

# 160个高粱品种(系)的耐盐性鉴定

杨国宝,周家杰,江敏,范琦伍,王丽华\*

(安徽科技学院,安徽凤阳 233100)

**摘要:**利用0.15 mol/L的NaCl对160个高粱核心品种(系)进行耐盐性筛选,以蒸馏水为对照,通过测定其萌发期苗长、根长、苗鲜质量、根鲜质量、苗干质量和根干质量6个指标,进行耐盐系数分析、隶属函数值分析及聚类分析筛选耐盐高粱种质。结果表明:0.15 mol/L NaCl胁迫处理下各个品种(系)的平均隶属函数值范围为0.059~0.639,其中编号为235、33、194、220和4这5个品种(系)的隶属函数值较大,耐盐性好,耐盐性最差的品种为62。

**关键词:**高粱;耐盐系数;隶属函数值;聚类分析

**中图分类号:**S514.037 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2019)03-0001-07

## Determination of Salt Tolerance of 160 Sorghum Varieties(Lines)

YANG Guobao, ZHOU Jiajie, JIANG Min, FAN Qiwu, WANG Lihua\*

(Anhui Science and Technology University, Fengyang, Anhui 233100, China)

**Abstract:** Salt tolerance screening of 160 key sorghum varieties(lines) were performed using 0.15 mol/L NaCl. By measuring the seedling length, root length, fresh seedling quality, fresh root quality, dry seedling quality and dry root quality of these varieties in the germination period, the salt tolerance coefficient analysis, subordinate function value analysis and cluster analysis were used to screen the salt-tolerant sorghum germ plasms. The results showed that the average subordinate function value of each variety(line) ranged from 0.059 to 0.639, among which the numbered five varieties(lines) of 235, 33, 194, 220 and 4 have higher subordinate values and better salt tolerance values under the 0.15 mol/L NaCl stresses, and the poorest salt-tolerant variety is Number 62.

**Keywords:** sorghum; salt tolerant coefficient; subordinate function values; cluster analysis

盐害是导致作物经济损失最重要的逆境因子之一。目前我国土壤盐碱化程度严重,我国耕地面积中有10%的盐渍化土壤,且呈现上升趋势<sup>[1-3]</sup>,而土壤盐渍化易引发植被生理干旱,影响作物对养分的吸收,造成土壤板结。在如今土地资源日益短缺的条件下,有效利用盐碱地资源,选育耐盐品种变得至关重要<sup>[4]</sup>。

高粱在中国栽培历史悠久,是世界第5大重要作物,也是我国主要的谷类作物之一,其种植区域主要分布在东北、华北和西北。高粱作为一种C4植物,相对于其他作物,具有抗寒、耐旱、耐涝、耐瘠薄、耐盐碱等优点。它的光合效率高、生长速度较快、产量高、适应性强,即使在沙地和土地肥力低下的土地上种植也能获得不错的收益<sup>[5-7]</sup>。不同的高粱品种具有不同的耐盐性,适合种植在不同程度的盐渍土壤上。作物在种子萌发期对盐分最敏感<sup>[8]</sup>,

为实现盐渍土壤的有效利用,高粱品种首先应具备较好的萌发特性和长势,这就需要对高粱萌发期的耐盐性进行筛选和鉴定<sup>[9]</sup>。

本试验对0.15 mol/L的NaCl溶液处理下160个高粱品种(系)苗长、根长、苗鲜重、根鲜重、苗干重和根干重6个性状指标,通过隶属函数值和聚类分析对其耐盐性状进行比较,为高粱耐盐种质的筛选和耐盐品种的选育奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

选用来自53个国家(地区)的160个高粱品种(系)作为试验材料,其来源和编号见表1。

### 1.2 试验方法

试验于2017年在安徽科技学院种子实验室FYS-20型发芽室(南京恒裕仪器设备制造有限公

收稿日期:2019-04-02

基金项目:安徽省大学生创新创业训练计划项目:耐盐高粱种质筛选(2017S10879081)。

作者简介:杨国宝(1996—),男,安徽六安人,学士,研究方向:高粱遗传育种。\*通信作者:王丽华(1980—),女,河北定州人,实验师,博士生,研究方向:作物遗传育种。

表1 160个高粱品种(系)来源地及编号

来源地	编号	来源地	编号
Afghanistan	17	Mexico	78
Algeria	235	Morocco	173
Argentins	84	Mozambique	139
Australia	69	MYA	128
Bangladesh	103	Nicaragua	75
Benin	164	Niger	109~110
Botswana	85,105,125~126	Nigeria	20
Burkina Faso	171	Pakistan	51
Burundi	233	Rwanda	156
Cameroon	86, 88~91、94~96,229	Sierra Leone	172
Chad	60~61	Somalia	129,241
China	8~10,215、217~220,246	South Africa	12~14、18、22、52、80~83、146~147、150、166~167、169、174
Cuba	76		
Egypt	19	Sri Lanka	127
Ethiopia	63~66、74、133~137,154~155	Sudan	58,68,101~102,131
Ghana	153	Swaziland	191,193~194
Honduras	243	SyrianArab Republic	124
India	6、23、26~27、29、33、35~38、40、97~99、145、239~240,245	Tanzania	143~144,242
Iran	16	Thailand	59
Japan	50	Togo	163
Kenya	56,121	Turkey	72
Lesotho	197,199	Uganda	54,231
Madagascar	165	USA	1~5、62、70、111~114,116~119
Malawi	122,123	Venezuela	77
Mali	157~162	Yemen,Republic of	140~141、176~179、184,236~237
		Zambia	151~152
		Zimbabwe	67,106,211~214

司)进行,每个品种(系)挑选20粒饱满无缺陷的种子,用0.1%的HgCl<sub>2</sub>浸泡15 min消毒,再用蒸馏水冲洗3次,28℃蒸馏水催芽,48 h后将萌动的种子置于铺有2层边长为12 cm发芽纸的正方形发芽盒中,用0.15 mol/L的NaCl溶液10 mL对其进行处理,以10 mL蒸馏水处理作为对照,2次重复。28℃恒温,光照16 h,黑暗8 h,第7 d测定苗长、根长、苗鲜重、根鲜重;苗和根85℃恒温烘24 h,称量其干重。

### 1.3 数据统计与分析

以Excel2016和SPSS22.0软件进行方差分析和聚类分析。

#### 1.3.1 耐盐系数(Salt Tolerant Coefficient, STC)<sup>[10]</sup>

STC计算公式如式(1)。

$$STC = (\text{处理测定值} / \text{对照测定值}) \times 100\% \quad (1)$$

#### 1.3.2 隶属函数值<sup>[11]</sup>

隶属函数值计算公式如式(2)。

$$X(u) = (X_{ij} - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}), \quad (2)$$

其中,  $X_{ij}$  为第  $i$  个品种第  $j$  个指标的耐盐系数;  $X_{\max}$  为最大值;  $X_{\min}$  为最小值;  $X(u)$  是第  $j$  个指标的隶属函数值。用公式(2)求出不同品种(系)各性状的隶属函数值,各隶属函数值的变化范围为[0,1]。按不同品种(系)将各性状指标的隶属函数值进行平均,得到平均隶属函数值。根据平均隶属函数值对种子耐盐性进行筛选。

## 2 结果与分析

### 2.1 表型分析及各性状间的相关性分析

所测高粱苗长为0.85~7.30 cm,根长为0.35~8.85 cm,苗鲜质量为0.043 4~0.567 3 g,根鲜质量为0.021 9~0.671 6 g,苗干质量为0.008 9~0.239 0 g,根干质量为0.003 2~0.131 0 g(各性状均符合正态分布;分别对高粱苗长、根长、苗鲜质量、根鲜质量、苗干质量、根干质量进行方差分析和显著性检测,在0.15 mol/L的NaCl溶液胁迫下各性状均存在极显著差异(表2),可作为筛选高粱耐盐品种的依据。

表2 表型分析表

性状	最大值	最小值	平均值±标准误	F值
苗长/cm	7.30	0.85	3.61±0.11	35.527**
根长/cm	8.85	0.35	3.08±0.13	36.953**
苗鲜质量/g	0.567 3	0.043 4	0.276 1±0.008 7	66.322**
苗干质量/g	0.239 0	0.008 9	0.041 4±0.001 8	2.047**
根鲜质量/g	0.671 6	0.021 9	0.128 7±0.006 9	11.718**
根干质量/g	0.131 0	0.003 2	0.016 3±0.001 1	8.744**

注:\*\*表示在 $\alpha=0.01$ 水平差异极显著( $F_{0.01}=1.52$ )。

根据表3中各性状相关分析可知,苗长与根长、苗干质量与根长相关性显著,苗鲜质量与苗长、苗鲜质量与根长、根鲜质量与苗长、根鲜质量与根长、根鲜质量与苗鲜质量、苗干质量与苗长、苗干质量与苗鲜质量、苗干质量与根鲜质量、根干质量与根长、根干质量与根鲜质量及根干质量与苗干质量均

表3 各性状间相关系数

	苗长	根长	苗鲜质量	根鲜质量	苗干质量	根干质量
苗长	1					
根长	0.199*	1				
苗鲜质量	0.823**	0.313**	1			
根鲜质量	0.209**	0.672**	0.407**	1		
苗干质量	0.477**	0.189*	0.532**	0.254**	1	
根干质量	-0.027	0.270**	0.040	0.243**	0.419**	1

注:\*表示相关性显著,\*\*表示相关性极显著。

为极显著正相关,说明根和苗对盐胁迫的响应是基本一致的,根干质量与苗长为负相关但不显著,根干质量与苗鲜质量呈正相关但不显著。

## 2.2 隶属函数值分析

0.15 mol/L的NaCl胁迫下分别计算160个品种(系)6个指标的隶属函数值(表4),平均隶属函数值的变化范围是0.059~0.639,通过平均隶属函数值比较,可知235、33、194、220、4这5个品种

(系)的平均隶属函数值较大,分别为0.639、0.485、0.379、0.378和0.343,耐盐性较好,其中235号的平均隶属函数值为0.639,是最耐盐的品种;37、51、54、62、146这5个品种(系)平均隶属函数值较低,为盐敏感品种,其中62号品种只有0.059,是耐盐性最差的品种。

## 2.3 聚类分析

利用SPSS22.0软件对平均隶属函数值以欧氏

表4 0.15 mol/L NaCl胁迫下各性状的隶属函数值

品种(系)	相对苗长	相对根长	相对苗鲜重	相对根鲜重	相对苗干重	相对根干重	平均值	排序
1	0.164	0.133	0.065	0.148	0.041	0.174	0.121	124
2	0.313	0.088	0.098	0.280	0.266	0.208	0.209	35
3	0.279	0.092	0.091	0.260	0.250	0.223	0.199	46
4	0.423	0.146	0.152	0.257	0.081	1.000	0.343	5
5	0.092	0.108	0.036	0.149	0.080	0.090	0.093	143
6	0.267	0.308	0.116	0.524	0.264	0.354	0.306	8
8	0.083	0.141	0.043	0.201	0.103	0.128	0.117	125
9	0.179	0.134	0.081	0.242	0.143	0.106	0.148	97
10	0.091	0.057	0.031	0.053	0.164	0.197	0.099	135
12	0.435	0.146	0.150	0.254	0.209	0.237	0.239	23
13	0.169	0.121	0.069	0.218	0.252	0.253	0.180	66
14	0.188	0.077	0.078	0.143	0.178	0.269	0.156	92
16	0.454	0.130	0.108	0.228	0.223	0.127	0.212	31
17	0.213	0.153	0.064	0.201	0.100	0.000	0.122	123
18	0.194	0.241	0.071	0.294	0.199	0.209	0.201	43
19	0.586	0.158	0.167	0.262	0.412	0.150	0.289	10
20	0.076	0.099	0.036	0.096	0.116	0.118	0.090	145
22	0.433	0.244	0.128	0.406	0.297	0.104	0.269	14
23	0.155	0.086	0.075	0.150	0.157	0.154	0.130	116
26	0.263	0.114	0.097	0.248	0.369	0.122	0.202	39
27	0.259	0.152	0.081	0.221	0.153	0.150	0.169	81
29	0.242	0.135	0.066	0.223	0.162	0.246	0.179	69
33	0.430	1.000	0.133	0.922	0.238	0.184	0.485	2
35	0.327	0.217	0.070	0.579	0.178	0.233	0.267	16
36	0.319	0.055	0.111	0.178	0.219	0.208	0.182	64
37	0.062	0.044	0.037	0.090	0.083	0.069	0.064	159
38	0.163	0.137	0.051	0.139	0.109	0.157	0.126	119
40	0.172	0.129	0.071	0.233	0.169	0.107	0.147	98
50	0.275	0.183	0.063	0.149	0.200	0.165	0.173	76
51	0.000	0.083	0.024	0.131	0.081	0.077	0.066	156
52	0.343	0.119	0.120	0.157	0.183	0.070	0.165	84
54	0.079	0.074	0.039	0.071	0.079	0.049	0.065	157
56	0.154	0.048	0.049	0.147	0.100	0.085	0.097	138
58	0.114	0.109	0.037	0.123	0.092	0.094	0.095	141
59	0.247	0.170	0.098	0.309	0.188	0.197	0.202	41
60	0.262	0.116	0.094	0.289	0.165	0.192	0.186	59
61	0.095	0.080	0.056	0.146	0.163	0.098	0.106	132
62	0.020	0.071	0.033	0.087	0.071	0.070	0.059	160
63	0.212	0.138	0.083	0.282	0.191	0.214	0.187	57

续表4

品种(系)	相对苗长	相对根长	相对苗鲜重	相对根鲜重	相对苗干重	相对苗干重	平均值	排序
64	0.115	0.053	0.065	0.138	0.144	0.086	0.100	134
65	0.067	0.057	0.046	0.129	0.126	0.097	0.087	147
66	0.223	0.120	0.086	0.246	0.195	0.094	0.161	89
67	0.045	0.112	0.042	0.179	0.106	0.109	0.099	135
68	0.325	0.133	0.097	0.320	1.000	0.146	0.337	6
69	0.107	0.131	0.055	0.269	0.146	0.109	0.136	111
70	0.551	0.126	0.163	0.225	0.184	0.218	0.245	20
72	0.336	0.119	0.108	0.328	0.265	0.200	0.226	26
74	0.260	0.065	0.095	0.116	0.233	0.057	0.138	105
75	0.142	0.091	0.074	0.165	0.220	0.126	0.136	110
76	0.346	0.208	0.070	0.505	0.237	0.242	0.268	15
77	0.128	0.063	0.051	0.089	0.096	0.093	0.087	148
78	0.317	0.130	0.113	0.218	0.243	0.116	0.190	55
80	0.308	0.229	0.089	0.317	0.225	0.288	0.243	21
81	0.353	0.060	0.129	0.151	0.287	0.122	0.184	62
82	0.068	0.083	0.052	0.172	0.121	0.096	0.099	137
83	0.147	0.063	0.025	0.093	0.052	0.038	0.070	154
84	0.195	0.035	0.083	0.167	0.232	0.108	0.137	108
85	0.211	0.186	0.081	0.312	0.171	0.201	0.194	51
86	0.208	0.172	0.036	0.312	0.145	0.199	0.179	70
88	0.124	0.050	0.059	0.194	0.152	0.166	0.124	121
89	0.342	0.040	0.112	0.128	0.288	0.082	0.165	85
90	0.369	0.136	0.113	0.225	0.209	0.121	0.196	49
91	0.007	0.126	0.027	0.094	0.086	0.081	0.070	153
94	0.252	0.229	0.116	0.255	0.214	0.111	0.196	48
95	0.347	0.098	0.139	0.175	0.300	0.139	0.200	45
96	0.069	0.029	0.049	0.096	0.185	0.082	0.085	149
97	0.116	0.136	0.061	0.186	0.142	0.137	0.130	115
98	0.149	0.073	0.066	0.145	0.157	0.104	0.116	126
99	0.209	0.188	0.102	0.278	0.096	0.194	0.178	72
101	0.187	0.074	0.090	0.145	0.147	0.096	0.123	122
102	0.417	0.112	0.152	0.286	0.232	0.079	0.213	28
103	0.214	0.113	0.098	0.187	0.153	0.109	0.146	100
105	0.111	0.100	0.051	0.187	0.128	0.113	0.115	127
106	0.189	0.179	0.077	0.224	0.182	0.174	0.171	78
109	0.118	0.104	0.060	0.282	0.148	0.108	0.137	108
110	0.166	0.142	0.059	0.393	0.123	0.106	0.165	87
111	0.330	0.147	0.102	0.216	0.234	0.119	0.191	54
112	0.151	0.070	0.081	0.192	0.170	0.084	0.125	120
113	0.232	0.082	0.076	0.152	0.183	0.095	0.137	106
114	0.225	0.141	0.062	0.291	0.168	0.323	0.202	40
116	0.196	0.056	0.077	0.263	0.184	0.112	0.148	96
117	0.211	0.127	0.065	0.255	0.181	0.178	0.170	80
118	0.213	0.174	0.083	0.200	0.182	0.107	0.160	90
119	0.267	0.262	0.092	0.256	0.198	0.219	0.216	27
121	0.133	0.070	0.073	0.216	0.161	0.115	0.128	117
122	0.267	0.162	0.081	0.278	0.223	0.198	0.202	41

续表4

品种(系)	相对苗长	相对根长	相对苗鲜重	相对根鲜重	相对苗干重	相对苗干重	平均值	排序
123	0.222	0.173	0.063	0.318	0.173	0.140	0.182	65
124	0.169	0.144	0.073	0.194	0.154	0.099	0.139	104
125	0.104	0.160	0.063	0.259	0.136	0.079	0.134	112
126	0.088	0.063	0.085	0.266	0.201	0.175	0.146	99
127	0.262	0.159	0.090	0.168	0.201	0.123	0.167	83
128	0.153	0.118	0.063	0.136	0.119	0.062	0.109	131
129	0.366	0.092	0.070	0.178	0.186	0.152	0.174	75
131	0.075	0.054	0.056	0.110	0.137	0.069	0.084	151
133	0.089	0.072	0.048	0.142	0.136	0.088	0.096	140
134	0.189	0.126	0.130	0.298	0.278	0.136	0.193	52
135	0.248	0.184	0.096	0.214	0.220	0.158	0.187	57
136	0.295	0.260	0.113	0.587	0.228	0.173	0.276	11
137	0.215	0.175	0.085	0.263	0.157	0.159	0.176	73
139	0.307	0.143	0.094	0.264	0.286	0.178	0.212	30
140	0.119	0.178	0.569	0.153	0.104	0.138	0.210	33
141	0.154	0.096	0.079	0.274	0.246	0.132	0.164	88
143	0.663	0.118	0.208	0.269	0.385	0.171	0.302	9
144	0.237	0.184	0.066	0.278	0.149	0.138	0.175	74
145	0.206	0.166	0.087	0.211	0.186	0.223	0.180	67
146	0.019	0.027	0.004	0.090	0.160	0.087	0.065	158
147	0.120	0.032	0.066	0.094	0.157	0.095	0.094	142
150	0.270	0.147	0.074	0.396	0.174	0.186	0.208	36
151	0.234	0.155	0.067	0.239	0.217	0.158	0.178	71
152	0.289	0.115	0.082	0.180	0.167	0.113	0.158	91
153	0.135	0.036	0.053	0.083	0.121	0.077	0.084	150
154	0.206	0.037	0.092	0.099	0.190	0.058	0.114	128
155	0.088	0.160	0.065	0.226	0.147	0.166	0.142	102
156	0.173	0.099	0.072	0.159	0.151	0.133	0.131	114
157	0.366	0.232	0.095	0.319	0.196	0.224	0.239	22
158	0.219	0.133	0.088	0.267	0.150	0.219	0.179	68
160	0.158	0.078	0.034	0.159	0.000	0.152	0.097	139
161	0.155	0.076	0.063	0.118	0.144	0.081	0.106	133
162	0.188	0.171	0.079	0.372	0.134	0.158	0.184	61
163	0.041	0.109	0.027	0.195	0.110	0.193	0.113	130
164	0.131	0.083	0.062	0.223	0.109	0.074	0.114	128
165	0.076	0.107	0.054	0.133	0.118	0.043	0.089	146
166	0.034	0.020	0.041	0.109	0.125	0.145	0.079	152
167	0.027	0.114	0.036	0.169	0.087	0.111	0.091	144
169	0.235	0.157	0.069	0.350	0.129	0.153	0.182	63
171	0.156	0.196	0.055	0.215	0.113	0.114	0.142	103
172	0.333	0.113	0.100	0.337	0.199	0.159	0.207	37
173	0.251	0.080	0.055	0.164	0.130	0.077	0.126	118
175	0.398	0.164	0.117	0.241	0.223	0.115	0.210	34
176	0.213	0.148	0.095	0.200	0.187	0.147	0.165	86
177	0.227	0.158	0.110	0.207	0.223	0.100	0.171	78
178	0.182	0.080	0.072	0.188	0.175	0.123	0.137	106
179	0.280	0.138	0.102	0.292	0.218	0.143	0.196	49

续表4

品种(系)	相对苗长	相对根长	相对苗鲜重	相对根鲜重	相对苗干重	相对苗干重	平均值	排序
184	0.253	0.112	0.025	0.203	0.210	0.094	0.150	95
191	0.261	0.156	0.082	0.250	0.216	0.143	0.185	60
193	0.411	0.157	0.149	0.282	0.395	0.112	0.251	18
194	0.877	0.209	0.224	0.505	0.314	0.145	0.379	3
197	0.512	0.203	0.164	0.425	0.384	0.195	0.314	7
199	0.508	0.176	0.142	0.270	0.328	0.075	0.250	19
211	0.357	0.117	0.146	0.222	0.324	0.102	0.211	32
213	0.520	0.157	0.154	0.383	0.257	0.143	0.269	13
214	0.184	0.097	0.080	0.129	0.172	0.134	0.133	113
215	0.274	0.040	1.000	0.000	0.194	0.080	0.265	17
217	0.441	0.165	0.110	0.304	0.263	0.123	0.234	24
218	0.205	0.122	0.080	0.254	0.216	0.055	0.155	93
219	0.305	0.286	0.100	0.183	0.190	0.072	0.189	56
220	0.439	0.219	0.095	1.000	0.399	0.114	0.378	4
229	0.419	0.000	0.097	0.050	0.280	0.013	0.143	101
231	0.130	0.069	0.044	0.046	0.101	0.015	0.068	155
233	0.279	0.157	0.097	0.251	0.243	0.199	0.204	38
235	1.000	0.563	0.370	0.765	0.640	0.497	0.639	1
236	0.299	0.126	0.100	0.187	0.166	0.132	0.168	82
237	0.478	0.130	0.147	0.184	0.311	0.112	0.227	25
239	0.134	0.144	0.000	0.683	0.111	0.109	0.197	47
240	0.506	0.125	0.134	0.424	0.270	0.167	0.271	12
241	0.288	0.074	0.097	0.171	0.191	0.083	0.151	94
242	0.445	0.073	0.156	0.176	0.294	0.131	0.213	29
243	0.344	0.109	0.110	0.281	0.182	0.179	0.201	44
245	0.339	0.125	0.121	0.197	0.245	0.129	0.193	53
246	0.207	0.184	0.085	0.212	0.207	0.135	0.172	77

表5 0.15 mol/L NaCl胁迫处理下各类群中的材料

类群	品种(系)编号	占供试材料比例/%
第1类	235、33、194、220	2.50
第2类-第1亚类	19、197、143、6、68、4、80、70、199、193、217、157、12、237、72、136、215、240、76、35、213、22、166、96、153、131、77、65、5、147、58、165、167、20、64、10、82、67、133、160、56、62、231、91、83、51、37、146、54、128、161、61、8、105、98、163、164、154、1、101、17、112、88、173、38、121、156、97、23、40、126、103、116、9、241、184、229、171、155、75、69、109、84、178、113、	13.75
第2类-第2亚类	124、24、214、125、129、50、144、137、117、27、246、177、106、141、89、52、176、110、236、127、152、218、14、118、66、191、60、162、81、135、63、111、219、78、29、158、86、151、99、145、13、36、169、123、119、2、175、140、172、150、211、139、16、242、102、233、59、26、122、114、243、18、95、3、239、90、179、94、85、245、134	83.75

表6 0.15 mol/L NaCl胁迫处理下各类别表现特征

类群	相对苗长/cm	相对根长/cm	相对苗鲜质量/g	相对根鲜质量/g	相对苗干质量/g	相对根干质量/g
第1类	0.686	0.498	0.206	0.798	0.398	0.235
第2类-第1亚类	0.423	0.173	0.169	0.337	0.298	0.216
第2类-第2亚类	0.199	0.115	0.078	0.203	0.171	0.128

距离、类平均法聚类(图1),当欧式距离为20.0时将160个高粱品种(系)分为2大类群(表5~6):

(1)第1类群,包括235、33、194、220共4个品种(系),占供试材料的2.50%。此类群各指标的相对值均较高,属于耐盐品种(系)。

(2)第2类群,分为2个亚类:第1亚类包括19、

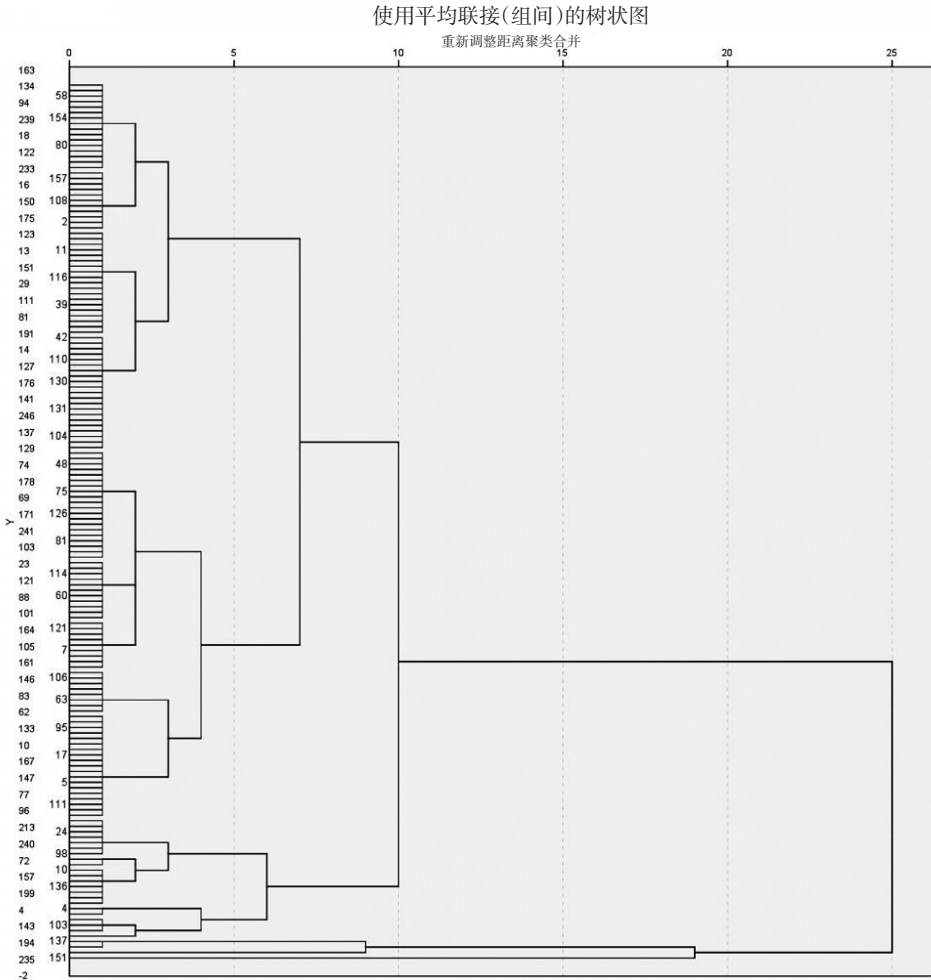


图1 0.15 mol/L NaCl胁迫处理下160个高粱品种聚类树状

197、143、6、68、4、80、70、199、193、217、157、12、237、72、136、215、240、76、35、213、22共22个品种(系),占供试材料的13.75%。此类群各性状指标相对值较大,属于较耐盐品种(系);第2亚类占供试材料的83.75%,此类品种(系)各性状指标相对值较小,属于盐敏感品种(系)。

### 3 结论与讨论

由于试验材料不同,作物耐盐指标的筛选也存在差异。Díaz等<sup>[12]</sup>认为,根长和叶长可作为快速鉴定小麦耐盐性的指标。刘芳等<sup>[13]</sup>认为,叶长可作为玉米耐盐性筛选的首要形态指标,干质量和鲜质量也可以鉴定玉米的耐盐性,姚正培等<sup>[14]</sup>的研究表明,可以用发芽率和根长来鉴定玉米的耐盐性。本试验是在对高粱种子催芽之后进行的发芽试验,因此没有以发芽率作为筛选指标,而是通过对

不同品种苗长、根长、根苗鲜质量和干质量这6个指标的差异进行耐盐性分析,通过比较各品种的平均隶属函数值来筛选耐盐品种可以避免分析单个指标的片面性。萌发期耐盐性强是盐渍化严重地区高粱品种所必须优先具备的特性,是保证高粱出苗的基础。

土壤盐渍化是限制植物生长和生产的重要因素。目前全球耕地盐渍化程度日趋严重,对农作物的生产已构成较大威胁,因此筛选耐盐高粱种质有非常重要的现实意义。本试验通过0.15 mol/L的NaCl溶液处理,利用耐盐系数分析、平均隶属函数值分析以及聚类分析,得出最耐盐的品种为235,较耐盐的品种为33、194,最不耐盐的品种为62,这些品种为今后深入了解高粱耐盐机理提供了良好的材料基础和种质资源。

#### 参考文献:

[1] 杨晓杰,李旭业,王海艳,等.玉米自交系耐盐种质的筛选及耐盐性评价[J].玉米科学,2014,22(4):19-25.

表2 方位角测试数据及误差 (°)

测量组序	1	2	3	4	5	6	7	8
设定方位角	0.0	45.0	90.0	135.0	180.0	225.0	270.0	315.0
实测方位角	10.0	40.2	85.6	140.6	191.3	215.8	261.1	325.2
方位角误差绝对值	10	4.8	4.4	5.6	11.3	9.2	8.9	10.2

从表1中分析可得机器人运行时最大位置误差为15.6 cm,平均误差为8.1 cm;从表2中分析可得方位角误差最大为11.3°,平均误差为8.05°。

#### 参考文献:

- [1] 杨春媚,王峰,晋博,等.基于计算机视觉的室内自主移动机器人导航综述[J].电脑知识与技术,2017(15): 141-143.
- [2] 张译之,周海燕,边晓伟.汇聚式双目立体视觉在室内移动机器人定位中的应用[J].科技风,2018(8): 14-15.
- [3] 李盛辉,沈捷,张兴华.室内移动机器人的快速CCD视觉传感处理系统研究[J].传感器与微系统,2009(04): 15-17.
- [4] 晏勇.多级分布式控制系统在移动机器人中的应用研究[D].上海交通大学,2006.
- [5] YONG F X, MO Z W, QI C W, et al. Synthesis and morphology control of raspberry-like poly(ethylene terephthalate)/polyacrylonitrile microspheres[J]. Chinese Chemical Letters. 2016(02): 195-199.
- [6] 赵智.基于STM32的二轮自平衡电动车系统研制[D].武汉:华中师范大学,2013.
- [7] SUN J, HUANG Z, LIU Y. Software implementation of corn grain morphology detection based on OpenCV[Z]. 中国江苏扬州: 2017.
- [8] 骆颇.室内单目机器人视觉目标发现与跟随[J].计算机系统应用,2018(1): 35-44.
- [9] 吴金亮.基于uCOS无人车控制平台的研究与实现[D].合肥:安徽大学,2015.
- [10] BO Q S O M, China Z W S O, China. Design of built-in boot loader for ARM uCOS[Z]. 中国湖南张家界:2012.

(责任编辑:曲继鹏)

(上接第7页)

- [2] 彭云玲,保杰,叶龙山,等.NaCl胁迫对不同耐盐性玉米自交系萌动种子和幼苗离子稳态的影响[J].生态学报,2014,34(24): 7320-7328.
- [3] 王玉芳,张兰.盐胁迫对糯玉米种子萌发的影响[J].山东农业科学,2014,46(3):37-39.
- [4] 顾文婷,董喜存,李文建,等.盐渍化土壤改良的研究进展[J].安徽农业科学,2014,42(6):1620-1623.
- [5] 姜存松.杂交高粱耐盐试验[J].作物学报.2003,77(2):133-136.
- [6] 梁俊杰,杨慧勇,张福耀.高粱耐盐种质筛选及耐盐种质多态性分析[J].山西农业科学,2013,41(5):401-406+411.
- [7] 梁晓玲,阿布来提,冯国俊,等.玉米杂交种的产量比较及主要农艺性状的相关和通径分析[J].玉米科学,2001,9(1):16-20.
- [8] 董志刚,程智慧.番茄品种资源芽苗期和幼苗期的耐盐性及耐盐指标评价[J].生态学报,2009,29(3):1348-1355.
- [9] 孙璐,周宇飞,汪澈,等.高粱品种萌发期耐盐性筛选与鉴定[J].中国农业科学,2012,45(9):1714-1722.
- [10] 戴海芳,武辉,阿曼古丽·买买提阿力,等.不同基因型棉花苗期耐盐性分析及其鉴定指标筛选[J].中国农业科学,2014,47(7): 1290-1300.
- [11] 周福平,柳青山,张一中,等.高粱幼苗耐盐指标筛选及耐盐性评价[J].山西农业科学,2015,43(9):1076-1079+1083.
- [12] D í az De Le ó n J L, CARRILLO-LAGUNA M, RAJARAM S, et al. Rapid in vitro screening of some salt tolerant bread wheats[J]. Cereal Research Communications,1995,23(4):383-389.
- [13] 刘芳,付艳,高树仁,等.玉米幼苗的盐胁迫反应及玉米耐盐性的鉴定[J].黑龙江八一农垦大学学报,2007,19(6):22-26.
- [14] 姚正培,孟君,李冠.玉米自交系芽苗期耐盐性的鉴定与筛选[J].华北农学报,2007,22(5):27-30.

(责任编辑:蒋召雪)