

# 不同生态区主要育成谷子品种芽期耐旱性鉴定

秦 岭, 杨延兵, 管延安\*, 张华文, 王海莲, 刘 宾, 陈二影

(山东省农业科学院作物研究所, 济南 250100)

**摘要:**以 -0.5 MPa 的 PEG6000 作渗透介质模拟干旱条件, 对不同生态区的谷子(*Setaria italica* (L.) Beauv.) 品种(系) 进行种子萌发耐旱鉴定。结果表明: 在 PEG6000 胁迫下, 萌发耐旱指数与相对根芽比、芽生长抑制率呈极显著负相关; 与根生长抑制率呈正相关, 但相关系数小, 相关不显著; 与相对发芽势呈极显著正相关, 且相关系数达 0.939, 可以反映谷子芽期耐旱性。根据萌发耐旱指数, 将 201 份谷子品种(系) 划分为极抗旱、抗旱、中度抗旱、不抗旱和极不抗旱 5 个等级。

**关键词:** 谷子; PEG; 干旱胁迫; 萌发耐旱指数; 抗旱性

## Identification of Drought Tolerance at Germination Period of Foxtail Millet Cultivars Developed from Different Ecological Regions

QIN Ling, YANG Yan-bing, GUAN Yan-an, ZHANG Hua-wen, WANG Hai-lian, LIU Bin, CHEN Er-ying

(Crop Research Institute, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100)

**Abstract:** Drought tolerance of 201 varieties of foxtail millet (*Setaria italica* (L.) Beauv.) from different ecological regions was investigated during germination period using -0.5 MPa polyethylene glycol (PEG)-6000 as simulate water stress. The results indicated that the correlation was negative between germination drought resistance index (GDRI) and the relative ratio of root to sprout and between GDRI and the inhibition ratio of sprout growth, and lower positive between GDRI and the inhibition ratio of root growth. The significantly positive correlation was found between GDRI and relative germination energy (RGE), and the correlation coefficient was 0.939. RGE could reflect the drought resistance at germination period of foxtail millet. 201 foxtail millet varieties were classified five groups as extremely drought tolerance, drought tolerance, moderate drought tolerance, no drought tolerance, and extremely no drought tolerance based on GDRI.

**Key words:** Foxtail millet; PEG; Drought stress; GDRI; Drought tolerance

随着全球气候变暖, 干旱现象越来越频繁发生, 因干旱造成的农业损失相当于全球其他非生物自然灾害造成的损失之和<sup>[1]</sup>, 为了应对干旱胁迫, 对作物抗旱性进行遗传改良已迫在眉睫<sup>[2]</sup>, 抗旱种质资源的鉴定及利用是抗旱育种的重要前提<sup>[3]</sup>。谷子 [*Setaria italica* (L.) Beauv.] 是起源于中国的传统粮食作物, 具有突出的耐旱、耐瘠特点, 主要分布在西北、华北、东北干旱和半干旱地区。在长期驯化和栽培过程中适应了中国北方干旱、半干旱地区的气

候和生态环境, 成为一种优良的抗旱作物资源<sup>[4]</sup>。谷子抗旱性较强, 但不同品种间抗旱性差异明显<sup>[5]</sup>。因此, 在利用谷子抗旱种质资源之前, 对其加以抗旱性鉴定和筛选具有重要意义。

谷子耐旱性鉴定方法是开展谷子耐旱性研究首先要解决的技术问题。20 世纪 80 年代以来, 我国学者从不同角度研究了谷子抗旱性鉴定的方法, 包括模拟干旱胁迫渗透法、苗期反复干旱法和全生育期干旱胁迫法等。鉴定的指标包括形态指标、生理

收稿日期: 2012-03-05 修回日期: 2012-04-25

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金资助 (CARS-07-12.5-A11)

作者简介: 秦岭, 硕士, 助理研究员。研究方向为谷子遗传育种。E-mail: qinling1021@163.com

通信作者: 管延安, 博士, 研究员。研究方向为谷子遗传育种与栽培。E-mail: Yguan65@yahoo.com.cn

生化指标和产量指标等<sup>[6-9]</sup>。并且鉴定了一批谷子种质资源的耐旱性,在育种与生产实践中发挥了重要作用<sup>[10-11]</sup>。谷子芽期的耐旱性是谷子早期生长阶段不可忽视的抗逆性状,应引起足够的重视。利用 PEG6000 作为渗透剂对作物种子进行芽期的耐旱性鉴定已有很多报道。李震等<sup>[12]</sup>研究表明利用 PEG6000 作为渗透剂模拟干旱条件适用于油菜发芽期耐旱的快速鉴定。王俊娟等<sup>[13]</sup>利用 15% 的 PEG6000 溶液对 41 份棉花品种进行了耐旱鉴定,筛选出相对发芽势、相对发芽率、相对 7 d 下胚轴长、相对 7 d 胚根长、相对胚根长/胚芽长、芽生长率 7 个指标与陆地棉萌发期抗旱性有关。在谷子芽期耐旱性鉴定研究方面,朱学海等<sup>[8]</sup>研究认为种子萌发耐旱指数与相对根长 2 个指标宜作为谷子芽期耐旱性鉴定指标, -0.75 MPa PEG6000、-1.00 MPa 甘露醇处理可以作为谷子芽期耐旱性鉴定的水分胁迫条件。

本研究利用 PEG6000 溶液对 201 份来自不同生态区的谷子进行了芽期模拟水分胁迫研究,对高渗状态下谷子萌发和发芽期的一些形态、生理指标进行了研究。鉴定出芽期抗旱和干旱敏感的品种,为谷子抗旱性和遗传育种研究奠定一定的基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

来自不同生态区的 201 份谷子品种,其中华北夏谷区 167 份,东北春谷区 8 份,西北春谷区 23 份,台湾 1 份,日本 2 份。

### 1.2 方法

**1.2.1 高渗溶液的配制** PEG6000 溶液:设计渗透势为 -0.25、-0.50、-0.75、-1.00 MPa(分别对应 136.27、202.13、252.87、295.71 g/kg H<sub>2</sub>O),依据 Michel 等<sup>[14]</sup>的公式计算浓度:

$$\Psi S = -(1.18 \times 10^{-2})C - (1.18 \times 10^{-4})C^2 + (2.67 \times 10^{-4})CT + (8.39 \times 10^{-7})C^2T$$

公式中  $\Psi S$  是溶液的渗透势(bar),1 bar = 0.1 MPa,C 是溶液的浓度(g/kg H<sub>2</sub>O),T 是溶液的温度(°C)。

**1.2.2 种子萌发耐旱指数的测定** 每个处理的 50 粒供试种子置于直径 10 cm 培养皿中,分别加入 7 ml 处理液,以蒸馏水作对照,放入 25 °C 恒温箱暗中发芽,试验设 3 次重复。调查第 2、4、6、8 天发芽种子数(计数胚芽、胚根长度均超过 1 mm 的个体)。按 Bouslama 等<sup>[15]</sup>的公式计算种子萌发耐旱指数,略有修改。

$$\text{种子萌发指数 (PI)} = (1.00 \text{ nd}_2 + 0.75 \text{ nd}_4 + 0.50 \text{ nd}_6 + 0.25 \text{ nd}_8) / N$$

nd<sub>2</sub>、nd<sub>4</sub>、nd<sub>6</sub>、nd<sub>8</sub> 分别为第 2、4、6、8 天萌发的种子数,N 为种子总数

每重复的种子萌发耐旱指数 = 每处理每重复的种子萌发指数/对照平均种子萌发指数

种子萌发耐旱指数(GDRI germination drought resistance index) = 3 次重复的种子萌发耐旱指数的平均值

**1.2.3 水分胁迫对种子胚芽、胚根的影响** 分别测定萌发 8d 后对照及处理的种子胚根及胚芽长度。相对发芽势(%) = 各处理的平均发芽势/对照平均发芽势 × 100

芽生长抑制率(%) = (对照平均芽长 - 处理平均芽长)/对照平均芽长 × 100

根生长抑制率(%) = (对照平均根长 - 处理平均根长)/对照平均根长 × 100

**1.2.4 试验数据整理分析** 采用 SPSS11.5 及 EXCEL 2007 进行数据整理分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 PEG6000 胁迫对谷子萌发耐旱指数的影响

从供试品种中随机选取 5 份材料,研究渗透势分别为 -0.25、-0.5、-0.75 以及 -1.0 MPa 条件下的萌发耐旱指数,随着 PEG6000 浓度的增加,谷子的萌发耐旱指数逐渐下降(图 1)。方差分析表明,供试材料在渗透势为 -0.5 MPa 时,萌发耐旱指数差异显著,因此以渗透势为 -0.5 MPa 的 PEG6000 溶液作为鉴定谷子萌发期抗旱性的浓度。

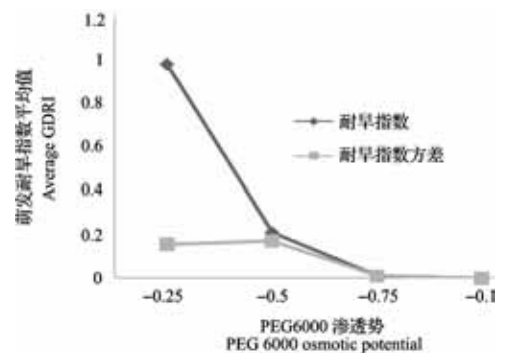


图 1 不同 PEG6000 渗透势对谷子萌发耐旱指数的影响  
Fig. 1 Effect of GDRI under different PEG6000 osmotic potential in foxtail millet

**2.2 不同生态区主要育成谷子品种的耐旱性鉴定** 在渗透势为 -0.5 MPa 的 PEG6000 胁迫下,供

试材料的芽和根的生长抑制率变异幅度和变异系数较大。201 份谷子材料的芽生长抑制率在  $-66.96\% \sim 92.26\%$  之间,根生长抑制率在  $-138.33 \sim 100.00\%$  之间,其中少部分谷子的芽和根生长抑制率小于 0,说明种子萌发后,渗透势为  $-0.5 \text{ MPa}$  的 PEG6000 胁迫对大部分供试品种的芽和根有抑制作用,对少部分供试品种的芽和根有促进作用。相对发芽势的变异系数和变异幅度也较大,相对发芽势的变异系数最大达  $82.31\%$  (表 1)。

表 1 谷子品种在模拟干旱条件下性状分析

Table 1 Analysis of the traits in foxtail millet under drought stress

性状 Trait	平均值 Average	标准差 SE	变异幅度 (%) Range of variation	变异系数 (%) CV
萌发耐旱指数 GDRI	0.41	0.24	0.035 ~ 0.991	58.19
芽生长抑制率 (%) SGIR	46.09	25.36	-66.96 ~ 92.26	55.02
根生长抑制率 (%) RGIR	59.25	26.39	-138.33 ~ 100.00	44.54
相对根芽比 (%) RR/S	90.75	53.48	30.25 ~ 344.05	58.93
相对发芽势 (%) RGE	32.29	26.58	0.00 ~ 136.67	82.31

SGIR: Sprout growth inhibition ratio, RGIR: root growth inhibition ratio, RR/S: Relative root/sprout, RGE: Relative germination energy. The same as below

表 2 201 份谷子来源及萌发耐旱指数

Table 2 Resources and GDRI of 201 foxtail millets

序号 Number	品种名称 Variety name	来源 Resource	萌发耐旱指数 GDRI	耐旱级数 Drought tolerance class	序号 Number	品种名称 Variety name	来源 Resource	萌发耐旱指数 GDRI	耐旱级数 Drought tolerance class
1	郑 821	河南	0.99	1	22	石 923-529	河北	0.75	1
2	衡 8326	河北	0.98	1	23	94C36-1	台湾	0.74	2
3	豫谷 1 号	河南	0.92	1	24	W25	日本	0.74	2
4	济丰 24	山东	0.92	1	25	95-94	河北	0.74	2
5	济丰 20	山东	0.92	1	26	冀 LSH	河北	0.73	2
6	200131	河北	0.87	1	27	长 0301	山西	0.73	2
7	沧 252	河北	0.87	1	28	赤峰 5 号	内蒙古	0.73	2
8	沧 228	河北	0.85	1	29	赤峰 9 号	内蒙古	0.73	2
9	郑 413	河南	0.83	1	30	陇谷 3 号	甘肃	0.73	2
10	济优米 12	山东	0.82	1	31	冀谷 22	河北	0.72	2
11	保竹叶青	河北	0.82	1	32	206058	河北	0.71	2
12	安 03-1371	河南	0.81	1	33	冀谷 24	河北	0.71	2
13	保 18	河北	0.80	1	34	石 1230	河北	0.71	2
14	衡 8310	河北	0.79	1	35	大同 30	山西	0.70	2
15	九谷 11	吉林	0.78	1	36	200475	河北	0.69	2
16	麦谷 1 号	河北	0.78	1	37	昌潍 62	山东	0.69	2
17	衡优 17	河北	0.77	1	38	济叶冲 18	山东	0.68	2
18	安 07-4585	河南	0.77	1	39	保 4131	河北	0.67	2
19	沧 131	河北	0.76	1	40	晋汾 01	山西	0.67	2
20	衡 8735	河北	0.75	1	41	陇谷 9 号	甘肃	0.67	2
21	冀谷 14	河北	0.75	1	42	内 99112	内蒙古	0.67	2

在渗透势为  $-0.5 \text{ MPa}$  的 PEG6000 胁迫下,品种之间表现不同程度的耐旱性,萌发耐旱指数在  $0.035 \sim 0.991$  之间。以萌发耐旱指数为依据,对 201 个供试品种进行抗旱性的分类,可以把品种分为 5 级:1 级为极抗旱 ( $0.75 \sim 0.99$ ),共 22 份;2 级为抗旱 ( $0.60 \sim 0.75$ ),共 34 份;3 级为中度抗旱 ( $0.30 \sim 0.60$ ),共 73 份;4 级为不抗旱 ( $0.15 \sim 0.30$ ),共 40 份;5 级为极不抗旱 ( $0.03 \sim 0.15$ ),共 32 份(表 2)。

表 2(续)

序号 Number	品种名称 Variety name	来源 Resource	萌发耐 旱指数 GDRI	耐旱级数 Drought tolerance class	序号 Number	品种名称 Variety name	来源 Resource	萌发耐 旱指数 GDRI	耐旱级数 Drought tolerance class
43	亲创 7 号	河北	0.66	2	88	石 92-52	河北	0.46	3
44	安阳剑谷	河南	0.65	2	89	内 99156	内蒙古	0.46	3
45	衡谷 10 号	河北	0.65	2	90	陇谷 5 号	甘肃	0.45	3
46	冀谷 26	河北	0.65	2	91	鲁谷 10	山东	0.45	3
47	京安 7505	北京	0.65	2	92	石 3839	河北	0.45	3
48	长生 07	山西	0.64	2	93	沧 125	河北	0.45	3
49	石白米 1 号	河北	0.64	2	94	聊农 3 号	山东	0.45	3
50	山西乌谷	山西	0.63	2	95	安 4783	河南	0.44	3
51	超早 3 号	河北	0.62	2	96	冀谷 21	河北	0.44	3
52	济 8774	山东	0.62	2	97	济 8787	山东	0.44	3
53	冀谷 25	河北	0.62	2	98	济 07607	山东	0.43	3
54	安 93-4078	河南	0.61	2	99	沧 372	河北	0.43	3
55	冀谷 20	河北	0.61	2	100	昌潍 74	山东	0.43	3
56	冀谷 29	河北	0.61	2	101	小香米	河北	0.41	3
57	济谷 15	山东	0.59	3	102	济谷 13	山东	0.41	3
58	鲁谷 2 号	山东	0.59	3	103	济 8304	山东	0.41	3
59	郑 07-1	河南	0.59	3	104	衡 8362	河北	0.39	3
60	亲创 5 号	河北	0.59	3	105	豫谷 5 号	河南	0.38	3
61	K1174	河北	0.56	3	106	鲁谷 4 号	山东	0.38	3
62	内 99142	内蒙古	0.55	3	107	A2 × 4170	河北	0.38	3
63	K384	河北	0.55	3	108	济早 2	山东	0.36	3
64	济 7978-10	山东	0.54	3	109	衡 8162	河北	0.36	3
65	安 06-6082	河南	0.54	3	110	济 0506	山东	0.35	3
66	大同 32	山西	0.53	3	111	安 1508	河南	0.35	3
67	济冲 5-3	山东	0.53	3	112	保 30726	河北	0.35	3
68	聊农 4 号	山东	0.52	3	113	超早 2 号	河北	0.34	3
69	赤峰 8 号	内蒙古	0.52	3	114	保 3040102	河北	0.34	3
70	保 200302	河北	0.51	3	115	K492	河北	0.33	3
71	赤峰 6 号	内蒙古	0.51	3	116	郑 041	河南	0.33	3
72	鲁金 3 号	山东	0.51	3	117	鲁谷 3 号	山东	0.33	3
73	济谷 14	山东	0.51	3	118	鲁金 1 号	山东	0.32	3
74	长 0401	山西	0.51	3	119	安 04-4117	河南	0.32	3
75	济 8309	山东	0.50	3	120	晋谷 20	山西	0.32	3
76	龙山红谷	山东	0.50	3	121	东路阴天旱	山东	0.32	3
77	航天绿谷	河北	0.49	3	122	保 213	河北	0.32	3
78	沧 369	河北	0.49	3	123	鲁谷 5 号	山东	0.31	3
79	K358	河北	0.49	3	124	沁州黄	山西	0.31	3
80	保 31811	河北	0.49	3	125	济 8062-8	山东	0.31	3
81	A2 * 夏父	河北	0.49	3	126	鲁谷 8 号	山东	0.31	3
82	保乌绿谷	河北	0.49	3	127	安 04-4111	河南	0.31	3
83	衡 2011	河北	0.49	3	128	沧 300	河北	0.30	3
84	鲁谷 1 号	山东	0.48	3	129	保 42401	河北	0.30	3
85	冀 433	河北	0.48	3	130	冀谷 19	河北	0.29	4
86	豫谷 15	河南	0.48	3	131	济谷 12	山东	0.29	4
87	济 8207	山东	0.48	3	132	沧 540	河北	0.29	4

表 2(续)

序号 Number	品种名称 Variety name	来源 Resource	萌发耐 旱指数 GDRI	耐旱级数 Drought tolerance class	序号 Number	品种名称 Variety name	来源 Resource	萌发耐 旱指数 GDRI	耐旱级数 Drought tolerance class
133	沧 324	河北	0.29	4	168	衡 836	河北	0.16	4
134	内 2000-38	内蒙古	0.28	4	169	冀特 5 号	河北	0.16	4
135	济 9024-6	山东	0.27	4	170	济谷 11	山东	0.15	5
136	超早 4 号	河北	0.26	4	171	衡 81	河北	0.15	5
137	赤峰 7 号	内蒙古	0.26	4	172	济 9144	山东	0.14	5
138	内 99169-3	内蒙古	0.26	4	173	DSB98-623SR	河北	0.14	5
139	沧 156	河北	0.26	4	174	夏矮谷-1	河北	0.14	5
140	安 388	河南	0.254	4	175	沧谷 4 号	河北	0.14	5
141	冀谷 18	河北	0.25	4	176	豫谷 14	河南	0.14	5
142	绿谷子	吉林	0.24	4	177	郑 737	河南	0.13	5
143	安 4004	河南	0.24	4	178	沧 239	河北	0.13	5
144	衡 2015	河北	0.24	4	179	DSB98-116-20AR	河北	0.12	5
145	沧 215	河北	0.24	4	180	9414-4	吉林	0.12	5
146	豫谷 17	河南	0.23	4	181	济 9026-4	山东	0.12	5
147	K314	河北	0.23	4	182	九谷 8 号	吉林	0.12	5
148	安利绿谷	河南	0.22	4	183	小红谷	山东	0.12	5
149	豫谷 11	河南	0.22	4	184	W35	日本	0.11	5
150	沧 409	河北	0.21	4	185	保 3100101	河北	0.11	5
151	鲁谷 7 号	山东	0.21	4	186	石 93-431	河北	0.11	5
152	S80	河北	0.21	4	187	坝矮 3 号	河北	0.11	5
153	衡 80108	河北	0.21	4	188	衡 2008	河北	0.10	5
154	WR1	河北	0.21	4	189	济 8341	山东	0.10	5
155	甘 790-4-6-9	甘肃	0.21	4	190	九谷 10	吉林	0.10	5
156	鲁谷 6	山东	0.21	4	191	坝矮 1 号	河北	0.10	5
157	安 1596	河南	0.20	4	192	衡 8112	河北	0.10	5
158	九谷 15	吉林市	0.20	4	193	衡 861	河北	0.10	5
159	坝低 1 号	河北	0.20	4	194	抗绣 2 号	河北	0.09	5
160	石 815	河北	0.19	4	195	济 9104	山东	0.09	5
161	长农 38	山西	0.19	4	196	455 恢	吉林	0.08	5
162	粘谷 1 号	河北	0.19	4	197	九谷 13	吉林	0.08	5
163	鲁谷 9 号	山东	0.19	4	198	矮 88	河南	0.07	5
164	保 32072	河北	0.18	4	199	粘谷 2	河北	0.05	5
165	安 04-5173	河南	0.17	4	200	夏矮谷-4	河北	0.03	5
166	豫谷 9 号	河南	0.17	4	201	M1508	河北	0.03	5
167	保齐头白	河北	0.16	4					

### 2.3 谷子萌发耐旱指数与芽期形态指标的关系

种子在 PEG6000 胁迫下萌发耐旱指数与相对根芽比、芽生长抑制率、根生长抑制率以及相对发芽势的相关分析表明(表 3),萌发耐旱指数与相对根芽比、芽生长抑制率呈极显著负相关;与根生长抑制率呈正相关,但相关系数小,相关不显著;与相对发芽势呈极显著正相关,相关系数达 0.939。

## 3 讨论

### 3.1 谷子芽期耐旱性鉴定方法

耐旱鉴定是选用合适的鉴定指标和评价方法对不同基因型耐旱能力大小进行鉴定、筛选、评价和归类的过程,而在大量种质资源耐旱性鉴定及耐旱品种选育的早期世代,筛选简单、有效的鉴定指标是最关键的环节。谷子芽期耐旱性反映了谷子播种后种

表 3 谷子萌发耐旱指数与芽期性状的相关分析

Table 3 Correlation coefficients between GDRI and the traits under drought stress

性状 Trait	萌发耐旱指数 GDRI	相对根芽比 RR/S	芽生长抑制率 SGIR	根生长抑制率 RGIR	相对发芽势 RGE
萌发耐旱指数 GDRI	1.000				
相对根芽比 RR/S	-0.460 **	1.000			
芽生长抑制率 SGIR	-0.477 **	0.424 **	1.000		
根生长抑制率 RGIR	0.068	-0.464 **	0.461 **	1.000	
相对发芽势 RGE	0.939 **	-0.406 **	-0.426 **	0.167	1.000

\*\* 代表 0.01 水平显著 \*\* significant at 0.01 level

子萌发、出土阶段抵抗土壤干旱的能力,是谷子早期生长阶段不可忽视的抗逆性状,研究谷子芽期耐旱性具有重要意义。白玉等<sup>[16]</sup>采用 PEG6000 作为渗透剂,5 种不同渗透势模拟水分胁迫,以谷子萌发耐旱指数、根芽比、根冠比和贮藏转运率作为鉴定评价指标,研究谷子芽期耐旱性与各指标的关系。结果表明,种子发芽率和芽长 2 个指标相对值相对独立,可以作为谷子芽期耐旱性鉴定的综合指标,且 -0.5 MPa PEG6000 处理可以作为谷子芽期耐旱性鉴定的胁迫条件。

本研究筛选了谷子芽期耐旱性鉴定条件,结果表明,低浓度的 PEG6000 溶液促进种子的萌发,这与前人的研究结果一致<sup>[8,17-19]</sup>。原因是在低浓度 PEG 处理时,可使种子吸水速度变缓,种子得以在有水环境中慢慢启动萌发,膜系统获得修复,细胞生理生化过程启动,为种子萌发提供基础性代谢物质,从而促进种子发芽。在高浓度 PEG6000 处理时,种子萌发受到抑制,不能正常吸水发芽。在 -0.5 MPa PEG6000 溶液处理下,谷子萌发耐旱指数的方差和变异系数最大,因此该浓度可作为谷子芽期耐旱性鉴定条件。本实验以萌发耐旱指数(相对发芽率)来评价谷子品种芽期的耐旱性,可以避免不同基因型在正常条件下自身所存在的差异对实验造成的影响,较客观地反应测试品种在渗透胁迫条件下的耐旱性差异。

实验还研究了芽、根生长抑制率,相对根芽比以及相对发芽势与芽期耐旱指数的关系。结果表明萌发耐旱指数与根生长抑制率的相关性不大,与相对根芽比、芽生长抑制率中度负相关,与相对发芽势相关性最大。因此,在 -0.5 MPa PEG6000 溶液处理下,相对发芽势可以作为耐旱性的鉴定指标。

### 3.2 谷子芽期耐旱材料筛选

PEG 胁迫可以简单、快速鉴定耐旱种质<sup>[20-22]</sup>,

本研究发现在 -0.5 MPa PEG6000 溶液处理下谷子芽期耐旱性存在十分丰富的遗传多样性。根据萌发耐旱指数,201 份谷子品种耐旱性大致分为 5 级。1 级极耐旱品种 22 份,占 10.9%;22 份极抗旱品种除 1 份来自东北春谷区外,其他 21 份都自华北夏谷区(表 3),其中萌发耐旱性指数最高的是来自河南的郑 821 和衡 8326。32 份极不抗旱品种中有 5 份来自东北春谷区,1 份来自日本,其他 26 份来自华北夏谷区。对干旱敏感的是来自河北的夏矮谷 -21 和 M1508。耐旱和旱敏感材料可用于耐旱性遗传分析。本研究只是对供试材料进行了芽期耐旱性鉴定,与苗期以及整个生育期的耐旱相关性还需进一步研究。

### 参考文献

- [1] 山仓,康绍忠,吴普特.中国节水农业[M].北京:中国农业出版社,2004
- [2] 张木清,陈如凯.作物抗旱分子生理与遗传改良[M].北京:科学出版社,2005:407
- [3] 王纶,温琪汾,曹厉萍,等.黍稷抗旱种质筛选及抗旱机理研究[J].山西农业科学,2007,35(4):31-34
- [4] 田伯红,张立新,宋淑贤.谷子新品种在旱作农业中的地位[J].中国种业,2000(4):17-18
- [5] 李荫梅.谷子育种学[M].北京:中国农业出版社,1997:421-446,628-638
- [6] 李荫梅.谷子(粟)品种资源抗旱性鉴定研究[J].华北农学报,1991,6(3):20-25
- [7] 张锦鹏,王茅雁,白云凤,等.谷子品种抗旱性的苗期快速鉴定[J].植物遗传资源学报,2005,6(1):59-62
- [8] 朱学海,宋燕春,赵治海,等.用渗透剂胁迫鉴定谷子芽期耐旱性的方法研究[J].植物遗传资源学报,2008,9(1):62-67
- [9] 张文英,智慧,柳斌辉,等.谷子全生育期抗旱性鉴定及抗旱指标筛选[J].植物遗传资源学报,2010,11(5):560-565
- [10] 温琪汾,王纶,王星玉.山西省谷子种质资源及抗旱种质的筛选利用[J].山西农业科学,2005,33(4):32-33
- [11] 杨官厅,韩淑云,刘明贵.谷子耐旱性鉴定初探[J].干旱地区农业研究,1992,10(2):98-102
- [12] 李震,杨春杰,张学昆,等.PEG 胁迫下甘蓝型油菜品种(系)种子发芽耐旱性鉴定[J].中国油料作物学报,2008,30(4):438-442
- [13] 王俊娟,叶武威,王德龙,等.PEG 胁迫条件下 41 份陆地棉种

- 质资源萌发特性研究及其抗旱性综合评价[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(6): 840-846
- [14] Michel B E, Kaufmann M R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000[J]. *Plant Physiol*, 1973, 51: 914-916
- [15] Bouslama M, Schapaugh W T. Stress tolerance in soybeans, evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance[J]. *Crop Sci*, 1984, 24: 933-937
- [16] 白玉. 谷子萌发期和苗期抗旱性研究及抗旱鉴定指标的筛选[D]. 北京: 首都师范大学, 2009
- [17] 史锋厚, 朱灿灿, 沈永宝, 等. PEG6000 渗透处理对油松种子发芽的影响[J]. 浙江林学院学报, 2008, 25(3): 289-292
- [18] 丁永乐, 杨铁钊, 郑宪滨, 等. PEG 对烤烟种子萌发和幼苗生理特性的影响[J]. 河南农业科学, 2000(1): 8-10
- [19] 梁小玉, 张新全. PEG 渗透处理改善鸭茅种子活力的研究[J]. 植物遗传资源学报, 2005, 6(3): 330-33
- [20] 景蕊莲, 昌小平. 用渗透胁迫鉴定小麦种子萌发期耐旱性的方法分析[J]. 植物遗传资源学报, 2003, 4(4): 292-296
- [21] 蒋明义. 研究水稻种子萌发特性和抗旱性关系的高渗溶液法[J]. 植物生理学通讯, 1992, 28(6): 441-444
- [22] 王俊娟, 叶武威, 王德龙, 等. PEG 胁迫条件下 41 份陆地棉种质资源萌发特性研究及其抗旱性综合评价[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(6): 840-846