

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

王俊娟, 叶武威, 王德龙, 樊伟莉, 王 帅

(中国农业科学棉花研究所/农业部棉花遗传改良重点实验室, 河南安阳 455000)

摘要:采用 15% PEG6000 垂直滤纸法对 41 份陆地棉种子进行萌发期抗旱性研究, 分别测定在胁迫条件下及清水对照条件下的发芽势、发芽率、3d 芽长、3d 芽重、7d 下胚轴长、7d 胚根长、胚根长/胚芽长、芽长生长率等 8 个指标。结果表明, 这 8 个指标在 PEG6000 胁迫条件下, 均比对照降低, 除 3d 芽重外, 41 份材料的变异系数均大大增加, 说明陆地棉种子萌发受 15% (-0.4MPa) PEG6000 的抑制, 且材料间受抑制程度差异较大。同时计算出胁迫条件下与对照条件的相对值, 通过对这 8 个指标的相对值进行方差分析和主成分分析, 筛选出相对发芽势、相对发芽率、相对 7d 下胚轴长、相对 7d 胚根长、相对胚根长/胚芽长、芽长生长率等 7 个指标与陆地棉萌发期抗旱性有关。利用这 7 个指标对 41 份陆地棉材料进行隶属函数分析和相关性分析, 并以平均隶属函数值代表抗旱性强弱, 平均隶属函数值越大, 抗旱性越强。结果表明, 相对 7d 胚根长与平均隶属函数值存在着极显著的正相关($r=0.839$), 同时筛选出陆地棉萌发期抗旱性较强的材料 7 份: 冀 668、鲁棉研 21、9409 选系、DP99B、创棉 22、sGK 中 980、邯 177; 抗旱性中等的材料有 10 份: 中 23A-12、中 23A 抗棉 F12、中棉所 35、冀 1286、GKZ19F6、双豫 97-2067、光籽 2、耐高温-2、中 S9612、光籽 1。

关键词:关键词: 萌发期; 棉花抗旱性; 主成份分析; 隶属函数法

Germination Characteristics and Comprehensive Evaluation of Drought Resistance of 41 Accessions of Cotton Germplasm at Seed Germination Stage under PEG6000 Stress

WANG Jun-juan, YE Wu-wei, WANG De-long, FAN Wei-li, WANG Shuai

(Key Laboratory of Cotton Genetic Improvement of Ministry of Agriculture/Chinese Cotton Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Anyang, Henan 455000)

Abstract: This paper conducted on different drought resistance of 41 cotton germplasm at germination stage by the experiment of 15% PEG6000 vertically rolled paper tests. We determined 8 identification indices such as germination energy, germination rate, seedling length of 3 days, total seedling fresh biomass of 3 days, hypocotyl length of 7 days, radicle length of 7 days, radicle length of 7 days/hypocotyl length of 7 days, growth rate of sprout length. The results showed that the 8 indices were lower under 15% PEG6000 than that in water controlled condition, the coefficients of variation became bigger except for total seedling fresh biomass of 3 days indicating that cotton germination was inhibited by 15% PEG6000 and the different varieties (lines) were evidently different. At the same time the relative values of T/CK were calculated. We screened 7 identification indices such as relative germination energy, relative germination rate, relative seedling length of 3 days, relative hypocotyl length of 7 days, relative radicle length of 7 days, relative radicle length of 7 days/hypocotyl length of 7 days, relative growth rate of seedling length by variance analysis and principal component analysis. The results showed that this 7 indices had some connection with germination drought resistance. The subordinate function values of cotton germplasm under PEG6000 drought treat-

收稿日期: 2010-01-20 修回日期: 2011-04-11

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务专项 (SJA1001); 国家转基因重大专项 (2008ZX08005-004); “十一五” 国家科技支撑计划 (2006BAD13B04-1); 国家高技术研究发展计划 (863 计划) (2009AA101104)

作者简介: 王俊娟, 在读硕士, 副研究员, 研究方向: 棉花抗逆鉴定与种质创新。E-mail: caas08f2b1b@yahoo.cn

ment and the correlation coefficient were analyzed by the 7 indices. The Average subordinate function values stood for ability of germination drought resistance. With the increase of the average subordinate function values the cotton germination drought resistance ability was increasing. The results showed that relative radicle length of 7 days was significantly correlated to the average subordinate function values ($r = 0.839$). There were 7 accessions of cotton germplasm with high drought resistance ability at germination stage such as Ji668, Lumianyan21, 9409xuanxi, DP99B, Chuangmina22, sGKZhong980, Han177 and 10 accessions of cotton germplasm with medium drought resistance ability such as Zhong23A-12, Zhong23AkanmianF12, CRI35, Ji1286, GKZ19F6, Shuangyu97-2067, Guangzi2, Naigaowen-2, ZhongS9612, Guangzil.

Key words: Germination stage; Cotton drought resistance; Principal component analysis; Subordination function method

水分是棉花萌发过程中必需的因素。而干旱是最复杂又是被人们了解得最少的自然灾害,对人类所造成的影响远远超过其他的自然灾害^[1]。我国是世界上最干旱的国家之一,干旱半干旱面积占国土面积的 52.50%^[2]。近年来由于环境恶化,气候转暖,水资源缺乏导致各地旱情频频发生。目前,在中国,气象灾害是中国最主要的自然灾害,其造成的经济损失约占各种自然灾害总损失的 70% 以上,而干旱灾害的损失又占气象灾害损失的 50% 左右,旱灾已成为中国的第一大自然灾害^[3]。种子萌发是棉花生活史中的关键阶段,也是衡量棉花抗旱性强弱的重要时期,直接关系到棉花的出苗全苗及整齐度问题。在棉花的播种期,经常遇到干旱少雨的情况,棉花因此不能播种或播种后无法出苗而错过了生长季节,不能及时利用早春的光、温、热资源,造成了巨大的经济损失。利用 PEG 高渗溶液模拟干旱胁迫已经成为作物抗旱性研究的重要手段^[4-10]。本试验选取来源广泛的且综合性状好的 41 份陆地棉品种为研究对象,用 15% PEG6000 竖直滤纸法模拟干旱胁迫在 30℃ 恒温条件下对 41 份材料进行了萌发期抗旱研究,测定指标有相对发芽势、相对发芽率、相对胚芽重、相对胚芽长、相对胚根长、相对下胚轴长等,通过对这些指标进行方差分析,主成分分析及隶属函数分析,以期对棉花种质资源进行萌发期抗旱性鉴定评价,直接筛选出抗旱性强的棉花品种或为选育抗旱性强的棉花品种提供亲本材料。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料来源于黄河流域棉区当前大面积推广的品种和本实验室自育的部分创新材料(表 1),来源广泛,有一定的代表性,种子均由中国农业科学院棉花研究所抗逆鉴定课题提供,为 2009 年大田收获

的毛子。

1.2 方法

1.2.1 棉花萌发期抗旱鉴定 参考已发表的方法^[4-6]并加以改进,用 15% PEG6000(与之对应的溶液水势约为 -0.4MPa ^[8-9])竖直滤纸法在 30℃ 恒温条件下对 41 个材料进行棉花萌发期抗旱鉴定,对照为清水,每处理设 3 个重复,每重复取 100 粒均匀一致、饱满健康的种子,调查 3d 时的发芽势、7d 时的发芽率、3d 芽总长、3d 芽总重量、7d 胚根长、7d 胚轴长、胚根长/胚芽长、芽的相对增长率等 8 个指标,芽长、芽重、胚根长、胚轴长均为取 10 个最长的测量、称重,然后取其平均值,所有处理均取 3 个重复平均值进行数据统计,计算出干旱胁迫条件下的指标与对照的相对比值用于隶属函数的计算和主成分分析。

$$\text{发芽势}(\%) = 3\text{d 发芽数}/100 \text{ 粒} \times 100$$

$$\text{发芽率}(\%) = 7\text{d 发芽数}/100 \text{ 粒} \times 100$$

$$\text{相对值}(\%) = \text{处理值}/\text{对照值} \times 100$$

1.2.2 仪器设备 GZP-250B 智能光照培养箱。

1.2.3 抗旱性综合评价 抗旱性综合评价采用隶属函数法,按公式(1)计算与抗旱性相关的指标具体隶属值。

$$U(X_{ij}) = (X_{ij} - X_{i\min}) / (X_{i\max} - X_{i\min}) \quad (1)$$

式中 X_{ij} 为 i 材料的 j 性状值; $X_{i\min}$ 为 j 性状的最小值; $X_{i\max}$ 为 j 性状的最大值; $U(X_{ij})$ 为 i 材料 j 性状的抗旱隶属值。

将抗旱隶属值进行累加求得平均数,见公式(2):

$$X_i = \sum U(X_{ij}) / n \quad (2)$$

(2)式中, X_i 为平均抗旱隶属值,隶属值越大,抗旱性越强。

1.2.4 统计分析 利用 Excel 对数据进行整理,计算出平均数、方差、变异系数,利用统计分析软件为 SAS 8.0 进行方差分析、主成分分析,采用隶属函数法对 41 份陆地棉种质进行萌发期抗旱性综合评价。

表 1 试验材料来源及系谱

Table 1 The origins and pedigrees of germplasm materials

序号 No.	名称 Name	来源 Origin	系谱 Pedigree	序号 No.	名称 Name	来源 Origin	系谱 Pedigree
1	冀 1286	河北	[(冀棉 10 号 × 538) F1 × 冀棉 22] 选系	22	(中 164 × A 抗) F13	自育	抗黄萎 164 × A 抗
2	中 23A 抗棉 F12	自育	中 23 × A 抗选系	23	97HF7	自育	冀杂 1 号选系
3	中 23B 抗虫棉 F12	自育	中棉所 23 优系 × A 抗虫棉	24	鲁 8H7H5	山东	抗虫品系 95-823 × 转 Bt 基因抗虫棉品系 AR3
4	中 S9612	自育	乌干达 4 号 × 邢台 6871	25	GKZ19-7	自育	GK11 × 947F1
5	中棉所 35	中棉所	中 23021 × (中棉所 12 × 川 1704)	26	鲁棉研 17	山东	中棉所 12 × GK-12
6	邯 177	河北	冀棉 1 号 × 中棉所 12	27	9409 选系	中棉所	中 23021 × (中棉所 12 × 川 1704)
7	中 9806	中棉所	505441 × 221	28	耐高温-2	自育	中 R98 × 中 1001
8	冀棉 228	河北	w112 × 抗单 258-1 后代系统选育	29	创棉 22	河北	豫 536 × 544
9	光籽 1	自育	中 2201 × 中棉所 41	30	sCK 中 980	中棉所	中棉所 41 × 中 9445 选系
10	鲁棉研 16	山东	中棉所 12 × 转 Bt 基因泗棉 3 号选系	31	鲁棉研 21	山东	石远 321 选系/泗棉 3 号转基因抗虫棉选系 R55 系
11	双豫 97-2067	自育	豫早 97-1335 × 豫 2067	32	冀 668	河北	冀资 123 × 231
12	701 杆硬	中棉所	中棉所 45 × 晋棉 95	33	DP99B	美国	DP5415 × 抗虫品系 531
13	豫棉 21	河南	中 12X 豫植 177	34	冀杂 3268F6	河北	376 × 668
14	中棉所 45	中棉所	将 Bt + CpTI 双价抗虫基因导入晋 95-1 选系 961027	35	光籽 2	自育	中 2201 × 中棉所 35
15	中 9806 不同	自育	中 9806 选系	36	710(豫 2067)	河南	中 12 选系 × 豫植 177
16	GK50	河北	冀丰 919 选系	37	sGK958	河南、北京	锦科 970012 × 锦科 19
17	GKZ19F6	自育	冀优 851 × 947F1	38	中 164A 抗	自育	中 164 × A 抗虫棉
18	冀棉 616	河北	原冀 492 × 596 系	39	邯 242	河北	邯 93-4572 × 太 9115
19	鑫秋 4 号	河北	鑫秋 1 号变异株系统选育	40	GZ19-7	自育	(冀优 851 × 947F1) 选系
20	中 164A-13	自育	中 164 × A 抗	41	中 404A 抗-12	自育	中 404 × A 抗虫棉
21	中 23A-12	自育	中 23 × A 抗虫棉				

2 结果与分析

2.1 陆地棉在 PEG 胁迫条件下各指标的变化

从表 2 可以看出,在 15% PEG6000 胁迫条件下,棉花种子的发芽势范围在 26.04% ~ 69.33%,平均值为 47.62%,发芽势在 50% 以下的品种占 48.78%,41 份材料的标准差为 9.86,变异系数为 20.07%。而在清水条件下,棉花种子的发芽势为 78.05% ~ 100%,平均值为 91.97%,发芽势在 80.00% 以上的品种占 95.12%,41 份材料的发芽势标准差为 6.63,变异系数为 7.20%。棉花种子发芽势在 PEG 干旱胁迫后比清水对照下降范围为 20.27% ~ 71.06%,平均下降 47.99%,其变异系数大大提高。

在 PEG 胁迫条件下,芽长为 1.30 ~ 5.75cm,平均值为 3.23cm,41 份材料标准差为 0.87,变异系数

为 27.05%。在清水条件下,3 d 芽长为 7.82 ~ 11.46cm,平均值为 9.58cm,41 份材料标准差为 0.90,变异系数为 9.36%。PEG 胁迫条件下,41 份材料芽长比对照下降 35.10% ~ 83.38%,平均下降 66.14%,说明芽长更易受到干旱胁迫的影响,品种间差异更大,所以 PEG 胁迫条件下棉花芽长是棉花萌发期抗旱鉴定的另一个有效指标。

在 PEG 胁迫条件下,芽鲜重 1.11 ~ 1.79g,平均值为 1.39g,变异系数为 10.13%。而在清水条件下,41 份棉花材料 3 d 的芽鲜重为 1.50 ~ 1.96g,平均值为 1.96g,41 份材料标准差为 0.264,变异系数为 13.45%,PEG 胁迫条件下 41 份棉花材料的芽鲜重的变异系数均比清水对照的低,说明芽鲜重受胁迫后变化较小,也可能与本试验所用的芽重包括种皮有关。

表2 陆地棉萌发期清水对照与PEG胁迫条件各指标的比较

Table 2 The germination indices comparison of 41 varieties (lines) under water and 15% PEG6000 condition

处理 Treatment	指标 Index	发芽势(%)	发芽率(%)	3d芽总长 (cm)	3d芽总重量 (g)	7d下胚轴长 (cm)	7d胚根长 (cm)	胚根长/下胚轴长 Ratio of radicle length and hypocotyl length in 7 days	芽长相对 生长率(%) Relative growth rate of seedling length
		Germination energy	Germination rate	Seedling length of 3 days	Total seedling fresh biomass of 3 days	Hypocotyl length of 7 days	Radicle length of 7 days		
清水对照 Water controlled conditions	均值 Average	91.97	92.97	9.58	1.96	10.02	12.09	1.22	1.31
	标准差 s	6.63	6.31	0.90	0.26	1.10	2.25	0.28	0.32
	变异系数(%) CV	7.20	6.78	9.36	13.45	11.02	18.63	22.53	24.07
PEG6000 胁迫 PEG6000 stress	均值 Average	47.62	62.68	3.23	1.39	2.41	6.72	3.04	2.11
	标准差 s	9.86	9.57	0.87	0.14	0.71	1.52	1.26	0.94
	变异系数(%) CV	20.71	15.26	27.05	10.13	29.41	22.67	41.42	44.49

在 PEG 胁迫条件下,下胚轴长度为 0.83 ~ 3.71cm,平均值为 2.41cm,41 份品种间的变异系数为 29.41%,而在清水对照条件下,41 份棉花材料 7d 的下胚轴长度为 7.83 ~ 13cm,平均值为 10.02cm,41 个品种间的变异系数为 11.02%。在 PEG 胁迫条件下,下胚轴长度比对照大大下降,大约下降 57.92% ~ 92.04%,变异系数比对照处理的变异系数大大提高,说明品种间受抑制程度不一样,受抑制程度轻的品种萌发期抗旱能力强,受抑制程度重的品种抗旱能力差。

在 PEG 胁迫条件下,胚根长度为 2.63 ~ 10.33cm,平均值为 6.72cm,41 份材料胚根长度间的变异系数为 22.67%。而在清水对照条件下,41 份棉花材料 7d 的胚根长度为 7.70 ~ 16.52cm,平均值为 12.09cm,变异系数为 18.63%,在 PEG 胁迫条件下胚根长度比对照下降了 1.45% ~ 6.07%,品种间下降程度不同,差异极其显著。

在 PEG 胁迫条件下,胚根长/下胚轴长比值为 1.05 ~ 8.24,平均值为 3.04,41 份材料间的变异系数为 41.42%,而在清水对照条件下,41 份棉花材料 7d 的胚根长/下胚轴长比值为 0.71 ~ 2.05,平均值为 1.22,变异系数为 22.53%,在 PEG 胁迫条件下变异系数比对照处理的变异系数大大提高。在清水条件下,胚根占总胚芽长的 41.62% ~ 67.26%,而在 PEG 胁迫条件下,胚根占总胚芽长 51.29% ~ 89.18%,也就是说,PEG 干旱胁迫首先抑制的是胚轴,而对胚根影响较小,这可能是棉花长期进化的结果,或者说是棉花在进化过程中保留了这一优良的特性,即在不利条件下优先保证根的生长。

2.2 方差分析

为了能更好表明各材料对水分胁迫敏感性的不

同,选用陆地棉种质资源萌发期的 8 个指标于干旱胁迫条件下与对照的相对比值作为评价指标,并对其进行方差分析。结果表明,各品种(系)的各指标均差异显著($P < 0.05$),重复间差异不显著,故可对该 8 个指标的干旱胁迫条件下与对照的相对比值进行主成份分析。

2.3 主成分分析

主成分的特征根和贡献率是选择主成分的依据,经方差分析后,将 41 份陆地棉种质资源的 8 个与萌发期抗旱性有关的指标转化为 8 个主成分,根据主成分的累积方差贡献率大于 80% 的原则,其余贡献率较小可以忽略不计,故选留前 4 个主成分作为抗旱性评价的综合指标(表 3),前 4 个主成分的累积方差贡献率为 88.949%,表明前 4 个主成分已经把 41 份陆地棉种质资源与萌发期抗旱有关的 88.949% 的信息反映出来,基本上能综合评价陆地棉萌发期的抗旱性,在此基础上可以比较可靠地鉴定出不同材料抗旱性的大小。

决定第 1 主成分大小的主要是相对发芽势、相对发芽率、相对 7d 下胚轴长 3 个性状分量,主成 1 相当于 2.659 个原始指标的作用,它可反映原始数据信息量的 33.235%,这些指标值越大越有利于陆地棉在逆境条件下生存。决定第 2 主成分大小的主要是相对 7d 胚根长、相对胚根长/下胚轴长比值、相对芽长的生长率 3 个性状分量,主成 2 相当于 1.891 个原始指标的作用,它可反映原始数据信息量的 23.633%。决定第 3 主成分大小的主要是相对发芽势、相对 7d 下胚轴长、相对胚根长/下胚轴长比值 3 个性状分量,主成 3 相当于 1.430 个原始指标的作用,它可反映原始数据信息量的 17.871%。

表3 陆地棉种质资源萌发期各指标的主成分分析

Table 3 The principal component analysis of different indices of cotton germplasm resources at germination stage

抗旱指标 Relative drought resistance indices	成分1 Component 1	成分2 Component 2	成分3 Component 3	成分4 Component 4
相对发芽势(%)	0.449	-0.111	0.371	-0.364
相对发芽率(%)	0.446	0.082	0.204	-0.527
相对3d芽总 长(cm)	0.402	-0.215	0.192	0.570
相对3d芽总 鲜量	0.345	-0.358	-0.117	0.025
相对7d下胚轴 长(cm)	0.436	0.070	-0.522	0.201
相对7d胚根 长(cm)	0.339	0.529	0.041	0.331
相对胚根长/下 胚轴长	-0.085	0.409	0.609	0.229
相对芽的生长 率(%)	0.081	0.595	-0.354	-0.249
特征值	2.659	1.891	1.430	1.137
百分率(%)	33.235	23.633	17.871	14.210
累计百分率(%)	33.235	56.868	74.739	88.949

决定第4主成分大小的主要是相对发芽势、相对发芽率、相对3d芽总长3个性状分量,主成4相当于1.137个原始指标的作用,它可反映原始数据信息量的14.210%。

2.4 隶属函数及相关系数分析

根据主成分分析的结果,各特征值大小代表各综合指标对方差贡献的大小,特征向量表示各性状对综合指标的贡献大小。选1~4主成分中的较大特征向量:相对发芽势、相对发芽率、相对3d芽总长、相对7d胚根长、相对7d胚轴长、相对胚根长/胚芽长比值、芽长的相对增长率等7个指标进行隶属函数分析,并求平均值,以评价其萌发期抗旱顺序。

根据隶属函数平均值的大小对陆地棉不同供试材料进行萌发期抗旱性进行排序,其萌发期抗旱性由强到弱的具体顺序见表4。与平均隶属函数值相关系数由大到小的指标分别为:相对7d胚根长($r=0.839$)>相对发芽率($r=0.696$)>相对发芽势($r=0.615$)>相对7d下胚轴长($r=0.597$)>相对3d芽总长($r=0.482$)>芽长的相对增长率($r=0.447$)>相对胚根长/下胚轴长($r=0.246$)。说明7个指标中,相对7d胚根长最能代表材料萌发期的

抗旱能力,其次是相对发芽率。

3 讨论

研究表明:植物的抗旱性是一个复杂的现象,其随着生育期的变化而变化^[11-12]。种子萌发是植物生命周期的起点,是植物生命活动的最强烈的一个时期,它表现母株的遗传特性,关系到子株的生长和发育^[13],而萌发期抗旱性强弱,直接关系到田间出苗率和幼苗的长势,对于春旱严重的地区尤其如此^[14]。因此,在萌发期对作物进行抗旱性鉴定在农业生产上具有非常重要的现实意义。

对于作物的抗旱性的评价,大多数研究者认为,基于抗旱性是多种因素综合作用的结果,采用多指标的综合评价比单指标评价更为科学和客观^[15-18]。本试验的研究结果也表明,7个指标与陆地棉萌发期抗旱性有关系,本研究利用隶属函数多指标的分析特点进行综合评价,能更好地揭示陆地棉萌发期对水分胁迫的适应机制,提高了抗旱鉴定的准确性,使试验结果更加可靠。但从材料筛选和育种效率出发,考虑到育种早代对大量遗传变异材料的选择,抗旱性鉴定也必须重视简单、快捷、单一指标的鉴定。本研究对相对发芽势、相对发芽率、相对3d芽总长、相对7d胚根长、相对7d胚轴长、相对胚根长/胚芽长比值、芽的相对增长率等7个指标与平均隶属函数相关性研究结果表明,相对7d胚根长与平均隶属函数存在着极显著相关性,所以在育种的早期世代,可以选用相对7d胚根长这一单一的指标对陆地棉进行萌发期抗旱性鉴定,达到高效、快速的目的,而在育种的高代材料筛选中,应考虑7个指标的综合效应,对其抗旱性进行综合评价。

本研究表明,在15%PEG6000胁迫条件下,下胚轴受抑制程度远大于胚根,这可能是棉花长期进化的结果,或者说是棉花在进化过程中保留了这一优良的特性,即在不利的条件下优先保证根的生长。抗旱性强的材料胚根长度大于抗旱性弱的材料,这与严美玲等^[19]的研究结果有一定的相似性,也有一定程度的不同,其研究表明,抗旱性强的品种根干重和单株冠干重均高于抗旱性弱的品种,干旱胁迫促进了根系的生长发育,中度和严重水分条件下,根系干重增加,冠干重降低,两个品种呈现相同的规律性。干旱胁迫对初生根数目影响不明显,但对单株次生根数目影响较大,中度和严重干旱胁迫促进了次生根数目的增加。李文饶等^[20]研究结果表明,干旱胁迫使得紫花苜蓿根系表现为主根伸长生长受到

表 4 PEG6000 胁迫下陆地棉种质资源隶属函数值及相关系数

Table 4 The subordinate function values and correlation coefficient of cotton germplasm under PEG6000 drought treatment

种质资源 Germplasm resources	相对发芽势 (%) Relative germination energy	相对发芽率 (%) Relative germination rate	相对 3d 芽 总长 (cm) Relative seedling length of 3 days	相对 7d 胚 轴长 (cm) Relative hypocotyl length of 7 days	相对 7d 胚 根长 (cm) Relative radicle length of 7 days	相对胚根长/ 下胚轴长 Ratio of radicle length and hypocotyl length in 7 days	芽长的相对 生长率 (%) Relative growth rate of seedling length	平均隶属 函数值 Average value of subordinate function values	萌发期 抗旱 排序 No.
1	0.680	0.616	0.879	0.692	0.434	0.109	0.000	0.487	11
2	0.996	0.897	0.518	0.493	0.325	0.130	0.074	0.490	9
3	0.620	0.577	0.451	0.433	0.171	0.070	0.021	0.335	24
4	0.753	0.745	0.235	0.460	0.369	0.170	0.301	0.433	16
5	0.663	0.746	0.273	0.559	0.573	0.226	0.378	0.488	10
6	0.699	0.552	0.440	0.070	0.668	0.902	0.224	0.508	7
7	0.234	0.014	0.317	0.294	0.231	0.177	0.096	0.195	40
8	0.210	0.279	0.479	0.898	0.400	0.042	0.208	0.360	19
9	0.087	0.329	0.088	0.672	0.567	0.173	0.821	0.391	17
10	0.277	0.011	0.200	0.556	0.406	0.145	0.444	0.291	29
11	0.473	0.334	1.006	0.895	0.485	0.073	0.028	0.471	13
12	0.428	0.472	0.387	0.404	0.353	0.190	0.177	0.344	23
13	0.510	0.301	0.473	0.271	0.313	0.253	0.042	0.309	26
14	0.450	0.246	0.409	0.429	0.203	0.090	0.043	0.267	35
15	0.658	0.472	0.438	0.358	0.296	0.182	0.054	0.351	22
16	0.000	0.000	0.281	0.330	0.401	0.269	0.321	0.229	39
17	0.626	0.558	0.283	0.772	0.562	0.135	0.420	0.479	12
18	0.178	0.028	0.351	0.488	0.458	0.204	0.326	0.291	30
19	0.264	0.105	0.342	0.000	0.555	0.999	0.206	0.353	21
20	0.268	0.151	0.189	0.403	0.421	0.231	0.380	0.292	28
21	0.492	0.142	0.523	0.539	0.980	0.440	0.373	0.498	8
22	0.632	0.531	0.227	0.112	0.204	0.320	0.096	0.303	27
23	0.229	0.331	0.083	0.304	0.255	0.188	0.330	0.246	38
24	0.328	0.455	0.234	0.451	0.184	0.071	0.165	0.270	34
25	0.325	0.587	0.000	0.212	0.299	0.295	0.494	0.316	25
26	0.542	0.413	0.400	0.611	0.316	0.083	0.133	0.357	20
27	0.573	0.653	0.556	0.857	0.843	0.212	0.330	0.575	3
28	0.577	0.506	0.442	0.625	0.569	0.193	0.273	0.455	15
29	0.245	0.594	0.295	0.806	0.995	0.289	0.622	0.550	5
30	0.481	0.445	0.722	0.540	0.945	0.421	0.149	0.529	6
31	0.708	0.763	0.431	1.006	0.938	0.195	0.632	0.668	2
32	0.985	0.996	0.413	0.800	0.842	0.233	1.000	0.753	1
33	0.577	0.481	0.527	0.695	0.955	0.328	0.323	0.555	4
34	0.281	0.561	0.311	0.285	0.223	0.178	0.162	0.286	32
35	0.212	0.514	0.233	0.461	0.777	0.394	0.637	0.461	14
36	0.381	0.184	0.218	0.400	0.273	0.145	0.263	0.266	36

续表

种质资源 Germplasm resources	相对发芽势 (%) Relative germination energy	相对发芽率 (%) Relative germination rate	相对 3d 芽 总长 (cm) Relative seedling length of 3 days	相对 7d 胚 轴长 (cm) Relative hypocotyl length of 7 days	相对 7d 胚 根长 (cm) Relative radicle length of 7 days	相对胚根长/ 下胚轴长 Ratio of radicle length and hypocotyl length in 7 days	芽长的相对 增长率 (%) Relative growth rate of seedling length	平均隶属 函数值 Average value of subordinate function values	萌发期 抗旱 排序 No.
37	0.566	0.550	0.145	0.198	0.146	0.180	0.236	0.289	31
38	0.456	0.302	0.440	0.867	0.292	0.010	0.204	0.367	18
39	0.229	0.099	0.242	0.336	0.000	0.000	0.057	0.138	41
40	0.177	0.089	0.110	0.566	0.289	0.084	0.594	0.273	33
41	0.479	0.307	0.131	0.286	0.173	0.142	0.241	0.251	37
相关系数	0.615	0.696	0.482	0.597	0.839	0.246	0.447		

抑制、主根直径变细、侧根和根系总长度伸长生长则被促进、根系表面积和直径 1 mm 的侧根数目显著增加、根系生物量下降,这是紫花苜蓿对干旱逆境的适应策略,但这种适应性存在限度。紫花苜蓿根系形态性状(总根长、根系生物量与根冠比)与植株水分利用效率间具有显著的相关性,其中根重对水分效率的影响是第一位的。另有研究表明,当水分成为限制植物生长的条件时,根系会产生形态、生理等方面的变化来维持其功能行为^[21],更有研究指出,植物的抗旱耐性与根系的纵向分布相关^[22]。由此可知,面对干旱,根系的适应性变化可能是陆地棉能忍耐一定程度干旱的主要机制。

参考文献

- [1] Hagman G. Prevention better than cure: Report on human and natural disasters in the third world [R]. Stockholm: Swedish Red Cross, 1984
- [2] 孟林,毛培春,张国芳,等. 17 个苜蓿品种苗期抗旱性鉴定[J]. 草业科学, 2008, 25(1): 21-25
- [3] 余健. 中国旱情态势及防控对策[J]. 西北农业学报, 2010, 19(7): 154-158
- [4] 王延琴,杨伟华,许红霞,等. 水分胁迫对棉花种子萌发的影响[J]. 棉花学报, 2009, 21(1): 73-76
- [5] 张雪妍,刘传亮,王俊娟,等. PEG 胁迫方法评价棉花幼苗耐旱性研究[J]. 棉花学报, 2007, 19(3): 205-209
- [6] 王俊娟,叶武威,周大云,等. 盐胁迫下不同耐盐类型棉花的萌发特性[J]. 棉花学报, 2007, 19(4): 315-317
- [7] Michael B E, Kaufman M R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000 [J]. Plant Physiol, 1973, 51: 914-916
- [8] 朱教君,李智辉,康宏樟,等. 聚乙二醇模拟水分胁迫对沙地樟子松种子萌发影响研究[J]. 应用生态学报, 2005, 16(5): 801-804
- [9] 陈学珍,谢皓,郝丹丹,等. 干旱胁迫下 20 个大豆品种芽期抗旱性鉴定初报[J]. 北京农学院学报, 2005, 20(3): 56-57
- [10] 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
- [11] 赵美令. 玉米各生育时期抗旱性鉴定指标的研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(12): 66-68
- [12] 曹明柱,贾春林,王国良,等. 3 个紫花苜蓿品种(系)不同生育期干物质和品质抗旱指数比较[J]. 山东农业科学, 2008(3): 54-57
- [13] 刘太林,杨静慧,穆俊丽,等. 不同大豆品种种子萌芽期的耐盐性[J]. 大豆科学, 2009, 28(5): 837-841
- [14] 陈雪,于海峰,侯建华,等. 向日葵芽期、苗期抗旱性鉴定方法研究[J]. 中国油料作物学报, 2009, 31(3): 344-348
- [15] 何玮,范彦,徐远东,等. 红三叶苗期抗旱性指标筛选及综合评价[J]. 植物遗传资源学报, 2009, 10(4): 572-577
- [16] 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
- [17] 路贵和. 玉米种质资源抗旱性评价及其遗传基础研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005: 10-20
- [18] 王艳慧,高洪文,王赞,等. 胶质苜蓿种质资源苗期抗旱性综合评价[J]. 植物遗传资源学报, 2009, 10(3): 443-447
- [19] 严美玲,李忠,从振红,等. 水分胁迫对烟农 21 根系抗旱特性的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(20): 113-117
- [20] 李文晓,张岁岐,丁圣彦,等. 干旱胁迫下紫花苜蓿根系形态变化及与水分利用的关系[J]. 生态学报, 2010, 30(19): 5140-5150
- [21] Pierret A, Doussan C, Capowiez Y, et al. Root functional architecture: A framework for modeling the interplay between root and soil [J]. Vadose Zone J, 2007(6): 269-281
- [22] Hund A, Ruta N, Liedgens M. Rooting depth and water use efficiency of tropical maize inbred lines, differing in drought tolerance [J]. Plant Soil, 2009, 318: 311-325

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



作者: [王俊娟](#), [叶武威](#), [王德龙](#), [樊伟莉](#), [王帅](#), [WANG Jun-juan](#), [YE Wu-wei](#), [WANG De-long](#), [FAN Wei-li](#), [WANG Shuai](#)

作者单位: [中国农业科学棉花研究所/农业部棉花遗传改良重点实验室, 河南安阳, 455000](#)

刊名: [植物遗传资源学报](#)

英文刊名: [Journal of Plant Genetic Resources](#)

年, 卷(期): 2011, 12(6)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201106002.aspx