

花生萌芽期水分胁迫品种 适应性及抗旱性评价

张智猛¹, 万书波², 戴良香¹, 吴正峰¹, 陈 静¹, 苗华荣¹

(1. 山东省花生研究所, 山东 青岛 266100; 2. 山东省农科院, 山东 济南 250100)

摘 要: 通过 PEG₆₀₀₀人工模拟干旱条件,研究了 27 个花生品种种子萌芽期对渗透胁迫的响应及抗旱性评价。结果表明,水分胁迫降低了各品种的发芽率,阻碍了胚根和胚芽的生长,降低了种子中贮藏物质的利用效率;不同品种抗旱性存在明显差异,在水分胁迫下抗旱性强的品种仍然保持较高的发芽率和生根率;在 17.5%PEG₆₀₀₀水分胁迫处理下萌发期各指标 α 值(抗旱指数)品种间差异明显,可以作为花生品种抗旱鉴定浓度。

关键词: 花生品种;萌芽期;水分胁迫;抗旱性

中图分类号: S565.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)05-0173-10

近年来,全球性气候恶性变化所引发的干旱发生周期越来越短,程度越来越重,对粮油作物生产构成了严重的威胁。中国是世界上主要的干旱国家之一,干旱半干旱耕地面积约占总面积的 51%,全世界每年因旱灾而引起的花生减产平均达 600 万 t,占全球总产的 25%。众多研究表明,抗旱育种是提高花生品种抗旱性、减小因干旱带来损失的经济而有效的途径,已经成为农业中的重要研究课题。我国 70%以上的花生种植在缺少灌溉条件的瘠薄砂质土壤上,加上夏季高温引起的剧烈蒸发,使干旱危害非常普遍,受害总面积达 266.7 万 hm^2 。全国常年因干旱引起的花生减产率平均在 20%以上。除引起减产外,干旱还使花生黄曲霉毒素污染加重,增加病虫害的发生。因此,干旱是我国花生生产上分布最广、危害程度最大的限制因素,是花生生产必须解决的关键问题。

国内外学者对花生干旱胁迫在形态、结构、生理生态和产量形成的反应及其机理等方面进行了较为广泛的研究,对花生种质或品种(系)进行了盆栽、棚栽等条件下抗旱、耐旱性研究;采用生物法、隶属函数法等方法进行了花生抗旱性评价,并取得了丰硕成果,且在抗旱性鉴定指标、抗旱性调控和节水栽培方面也进行了研究^[1~5],但缺乏一些能较准确反应花生品种抗旱性能、适于生育早期鉴定筛选的简单易行的指标。有关花生种子芽期抗旱、耐旱性及对

水分胁迫适应性的研究亦少有报道。本试验采用我国北方花生产区近年来大面积生产应用或近年选育的新品种进行室内培养试验,以期为早期鉴定筛选抗旱、耐旱花生品种及生产栽培、品种选育等提供依据和技术支持,为花生品种抗旱性评价提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

参试品种主要为我国北方花生产区近年来大面积生产应用或近年选育的新品种,共计 27 份(见表 1)。所用 PEG 分子量为 6000,是一种亲水性很强的高分子有机物,溶于水后能产生强大的渗透压,其溶液浓度按质量体积比配置(W/V)。

1.2 试验方法

每品种选择饱满、大小一致的种子 600 余粒,分别放入干净搪瓷盘中用蒸馏水浸种,使种子吸水膨胀,24 h 后取出吸涨种子,吸干种子表面水分后摆进直径为 120 mm、底部垫有 2 层滤纸的培养皿中,每皿 20 粒,分别加入各浓度的 PEG₆₀₀₀溶液 50 ml,盖上皿盖,置于 28℃暗培养箱中培养发芽,每日观察,及时补充对应浓度溶液,7 天后调查种子发芽情况,测定幼芽长、胚轴长、根长,同时分别将根、芽、轴、子叶置于已称重的称量瓶中,于 105℃下杀青 0.5 h,80℃烘干至恒重,分别称取各样品干重。

收稿日期:2009-03-23

基金项目:国家科技支撑计划(2006BAD21B04-2);山东省农科院创新基金项目

作者简介:张智猛(1963—),男,河北衡水市人,研究员,博士,主要从事作物栽培生理、植物营养生理科研工作。

通讯作者:万书波(1962—),男,山东栖霞人,研究员,硕士生导师,主要从事科研管理和花生栽培生理研究工作。E-mail: qinhdao@126.com。

表 1 供试品种
Table 1 Tested varieties

编号 No.	品种名称 Variety	编号 No.	品种名称 Variety	编号 No.	品种名称 Variety
1	唐油 4 号 Tangyou 4	10	花育 21 号 Huayu 21	19	丰花 6 号 Fenghua 6
2	大唐油 Datangyou	11	花育 22 号 Huayu 22	20	冀花 2 号 Jihua 2
3	鲁花 11 Luhua 11	12	花育 23 号 Huayu 23	21	冀花 4 号 Jihua 4
4	鲁花 14 Luhua 14	13	花育 24 号 Huayu 24	22	阜花 10 号 Fuhua 10
5	唐科 8 号 Tangke 8	14	花育 25 号 Huayu 25	23	阜花 11 号 Fuhua 11
6	花育 16 号 Huayu 16	15	花育 27 号 Huayu 27	24	阜花 12 号 Fuhua 12
7	花育 17 号 Huayu 17	16	花育 28 号 Huayu 28	25	阜花 13 号 Fuhua 13
8	花育 19 号 Huayu 19	17	8130	26	潍花 8 号 Weihua 8
9	花育 20 号 Huayu 20	18	丰花 1 号 Fenghua 1	27	潍花 6 号 Weihua 6

设置 PEG₆₀₀₀ 溶液浓度 0、5.0%、7.5%、10.0%、12.5%、15.0%、17.5%、20.0%、22.5% 和 25.0% 10 个浓度水平, 编号依次为 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10, 对应水势分别为 0、-0.05、-0.10、-0.15、-0.20、-0.28、-0.37、-0.46、-0.58、-0.70 MPa, 3 次重复。

1.3 调查标准

芽突破种皮大于 2 mm 且不及种子长度时定为芽, 测定长度计为芽长, 作为计算发芽率的依据; 胚轴伸长超过种子长度定为根长, 依据种子萌发出土过程标准^[6]测定其轴长和根长。

1.4 计算方法

发芽率 = 芽长 ≥ 2 mm 种子数 / 种子总粒数;
生根率 = 生根种子数 / 种子总粒数;
各性状 α 值 (抗旱指数) (%) = 不同处理浓度条件下的测定值 / 对照测定值 × 100%;
$$\text{水势}(\text{bar}) = -0.0118C - 1.18 \times 10^4 C^2 + 2.67 \times 10^{-4} CT + 8.39 \times 10^{-7} C^2 T; 1\text{bar} = 0.1\text{ MPa}$$

其中: C 表示 PEG₆₀₀₀ 高渗溶液的浓度 (g/1000g); T 表示萌发时温度 (28℃)。

2 结果与分析

2.1 PEG 胁迫浓度对花生种子萌发性状的影响

2.1.1 根长 由表 2 可见, 不同 PEG 胁迫浓度下, 不同品种胚根生长速度表现不一, 但均表现随 PEG 胁迫浓度的增大而逐渐降低的趋势。有些品种在 17.5% 胁迫浓度下, 胚根长 α 值仍大于 50%, 如花育 25 号、花育 27 号、8130、冀花 2 号、冀花 4 号、大唐油、花育 21 号、阜花 10 号、阜花 12 号、鲁花 14 和潍花 8 号, 其中, 8130、冀花 2 号和花育 25 号 3 个品种根长 α 值至胁迫浓度 22.5% 时, 仍高于或接近 50%。适应较低胁迫浓度 (5%、7.5%、10%) 的品种有花育 16 号、花育 23 号、花育 19 号、花育 17 号、潍

花 6 号、鲁花 11、丰花 1 号、花育 22 号、唐油 4 号和花育 28 号。可以看出, 根长 α 值为 50% 时各品种对应的水分胁迫浓度不同, 5%、7.5% 的水分胁迫浓度下, 各品种根长生长几乎不受抑制, 浓度升高至 17.5% 时, 已有 17 个品种根长 α 值低于 50%, 即 63.0% 的品种根长生长受到严重抑制, 此胁迫浓度下各品种根长 α 值降低最快, 此浓度可作为鉴定筛选抗旱花生品种的适宜浓度。也说明参试品种的根长 α 值存在着较大差异, 这种异质性为花生品种抗旱性的遗传改良提供了条件。

2.1.2 芽长 由表 2 可知, 水分胁迫环境使各花生品种芽长相对值增大, 种子吸涨后仅停留在发芽阶段, 胚根不能继续伸长形成根。芽长相对值愈小, 其生根力较强, 愈具抗旱性。当 PEG 浓度较高时, 花生种子胚轴的伸长严重受到抑制, 甚至不能萌动发芽。各胁迫浓度下, 芽长 α 值均大于 90% 的品种有唐油 4 号、大唐油、花育 25 号、阜花 13、丰花 6 号、花育 20 号、花育 21 号、花育 19 号、唐科 8 号、冀花 2 号、花育 16 号、花育 17 号。至最高胁迫浓度时, 芽长 α 值为 50%~90% 的品种有: 鲁花 11、花育 27 号、花育 28 号、阜花 10、阜花 12、花育 24 号、丰花 1 号、花育 21 号、花育 23 号、鲁花 14、8130、冀花 4 号、潍花 6 号和潍花 8 号。与其他品种芽长伸长表现不同的花育 27 号在 5%~7.5% 胁迫浓度下, 其芽长 α 值非常低, 仅为 31.7% 和 9.76%, 表明较低的胁迫浓度促进了花育 27 号的生根能力; 而阜花 10 号品种在所试验的胁迫浓度下, 其芽长相对值均较低。说明不同品种芽长生长受到抑制的水分胁迫浓度不同, 较高的胁迫浓度降低花生种子的发芽能力。芽长 α 值是否可以作为鉴定筛选花生品种芽期抗旱、耐旱性的指标有待进一步研究。

2.1.3 轴长 由表 2 可知, 各品种胚轴的伸长受 PEG 浓度的影响较大, 当胁迫浓度为 5% 时, 唐油 4

号、大唐油、花育 24 号、花育 16 号、花育 19 号、花育 20 号、潍花 6 号、潍花 8 号、花育 21 号和丰花 1 号 10 个品种的胚轴长 α 值小于 50%，其胚轴伸长已受到抑制；胁迫浓度为 12.5% 时，25 个品种的胚轴长 α 值低于 50%，仅唐油 4 号、花育 27 号、阜花 10 号和唐科 8 号 4 个品种的胚轴长 α 值高于 50%；当胁迫浓度为 15% 时，只有阜花 12 号、8130 两品种的胚轴伸长适应此胁迫浓度，其胚轴长 α 值大于 50%。

表 2 不同花生品种萌发期各性状 α 值
Table 2 Values of different peanut varieties in seedling emergence stage

品种 Variety	处理 Treatments	根长(%) Root length	芽长(%) Embryo length	轴长(%) Hypocotyl length	芽干重(%) Dry weight of seedling	子叶干重(%) Dry weight of cotyledon	根干重(%) Dry weight of root	发芽率(%) Germination rate	生根率(%) Radication rate
唐油 4 号 Tangyou 4	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	31.02	121.82	41.58	86.63	95.57	52.85	81.34	62.91
	3	34.95	146.29	38.90	84.94	92.90	48.03	77.59	55.88
	4	27.30	116.39	19.81	77.95	92.48	46.53	67.24	29.41
	5	24.86	124.14	23.30	42.65	94.04	43.04	62.07	23.53
	6	4.96	100.55	7.70	55.22	112.26	43.90	75.86	8.82
	7	21.38	125.53	19.92	83.36	107.84	32.63	86.21	20.59
	8	21.30	106.76	20.79	39.63	121.85	44.21	46.21	23.53
	9	7.90	99.00	9.24	41.68	114.97	25.41	45.17	2.94
	10	0.00	112.79	0.00	77.86	115.64	0.00	37.59	0.00
大唐油 Datangyou	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	55.20	182.27	9.17	77.89	103.71	60.80	109.43	104.08
	3	64.75	170.67	12.90	79.47	94.36	59.72	98.11	77.55
	4	83.87	266.67	12.09	75.09	102.80	75.15	79.43	104.08
	5	48.35	184.93	5.56	69.12	105.84	67.59	73.77	89.80
	6	49.87	168.67	5.02	96.07	106.46	53.60	75.66	79.59
	7	65.24	208.80	6.88	40.12	103.62	59.76	67.55	95.92
	8	26.78	118.80	2.83	11.88	111.77	53.47	47.36	28.57
	9	47.42	150.00	3.87	37.65	104.44	41.62	40.00	51.02
	10	9.99	96.73	1.01	41.46	107.09	28.00	30.19	2.04
鲁花 11 Luhua 11	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	57.76	85.89	55.10	74.91	99.51	52.37	92.50	61.11
	3	55.29	85.82	34.86	63.02	111.02	55.29	88.75	16.67
	4	63.16	79.37	46.31	56.97	104.76	58.29	78.75	22.78
	5	13.63	71.97	16.27	43.59	102.45	38.61	70.00	16.67
	6	42.21	85.44	28.92	48.28	112.23	32.59	60.00	19.44
	7	28.96	81.03	20.91	47.42	115.10	27.85	60.00	13.89
	8	15.05	87.36	10.84	66.87	121.33	23.96	45.00	11.11
	9	19.31	80.20	17.82	40.75	107.66	22.79	42.50	8.33
	10	6.25	71.97	5.42	49.85	113.74	29.74	32.50	5.56
花育 25 号 Huayu 25	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	94.47	120.64	75.94	216.24	100.11	123.12	96.61	81.13
	3	112.95	126.19	77.77	138.21	91.50	106.17	98.31	86.79
	4	125.12	143.17	68.09	109.06	100.74	120.00	100.00	87.24
	5	114.80	146.98	51.36	149.80	106.55	113.82	101.69	60.03
	6	69.72	134.83	30.80	79.19	114.68	77.98	98.31	54.72
	7	78.69	121.35	27.67	85.06	111.18	79.95	81.53	45.28
	8	64.43	136.47	25.25	126.30	115.00	57.94	54.92	49.06
	9	81.23	125.59	20.36	95.15	107.21	53.60	46.61	43.40
	10	42.20	120.58	15.25	99.64	116.64	35.77	28.31	13.21

花 育 27 号 Huayu 27	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	123.50	31.71	93.60	67.57	96.29	121.96	100.00	105.45
	3	129.94	9.76	87.44	97.30	103.75	127.07	100.00	107.27
	4	138.73	86.59	100.75	28.83	107.71	144.65	100.00	96.36
	5	90.37	57.32	52.83	45.95	107.52	117.12	100.00	100.00
	6	47.08	62.20	25.61	47.97	119.20	84.49	93.33	60.00
	7	67.53	68.29	29.61	50.90	113.98	80.27	88.33	89.09
	8	60.27	79.51	26.70	60.66	112.76	88.91	48.33	89.09
	9	44.31	86.83	17.75	38.16	125.57	92.94	40.00	65.45
	10	30.48	52.45	8.20	40.39	138.58	94.47	30.00	54.88
花 育 28 号 Huayu 28	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	71.80	58.12	75.22	65.74	97.77	63.34	103.51	62.50
	3	78.45	103.58	65.48	106.48	112.08	63.33	101.75	83.33
	4	84.12	97.72	80.52	103.42	113.41	98.69	103.51	96.33
	5	39.77	84.56	31.96	78.16	117.60	50.49	105.26	47.92
	6	38.47	69.76	29.86	76.50	106.47	53.10	98.25	39.58
	7	40.91	68.00	29.21	108.01	126.19	43.24	81.75	64.58
	8	36.38	100.20	31.75	108.88	134.28	42.66	51.75	54.17
	9	49.54	77.80	27.17	103.15	120.46	42.03	35.26	20.83
	10	36.31	82.93	19.72	85.58	136.10	32.65	23.51	25.00
阜 花 10 Fuhua 10	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	90.68	42.75	82.98	341.43	107.66	49.69	97.73	73.17
	3	92.64	20.00	78.77	392.00	104.66	77.96	95.45	90.24
	4	95.51	65.76	70.15	335.00	104.93	84.51	102.27	81.71
	5	83.17	58.66	51.25	246.89	114.08	56.26	97.73	58.54
	6	58.62	89.52	33.05	269.29	119.95	41.85	97.73	65.85
	7	50.83	73.31	25.99	260.74	116.87	51.43	80.00	46.34
	8	29.08	49.83	16.32	284.33	114.41	27.60	46.36	26.83
	9	45.06	66.20	14.42	316.00	116.38	34.03	40.91	53.66
	10	36.61	69.57	14.81	423.33	124.69	20.87	26.36	43.90
阜 花 11 Fuhua 11	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	59.34	101.88	61.39	110.43	97.75	60.78	86.93	26.88
	3	60.94	93.38	53.39	105.35	105.01	53.23	86.70	20.94
	4	11.54	78.92	13.21	98.29	94.38	34.22	70.18	11.76
	5	9.82	87.06	45.50	97.25	94.47	21.11	63.96	7.06
	6	3.10	87.12	31.56	93.35	105.04	0.00	26.60	0.00
	7	0.00	91.92	40.92	100.56	98.48	0.00	46.49	0.00
	8	0.00	92.45	31.56	107.25	102.33	0.00	20.51	0.00
	9	0.00	0.00	41.98	198.08	103.13	0.00	0.00	0.00
	10	0.00	0.00	0.00	210.12	101.30	0.00	0.00	0.00
阜 花 12 Fuhua 12	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	169.48	105.98	140.27	48.26	94.28	186.78	88.37	57.58
	3	101.00	73.51	95.31	28.85	93.18	92.80	90.70	63.64
	4	138.13	93.04	100.78	37.25	94.29	144.63	86.05	27.27
	5	79.68	86.93	70.07	39.46	92.96	97.46	95.18	40.69
	6	60.70	98.97	64.50	77.35	83.32	58.64	48.84	18.18
	7	81.53	88.63	42.74	54.96	98.57	52.56	47.67	69.70
	8	49.67	66.99	35.71	35.95	101.00	41.64	26.74	27.27
	9	39.06	73.53	26.24	37.99	101.11	34.07	20.70	30.30
	10	35.63	69.97	22.40	36.49	86.67	25.42	11.40	15.15

卓花 13 Fuhua 13	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	74.62	236.00	56.56	106.67	116.27	58.15	98.33	74.14
	3	50.84	215.10	32.88	101.10	112.64	39.83	95.00	27.59
	4	49.92	319.38	39.73	103.32	115.55	48.12	95.00	51.72
	5	48.58	280.66	33.85	138.05	116.38	51.01	96.67	50.00
	6	48.46	320.88	26.65	99.63	119.65	60.19	96.67	48.28
	7	42.81	279.66	26.97	124.55	116.98	43.68	85.00	43.10
	8	32.23	288.70	14.69	101.56	120.26	39.96	43.33	18.97
	9	13.58	259.90	12.11	118.71	120.98	26.33	35.00	24.14
	10	14.69	303.80	8.24	124.24	113.59	19.11	21.67	63.79
花育 24 号 Huayu 24	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	60.59	91.70	47.20	98.90	98.76	67.38	105.56	44.00
	3	71.20	89.55	52.37	83.68	98.24	66.61	98.15	42.00
	4	69.25	101.99	77.92	91.81	105.89	64.09	92.59	42.00
	5	77.61	81.65	33.25	97.51	108.16	53.12	90.74	16.00
	6	79.67	94.53	42.15	85.95	103.09	68.62	92.59	56.00
	7	36.20	78.92	23.75	163.21	110.40	49.05	70.37	16.00
	8	29.31	86.94	18.03	116.73	110.51	23.30	49.63	40.00
	9	52.33	86.38	21.73	121.23	97.68	25.97	45.19	32.00
	10	31.68	81.82	29.39	133.26	101.22	20.43	27.78	20.00
丰花 1 号 Fenghua 1	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	58.63	94.92	43.01	110.21	104.21	60.69	87.50	100.00
	3	38.88	99.36	24.62	119.59	106.90	58.98	82.50	100.00
	4	28.43	94.44	16.13	120.74	109.71	39.21	80.42	33.33
	5	20.60	92.97	23.30	124.78	106.72	23.86	84.17	26.67
	6	18.12	97.63	16.44	130.18	101.22	15.11	78.33	33.33
	7	0.00	92.81	12.03	129.79	100.68	0.00	69.17	0.00
	8	0.00	90.36	14.84	114.25	100.03	0.00	37.08	0.00
	9	0.00	92.73	15.16	121.37	102.03	0.00	28.33	0.00
	10	0.00	69.47	0.00	130.62	104.89	0.00	16.67	0.00
丰花 6 号 Fenghua 6	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	82.74	119.07	256.38	120.84	89.81	54.17	62.22	86.75
	3	74.00	106.07	0.00	87.66	98.70	50.00	56.67	73.07
	4	64.57	117.93	278.72	131.25	103.84	50.28	56.67	64.50
	5	57.55	118.68	300.00	82.65	96.33	48.19	50.00	52.47
	6	54.85	131.72	386.92	117.10	102.14	46.67	45.56	41.03
	7	41.87	110.61	183.15	100.18	122.83	29.31	37.78	40.21
	8	35.66	149.26	219.81	118.27	121.94	14.91	38.89	20.41
	9	0.00	138.62	187.18	116.36	116.22	0.00	21.67	0.00
	10	0.00	129.29	92.31	105.38	113.03	0.00	19.03	0.00
花育 20 号 Huayu 20	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	47.17	300.00	38.53	290.00	88.15	77.97	90.52	64.91
	3	79.13	208.86	50.96	203.89	86.18	58.78	74.14	52.63
	4	49.27	217.01	28.69	137.04	103.49	40.21	86.21	59.65
	5	68.95	260.43	41.43	210.00	110.71	53.73	77.59	52.63
	6	52.59	181.78	23.31	471.67	103.24	65.84	94.83	64.91
	7	36.91	192.41	21.87	248.87	120.55	41.14	91.38	52.63
	8	29.19	145.59	16.12	71.72	119.35	35.11	57.24	26.32
	9	26.19	236.61	11.59	263.33	126.47	29.20	43.79	31.58
	10	41.01	203.23	16.68	340.00	112.58	21.49	27.93	38.60

花 育 21 号 Huayu 21	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	48.66	91.40	39.51	174.60	102.49	31.65	92.86	78.57
	3	51.73	90.23	38.97	141.69	104.96	68.11	97.62	57.14
	4	60.44	90.60	51.45	139.66	100.44	49.66	92.86	60.71
	5	64.68	104.01	42.55	179.33	102.75	45.64	92.35	39.54
	6	67.51	91.69	32.78	202.71	106.50	37.80	83.33	42.86
	7	69.88	90.84	33.32	249.10	103.46	34.59	70.00	92.86
	8	36.40	92.71	24.89	148.12	109.05	20.98	50.95	17.86
	9	57.47	95.38	23.00	135.90	99.27	20.28	45.71	75.00
	10	48.74	81.48	17.97	158.37	108.41	17.33	35.24	21.43
花 育 23 号 Huayu 23	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	50.35	107.42	51.77	362.30	94.69	27.19	94.83	235.71
	3	52.39	86.63	41.43	251.11	94.71	68.85	68.97	114.29
	4	32.70	93.43	34.04	283.62	103.13	35.61	86.21	50.00
	5	18.49	92.56	19.24	176.43	102.65	41.84	91.38	50.00
	6	37.77	84.03	20.42	184.57	100.49	42.73	98.28	7.14
	7	12.06	82.62	20.42	202.30	110.07	40.74	83.10	14.29
	8	15.34	81.69	12.96	170.01	104.55	32.07	46.21	28.57
	9	0.00	75.45	0.00	219.35	113.02	0.00	41.03	0.00
	10	0.00	77.55	6.28	240.79	105.97	0.00	25.86	0.00
鲁 花 14 Luhua 14	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	61.36	89.16	53.23	77.09	102.56	59.17	101.79	85.71
	3	67.57	102.83	62.42	72.89	106.38	78.20	101.79	88.57
	4	79.12	106.57	63.75	62.76	100.28	61.79	101.79	80.00
	5	76.44	104.34	47.06	84.30	102.52	74.25	105.36	68.57
	6	68.98	96.03	43.52	68.29	100.22	60.14	89.29	62.86
	7	80.99	88.22	33.89	90.40	102.91	48.16	88.21	102.86
	8	36.71	88.94	26.12	100.24	102.59	43.59	58.21	48.57
	9	46.43	95.94	21.77	76.40	108.52	36.95	44.64	88.57
	10	49.38	83.27	20.52	85.08	107.06	25.38	22.86	68.57
8130	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	221.14	92.17	158.14	60.65	95.63	176.64	105.45	229.41
	3	166.94	117.59	130.71	116.38	89.16	130.94	83.64	170.59
	4	154.50	106.38	97.09	139.57	94.21	135.90	69.09	205.88
	5	130.72	83.79	81.32	168.05	94.32	159.91	92.73	152.94
	6	128.27	103.36	71.05	76.47	99.67	121.06	109.09	147.06
	7	58.34	85.64	43.79	102.17	97.88	72.40	100.00	88.24
	8	61.51	85.33	36.83	85.10	94.38	113.68	105.45	111.76
	9	67.76	87.55	36.24	95.25	100.80	81.30	96.36	64.71
	10	85.03	79.79	37.23	135.58	99.52	128.26	90.91	88.24
花 育 19 号 Huayu 19	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	75.86	146.02	29.86	31.71	94.48	12.76	95.35	52.17
	3	71.97	124.54	52.10	17.66	96.50	63.89	102.33	52.17
	4	54.73	130.43	24.05	19.20	98.48	25.52	102.33	30.43
	5	44.04	168.82	37.44	18.07	96.28	30.53	97.67	28.26
	6	30.68	149.89	30.73	29.47	97.59	8.20	87.67	37.39
	7	33.38	133.95	29.39	20.59	100.62	16.41	63.72	43.48
	8	10.12	117.92	10.69	17.83	103.13	11.07	47.44	39.57
	9	22.93	107.30	20.04	21.10	97.34	9.01	35.81	13.04
	10	6.07	100.81	5.34	15.79	96.39	6.97	28.14	4.35

唐科 8 号 Tangke 8	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	100.69	83.78	82.00	155.56	95.00	81.78	95.45	92.01
	3	53.10	111.20	47.28	135.34	106.94	61.23	88.43	72.84
	4	115.95	137.17	76.70	178.52	88.61	114.23	98.86	59.12
	5	78.53	105.86	53.42	107.65	110.14	57.63	100.00	69.01
	6	60.17	94.00	24.49	54.50	96.47	77.12	79.55	17.89
	7	20.83	99.58	13.66	67.38	111.38	60.68	77.73	15.34
	8	36.73	103.06	20.73	63.36	107.85	26.97	44.09	15.34
	9	7.95	102.59	6.12	81.88	111.69	32.03	43.18	7.67
	10	10.90	107.83	6.71	81.54	110.12	36.66	24.09	10.22
冀花 2 号 Jihua 2	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	130.79	101.81	93.78	73.05	98.12	129.85	101.69	148.39
	3	130.49	84.61	91.12	105.80	98.55	105.76	101.69	154.84
	4	90.16	99.39	46.66	82.89	89.49	124.53	96.61	96.77
	5	107.83	83.52	40.94	140.75	101.71	123.05	94.92	80.65
	6	125.42	90.07	82.92	74.17	92.93	117.03	101.69	132.26
	7	105.35	115.12	47.90	133.46	100.74	113.50	101.69	112.90
	8	106.82	98.26	44.01	79.77	97.33	138.99	96.61	122.58
	9	87.42	94.14	33.38	86.95	104.73	134.53	91.69	93.55
	10	67.91	96.31	26.83	131.87	102.77	109.45	81.69	70.97
冀花 4 号 Jihua 4	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	73.97	93.73	71.58	78.08	99.32	71.87	98.33	77.78
	3	103.65	101.80	75.77	158.69	101.06	84.06	92.50	90.00
	4	103.58	109.66	77.01	231.82	102.53	74.05	96.67	93.33
	5	67.26	108.11	43.09	143.49	100.51	55.56	95.00	57.78
	6	67.42	73.22	36.42	112.40	102.38	49.54	98.33	48.89
	7	52.08	97.87	27.28	101.79	103.88	49.54	100.00	24.44
	8	57.92	75.22	24.83	156.97	111.40	62.09	100.00	51.11
	9	46.60	81.76	23.04	123.20	109.22	45.44	98.33	22.22
	10	43.81	84.83	25.82	146.73	110.43	96.69	88.00	20.00
花育 16 号 Huayu 16	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	49.43	133.57	40.17	52.66	68.46	56.68	75.00	73.26
	3	33.02	130.68	34.20	19.51	54.32	72.17	85.00	66.28
	4	48.48	109.63	42.15	38.96	67.67	35.77	92.50	80.23
	5	37.12	126.34	26.59	16.46	57.64	34.44	100.00	52.33
	6	38.02	115.19	27.25	53.12	54.67	30.72	97.50	66.28
	7	27.49	127.26	19.19	14.67	61.10	23.60	77.50	41.86
	8	16.99	119.00	17.67	37.62	66.48	18.15	45.00	34.88
	9	26.02	135.18	18.01	34.04	65.33	16.93	32.50	34.88
	10	28.09	126.71	15.96	60.98	71.87	13.17	22.50	38.37
花育 17 号 Huayu 17	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	75.97	207.85	63.80	130.47	98.58	148.74	71.51	43.30
	3	54.04	165.99	46.96	249.49	96.42	77.05	88.20	35.18
	4	42.67	157.13	31.34	186.22	95.14	87.36	85.82	44.66
	5	40.88	131.05	29.15	168.85	106.58	75.35	77.27	29.77
	6	39.45	126.06	23.43	144.21	98.03	109.58	65.35	16.24
	7	0.00	124.06	0.00	188.21	103.13	0.00	62.97	0.00
	8	34.81	116.57	23.74	175.62	103.96	79.18	40.12	8.12
	9	0.00	136.15	0.00	215.22	102.91	0.00	35.35	0.00
	10	0.00	131.39	0.00	207.19	101.81	0.00	22.97	0.00

花育 22 号 Huayu 22	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	50.18	67.90	53.19	71.51	101.05	48.68	42.41	76.32
	3	55.53	118.52	56.66	139.18	113.41	49.57	41.17	55.27
	4	58.00	98.76	44.11	102.84	113.59	67.47	44.30	71.05
	5	26.64	98.01	38.24	131.96	115.08	28.54	23.49	32.89
	6	17.39	98.21	20.94	136.42	112.88	21.46	18.74	18.42
	7	23.99	98.94	26.71	129.52	104.56	42.77	26.41	18.42
	8	45.64	103.56	27.31	147.94	108.48	68.68	42.23	18.42
	9	10.26	106.99	7.74	156.67	113.90	50.15	18.80	10.53
	10	0.00	98.58	10.93	166.26	116.19	10.84	13.63	2.63
潍花 6 号 Weihua 6	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	63.27	119.92	38.63	98.95	94.27	78.72	87.63	76.32
	3	82.86	101.42	98.40	56.81	113.63	73.20	70.91	68.57
	4	45.86	87.68	40.55	72.03	107.80	110.99	65.45	28.57
	5	35.89	80.65	30.29	24.64	112.22	52.96	84.55	55.71
	6	48.77	85.68	37.73	46.04	106.79	48.29	87.27	51.43
	7	37.79	72.54	32.49	61.98	119.29	44.71	79.09	57.14
	8	33.32	69.71	21.71	25.11	120.79	47.39	47.27	22.86
	9	23.59	74.92	19.82	33.97	126.93	45.29	34.55	20.00
	10	14.68	67.46	15.15	51.48	123.18	10.65	26.36	5.71
潍花 8 号 Weihua 8	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	51.68	95.29	48.26	74.90	100.74	52.64	92.50	90.91
	3	70.08	118.21	51.84	67.41	114.84	88.89	80.00	81.82
	4	77.29	111.75	55.40	75.38	105.52	76.92	96.67	86.60
	5	58.17	109.06	42.28	92.96	112.27	78.47	91.67	84.85
	6	55.10	92.02	32.62	32.02	116.79	84.00	90.00	24.24
	7	57.83	101.73	34.92	41.61	116.67	101.40	88.33	57.58
	8	97.74	62.49	39.67	19.87	105.87	147.33	55.00	15.15
	9	0.00	44.14	0.00	48.06	125.18	0.00	8.33	0.00
	10	0.00	63.12	0.00	30.41	113.78	0.00	8.33	0.00

2.2 PEG₆₀₀₀胁迫浓度对种子萌发干物重的影响

2.2.1 芽干重 仍以芽干重 α 值 $\geq 50\%$ 为临界值,考察各品种芽干重对 PEG₆₀₀₀浓度的响应情况。由表 2 可知,各品种芽干重对 PEG₆₀₀₀浓度的响应存在差别,在参试品种中有 19 个品种芽干重 α 值 $\geq 50\%$ 时的最高 PEG₆₀₀₀浓度为 25%, 占总参试品种的 70.4%。阜花 12、花育 16 号和花育 19 号则在对照或 5%PEG 浓度时,其芽干重 α 值大于 50%。芽干重 α 值可以作为鉴定筛选花生品种芽期抗旱、耐旱性的指标。芽干重 α 值愈大,表明该品种胚芽发育成根的数量愈少,形成较多的芽,致使芽干重相对值增大,反之根量大或无芽形成。阜花 12 根长 α 值较大,胚轴伸长形成根,而其芽量减少,而花育 16 号、花育 19 号则是因受胁迫抑制而未萌发形成芽。

2.2.2 根干重 从试验结果可以看出,不同 PEG₆₀₀₀浓度胁迫下,根干重 α 值变化较大,根干重 α 值 $\geq 50\%$ 时胁迫浓度较高(17.5%)的品种有大唐油、花育 25 号、花育 27 号、花育 28 号、8130 阜花

12、潍花 8 号、冀花 2 号、冀花 4 号、唐科 8 号等 10 个品种,其中 8130、花育 27 号和冀花 2 号 3 个品种根干重 α 值至 25%浓度时仍高于 50%。而花育 22 号、阜花 13 号和唐油 4 号 3 个品种在 5%浓度时根干重 α 值已较低。各品种根干重 α 值对 PEG₆₀₀₀胁迫浓度的适应性存在差异,根干重 α 值可以作为筛选鉴定花生品种芽期抗旱、耐旱性的指标。

2.2.3 子叶干重 子叶干重 α 值受 PEG 胁迫浓度的影响不大,其值范围在 54.32%~138.58%间变动,但有随 PEG 浓度增加子叶干重 α 值呈增加的趋势,其中阜花 10 号、阜花 13 号、丰花 1 号、花育 21 号、鲁花 14、花育 22 号、潍花 8 号等 7 个品种在各胁迫浓度下,子叶干重 α 值均大于 100%,而 8130、花育 16 号和花育 19 号则至 25.0%时仍低于 100%;有 13 个品种在低于 7.5%浓度时有子叶贮藏物质的消耗,仅阜花 12 号、花育 16 号、花育 19 号、8130 和冀花 2 号 5 个品种在 15.0%~20.0%浓度时仍生根发芽,造成储藏物质减少。因此表明,阜花 10 号等 7

品种培养期间消耗物质少,而8130、冀花2号和花育19号则形成较多的根和芽,消耗子叶中贮藏物质较多。花生种子在培养萌发过程中,胚轴伸长形成根或芽时消耗子叶贮存物质很少,子叶干重 α 值不能作为鉴定筛选花生品种芽期抗旱、耐旱性的指标。

2.3 PEG₆₀₀₀胁迫浓度对生根率、发芽率的影响

2.3.1 生根率 由试验结果可知,随PEG₆₀₀₀胁迫浓度增大,各品种生根率均呈递减的规律,当生根率 α 值递减至50%时,各品种表现的胁迫浓度有别,其中花育27号、鲁花14、8130和冀花2号4个品种适应浓度较高,胁迫浓度达25%时生根率 α 值才降至50%以下,此4品种具有较强的抗旱、耐旱能力;而鲁花11、阜花11、阜花13、花育24号和花育17号则在5.0%低浓度胁迫时就已经降至50%以下。当胁迫浓度为17.5%时,已有74.07%的品种生根率受到抑制,表明此浓度可作为鉴定筛选抗旱花生品种的适宜浓度,生根率 α 值可作为花生种子芽期抗旱、耐旱性鉴定筛选指标。

2.3.2 发芽率 不同PEG₆₀₀₀胁迫浓度下,花生种子萌发期性状有不同程度的反应。生根率与生芽率互为消长,当生根率 α 值升高时,其生芽率 α 值则下降。冀花4号、8130和冀花2号3个品种在各胁迫浓度下胚轴均伸长形成芽,表明它们在芽期对水分胁迫适应能力较强。而其余品种表现不同的浓度适应性。丰花6号、阜花11、阜花12和花育22号在低于12.5%的浓度时,其发芽率就已降至50%以下,当胁迫浓度高于20.0%浓度时,供试种子萌发均受到不同程度的抑制,近90%的品种不能发芽。说明在17.5%模拟水势条件下已造成对部分花生品种种子萌发的胁迫抑制,此浓度可以作为芽期筛选鉴定指标。

3 讨论与结论

3.1 根长、生根率、根干重与抗旱性

作物对土壤干旱首先感受的器官是根系,根系的特性和活动与抗旱性有密切的关系。在土壤比较干旱的条件下(相对含水量低于55%),抗旱性强的品种发芽迅速,胚根的生长速度快,发根能力强,能很快形成幼苗根系,主根下扎深度大于其它品种。在干旱条件下,强大的根系是作物抗旱的重要特征之一。因此,根系作为研究和改良作物耐旱性的一个重要组成部分已受到研究者的高度重视。在干旱条件下具有较强生根、发芽生长能力的基因型,出芽成苗能力强,即抗旱性强^[7~10]。花生根系形态与抗旱性关系密切,在干旱条件下,抗旱性强的品种根系

发达,根毛增多,根瘤数目及根系长度增加,而不耐旱品种则相反^[4,5,7,11]。本试验结果表明,胁迫浓度17.5%是根长、生根率、根干重指标筛选的适宜浓度,参试品种根长、生根率、根干重 α 值间存在着较大差异,均可作为花生种子芽期抗旱、耐旱性鉴定筛选指标,并且,花生品种的这种异质性为花生品种抗旱性的遗传改良提供了先决条件。

3.2 发芽率、芽长、芽干重与抗旱性

在水分胁迫环境下,水稻、小麦、玉米等粮食作物种子的发芽率、发芽势均降低,胚根和胚芽的生长受到抑制,不同品种之间差异显著,抗旱性强的品种所受的影响明显低于抗旱性弱的品种^[12~14]。相对芽长、相对芽干重可以作为小麦、玉米、水稻芽期抗旱性鉴定指标已有相关报道^[12~20],而其能否作为花生抗旱性鉴定指标还未见报道。本试验结果表明,水分胁迫环境下,花生种子萌发相对芽长、相对芽干重 α 值呈增加趋势,但并不表示其抗旱能力增强,相反说明胁迫环境下,种子多处于胚芽萌动状态,不能继续生长形成根,致使芽长和芽干重相对值增大,且随胁迫浓度增加其相对值呈渐增的趋势,当浓度过高时,胚轴停止伸长而不萌动。17.5%模拟水势条件下已造成对部分花生品种种子萌发的水分胁迫,此浓度可以作为芽期筛选鉴定指标。发芽率、芽干重 α 值可以作为鉴定筛选花生品种芽期抗旱、耐旱性的指标,但芽长 α 值是否可以作为鉴定筛选花生品种芽期抗旱、耐旱性的指标有待进一步研究。

3.3 花生品种芽期抗旱适应性及其评价

品种抗旱性的鉴定方法很多,种子萌发期抗旱性鉴定方法具有较强的可操作性和重复性;利用室内高渗溶液萌发法通过对玉米、水稻、小麦等作物萌芽期抗旱性筛选鉴定及适宜胁迫浓度的研究报道较多^[12~20],但不同研究者提出了不同的适宜浓度和鉴定指标。大多研究者筛选出20%高渗溶液PEG₆₀₀₀为适宜鉴定小麦、水稻、玉米抗旱性能的模拟水势。萌发期相对发芽率、发芽势、抗旱指数、胚芽鞘长、主胚根长可作为小麦、玉米、水稻等禾谷类作物抗旱性鉴定评价的可靠指标^[17~21],初生根数可作为参考指标,芽长、主胚根长不宜作为鉴定指标。

花生属双子叶油料作物,针对芽期抗旱性鉴定筛选的研究未见报道。本试验结果表明,通过高渗溶液胁迫花生种子萌发过程,选择适宜的胁迫浓度和观测指标是抗旱、耐旱性鉴定筛选的前提。胁迫浓度在7.5%以下时,对花生种子芽期各项指标影响较小,胁迫浓度高于20%时,绝大部分品种不能发芽。17.5%的胁迫浓度作为筛选鉴定的适宜浓

度,萌发期相对发芽率、生根率、根长、根干重 α 值均可作为花生萌芽期抗旱性鉴定评价的可靠指标。

然而若仅以花生种子芽期各指标独立观测值的相对值作为评价指标,不能全面综合准确地表征芽期抗旱、耐旱性大小,应综合各性状因素,通过对比、分析建立花生芽期抗旱、耐旱的综合指标,才能更科学、合理、准确地评判花生品种的抗旱、耐旱性。早期判断结果与旱棚、田间等全生育期鉴定结果结合起来,其结果才更可靠、准确,才能形成完善的花生抗旱、耐旱指标体系,在生产实践中推广应用,达到高产、高效、安全的目的。

参考文献:

- [1] 王育红,姚宇卿,吕军杰,等.花生抗旱指标研究初报[J].干旱地区农业研究,2002,20(3):89—92.
- [2] 王福青,王铭伦,郑芝荣,等.花生苗期耐旱性与品种关系的研究[J].干旱地区农业研究,2000,18(4):82—87.
- [3] 姜慧芳,任小平,段乃雄,等.几个龙生型花生的耐旱形态性状研究[J].中国油料作物学报,2001,23(1):12—16.
- [4] 薛慧勤,孙兰珍.水分胁迫对不同抗旱性花生品种生理特性的影响[J].干旱地区农业研究,1997,15(4):82—86.
- [5] 高国庆,周汉群,唐荣华.花生品种抗旱性鉴定[J].花生科技,1995,(3):7—11.
- [6] 万书波.中国花生栽培学[M].上海:上海科技出版社,2003.
- [7] 岳爱琴,杜维俊,赵晋忠,等.不同大豆品种抗旱性的研究[J].山西农业大学学报,2005,25(2):157—160.

- [8] 李俐俐,刘天学,赵霞.大豆种子萌发期对渗透胁迫的响应[J].大豆科学,2007,26(4):550—554.
- [9] 张海燕,焦碧婵,李贵全.大豆抗旱性鉴定指标评价的研究[J].大豆科学,2005,24(3):183—188.
- [10] 张海燕,李贵全.大豆抗旱性与生理生态指标关系的研究[J].中国农学通报,2005,21(8):140—142.
- [11] 严美玲,李向东,矫岩林,等.不同花生品种的抗旱性比较鉴定[J].花生学报,2004,33(1):8—12.
- [12] 郝楠,吴玉群,姜敏,等.不同基因型玉米萌芽期的抗旱性研究[J].杂粮作物,2007,27(4):292—295.
- [13] 胡兴波,曹敏建,王学智,等.不同玉米品种萌芽期及苗期抗旱性初步研究[J].玉米科学,2004,12(3):66—67,70.
- [14] 宋碧,曾永德,左乾勇,等.不同玉米品种萌芽期抗旱性研究[J].贵州农业科学,2005,33(1):17—19.
- [15] 徐明慧,关义新,马兴林,等.玉米萌芽期抗旱性研究[J].玉米科学,2003,11(1):53—56.
- [16] 徐明慧,关义新,马兴林,等.玉米芽苗期抗旱性研究进展综述[J].玉米科学,2002,10(4):35—38.
- [17] 钱晓刚,李家敏,何金钊,等.贵州省常用杂交玉米品种萌芽期抗旱性评价研究[J].种子,2004,23(12):32—35.
- [18] 邵俊红,廖先静,李晓青,等.水分胁迫对不同小麦品种种子萌发的影响[J].安徽农业科学,2008,36(8):3106—3107.
- [19] 杨子光,张灿军,冀天会,等.小麦抗旱性鉴定方法及评价指标研究—Ⅳ萌发期抗旱指标的比较研究[J].中国农学通报,2007,23(12):173—176.
- [20] 张健,池宝亮,黄学芳,等.以活力抗旱指数作为玉米萌芽期抗旱性评价指标的初探[J].华北农学报,2007,22(1):22—25.
- [21] 周广生.水稻抗旱性早期鉴定指标筛选与节水机理的研究[D].武汉:华中农业大学,2006.

A study on appraisal of suitability and drought-resistance of different peanut varieties at germination stage

ZHANG Zhi-meng¹, WAN Shu-bo², DAI Liang-xiang¹, WU Zheng-feng¹
CHEN Jing¹, MIAO Hua-rong¹

(1. Peanut Research Institute of Shandong Province, Qingdao, Shandong 266100, China;
2. Shandong Academy of Agricultural Sciences, Ji'nan, Shandong 250100, China)

Abstract: The study on the response to water stress and drought resistance estimate of 27 varieties at germination stage was conducted through adopting PEG solution simulated soil drought treatment. The results showed that the germinating vigor and germinating rate, the growth rate of embryo bud and root, and the transformation percentage of stored substance were all decreased under drought stress. The drought resistance of every variety was different, and higher drought-resistant varieties kept higher vigor of germination and rooting ratio. There was significant difference on the “ α ” value of every indexes of every peanut variety under 17.5% PEG water stress, and it can be used as the concentration index of drought-resistance identification.

Keywords: peanut variety; germination stage; water stress; drought resistance