可以用于玉米的耐低钾鉴定,但是,不能作为准确的鉴定指标。

(3) 苗期叶片症状指数和穗粒重胁迫指数的相关分析。显著性检验表明,苗期叶片症状指数和穗粒重胁迫指数的相关性极显著(0.740 8**),苗期叶片

症状指数反映了玉米杂交组合耐低钾能力的差异,因此,可以用于评价玉米耐低钾的程度。

(4) 成株期植株茎秆长度性状胁迫指数和穗粒重胁迫指数的相关分析。显著性检验表明,植株高度、穗位高度胁迫指数和穗粒重胁迫指数相关显著(0.632 6*、0.802 1**),穗上茎长胁迫指数和穗粒重胁迫指数没有相关性(0.245 2)。穗位高度受低钾胁迫的影响最大,其次是植株高度。胁迫指数的组合间差异也以穗位高度比较大(表 1)。因此,穗位高度胁迫指数是植株茎秆长度性状中较好的鉴定指标。

3.2 穗部性状胁迫指数与穗粒重胁迫指数的相关分析

显著性检验表明,行粒数、穗长、穗粒数、百粒重、穗轴重等胁迫指数和穗粒重胁迫指数相关显著(0.849 4**、0.576 9*、0.809 7**、0.807 3**、0.752 7**),穗行数、秃尖长度等胁迫指数和穗粒重胁迫指数没有相关性(−0.147 8、−0.394 5)。低钾胁迫明显影响了玉米的行粒数、穗粒数、百粒重和穗轴重等性状胁迫指数,其次是影响到穗长。根据穗部性状胁迫指数的不同耐钾类型玉米杂交组合间的差异(表 2),以穗轴重、穗粒数、行粒数、百粒重的差异最大。因此,适宜的穗部性状参考指标是穗轴重、百粒重、穗粒数、行粒数等性状胁迫指数。

4 各参考指标的一致性分析和最佳指标的选择

对经过初步筛选得到的参考指标进行相关分析(表 3)。结果表明,多数参考指标间的相关性均为显著或极显著水平。因此,穗位高度、穗轴重、百粒重、穗粒数、叶片症状指数、穗长等参考指标的鉴定结果是一致或接近一致,可以应用于玉米耐低钾种质资源的筛选。

表 3 各参考指标间的相关系数

性 状	穗位高度	行粒数	穗 长	穗粒数	百粒重	穗轴重
苗期叶片	0.742 4**	0.512 9	0.309 1	0.495 9*	0.655 8**	0.468 5
穗轴重	0.728 7**	0.646 4**	0.645 9**	0.618 6*	0.615 3*	
百粒重	0.729 8**	0.392 0	0.731 8**	0.325 5		
穗粒数	0.543 1*	0.979 7**	0.295 6			
穗 长	0.596 6**	0.300 2				
行粒数	0.591 5*					

注: $f_{11}=13$ $r_{0.05}=0.513 9$ $r_{0.01}=0.641 1$ 。

穗位高度胁迫指数与上述参考指标的鉴定结果一致(相关显著),采用该指标可以鉴定和筛选同时进行,调查方法简单,是适宜的鉴定指标。但是,穗位高度测量时间最早要在玉米吐丝、散粉时期的前后,

在时间上比较紧张。

根据对穗部性状胁迫指数的分析,相对穗粒数、百粒重、穗长、行粒数而言,穗轴重胁迫指数的测量方法更加简单方便,准确性高。其缺点是:必须在玉

米成熟后才能进行分析,无法进行当代鉴定,并且需要经过收获、晾晒等一系列的过程,在应用上比较复杂。因此,穗轴重胁迫指数不是最快捷的鉴定指标。

与上述参考指标相比,苗期叶片症状指数同样反映玉米耐低钾能力的差异^[6],可以进行苗期的耐性鉴定,只需不施钾肥处理。操作简单方便,能够快速取得鉴定结果,适合大量材料的快速筛选。因此,特别适用于在缺钾土壤上直接进行玉米耐低钾能力的鉴定。

穗粒重胁迫指数是最准确的鉴定指标,但是,在实际应用中,最大的缺点是鉴定的滞后性,不能进行当代选择。将穗位高度胁迫指数作为指标,可以比采用穗粒重胁迫指数提前取得鉴定结果,没有材料保存和测定繁杂等缺点,并且鉴定、选择可以同时进行。苗期叶片症状指数不仅比前述指标鉴定的时间提前,测定手续简单,而且,因为不需要施钾肥处理,也适合分离群体耐低钾种质资源的筛选,因此,是最合适的鉴定指标。

5 小 结

苗期叶片症状指数、穗位高度胁迫指数、穗粒数

胁迫指数、穗轴重胁迫指数和百粒重胁迫指数等都可以用于玉米的耐低钾筛选和鉴定研究。其中玉米苗期叶片症状指数作为耐低钾鉴定指标,与产量胁迫指数、穗位胁迫指数、穗粒数胁迫指数等参考指标相比,具有操作简单、快速便捷、省工省时、节约试验用地等优点,适于早期鉴定和当代选择,便于大量材料的筛选,可以应用于表现型纯合的材料或分离群体的耐低钾筛选和鉴定工作。

参考文献:

- [1] 唐劲驰,曹敏建.作物耐低钾营养研究进展[J].沈阳农业大学学报,2001,32(5):382-385.
- [2] 王永锐,陈玉梅.耐低钾水稻的幼苗生长及其营养吸收状况[J].中山大学学报(自然科学版),1989,28(4):68-73.
- [3] 王永锐,李卫军,余款经.应用营养水培法筛选水稻耐低钾杂交组合品种[J].江西农业大学学报,1996,18(2):193-195.
- [4] 王 波,杨振明,鲍士旦.水稻耐低钾基因型的筛选及吸钾特性的研究[J].植物营养与肥料学报,1999,5(1):85-88.
- [5] 吴荣生,蒋海芹.水稻苗期耐低钾种质资源筛选[J].江苏农业科学,1997,(3):4-6.
- [6] 曹敏建,戴俊英,等.玉米缺锌、钾症状观察[J].国外农学——杂粮作物,1995,(3):21-23,25.

联系电话:024-88493146