

# Evaluation of Drought Tolerance in Peanut Varieties at the Germination Stage

Xi Hao<sup>1,2,3</sup>, Jun Zhang<sup>1,2,3</sup>, Juan Liu<sup>1,2,3</sup>, Xiuwang Zang<sup>1,2,3</sup>, Sailan Zhu<sup>1,2,3</sup>, Fengshou Tang<sup>1,2,3\*</sup>

<sup>1</sup>Industrial Crops Research Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou Henan

<sup>2</sup>Key Laboratory of Oil Crops in Huanghuaihai Plains, Ministry of Agriculture, Zhengzhou Henan

<sup>3</sup>Henan Provincial Key Laboratory for Oil Crops Improvement, Zhengzhou Henan

Email: [hx1997@163.com](mailto:hx1997@163.com)

Received: Dec. 5<sup>th</sup>, 2018; accepted: Dec. 17<sup>th</sup>, 2018; published: Dec. 24<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

In this paper, drought tolerance at the germination stage of 9 peanut varieties was evaluated by PEG6000 treatment with index of relative germination energy, germination rate, radicle length, hypocotyl length, radicle dry weight, hypocotyl dry weight, and seedling dry weight. Based on subordination function method and the standard classification of tolerant ability in peanut, we screened 3 drought tolerant varieties (Xianghua2008, Huayu20, Yuanza9307) and 3 mediate tolerant varieties (Yuhua9719, Yuhua9326, Baisha1016). The result provided reference for the utilization of peanut varieties in China.

## Keywords

Peanut, Germination Stage, Drought Tolerance, Evaluation

---

# 不同花生品种萌发期抗旱性评价

郝西<sup>1,2,3</sup>, 张俊<sup>1,2,3</sup>, 刘娟<sup>1,2,3</sup>, 臧秀旺<sup>1,2,3</sup>, 朱赛岚<sup>1,2,3</sup>, 汤丰收<sup>1,2,3\*</sup>

<sup>1</sup>河南省农业科学院经济作物研究所, 河南 郑州

<sup>2</sup>农业部黄淮海油料作物重点实验室, 河南 郑州

<sup>3</sup>河南省油料作物遗传改良重点实验室, 河南 郑州

Email: [hx1997@163.com](mailto:hx1997@163.com)

收稿日期: 2018年12月5日; 录用日期: 2018年12月17日; 发布日期: 2018年12月24日

---

## 摘要

采用发芽势、发芽率、生根率、胚根长、胚轴长、胚根干重、胚轴干重、幼苗干重的相对值为指标, 用

\*通讯作者。

17.5% PEG6000溶液人工模拟土壤干旱条件,对9份花生品种进行萌发期抗旱性鉴定。通过隶属函数法结合抗旱分级标准从9份参试品种中筛选出湘花2008、花育20号、远杂9307 3份抗旱品种,豫花9719、豫花9326、白沙1016 3份中抗材料,可为我国花生品种利用提供参考。

## 关键词

花生, 萌芽期, 抗旱性, 评价

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

干旱是一种严重的非生物胁迫,显著影响作物的生长与产量[1]。花生(*Arachis hypogaea* L.)是世界食用植物油与植物蛋白的重要来源,主要种植在半干旱和亚热带地区,据估计由干旱引起的花生经济损失每年在5亿美元以上[2]。中国花生产量居世界第一,据调查70%的花生产区会受到干旱胁迫的影响,干旱造成的花生产量损失平均在20%以上[3]。因此,开展花生种质资源抗旱鉴定与抗旱品种筛选,一方面可以促进高产抗旱品种的推广应用,另一方面可以为花生抗旱育种提供亲本材料。

萌发期是花生生长的关键时期,直接决定花生出苗期与出苗率、实际密度与产量等。作物萌发期抗旱性鉴定多采用PEG6000人工模拟干旱胁迫,这种方法具有操作简单、试验周期短等优点[4]。崔宏亮等[5]用PEG6000模拟干旱环境,以平均隶属函数值为指标,筛选出花育25号、花育51号、花育52号等耐旱性较强的花生品种。张智猛等[6]比较了不同浓度PEG6000对不同花生品种萌发能力的影响,提出比较适宜的PEG6000浓度条件为17.5%。本研究利用PEG6000在室内模拟萌芽期干旱条件,对9份不同来源的品种(系)进行萌发期干旱鉴定,并利用隶属函数法对品种的抗旱性进行综合评价。

## 2. 材料与amp;方法

### 2.1. 试验材料

选用9份花生品种(系)进行试验,其中5份为河南省当前主推品种,其他省份材料4份,具体见表1。

Table 1. Material and origins used in this study

表 1. 试验材料及来源

序号	品种名称	品种特性	来源
1	豫花 9719	大果花生	河南省农业科学院经济作物研究所
2	豫花 9326	大果花生	河南省农业科学院经济作物研究所
3	豫花 47	大果花生	河南省农业科学院经济作物研究所
4	远杂 9102	珍珠豆型小果	河南省农业科学院经济作物研究所
5	远杂 9307	珍珠豆型小果	河南省农业科学院经济作物研究所
6	湘花 2008	大果花生	湖南农业大学
7	晋花 10	中大果花生	山西省农业科学院经济作物研究所
8	花育 20	小果花生	山东省花生研究所
9	白沙 1016	小果花生	广东省澄海县白沙农场

## 2.2. 试验方法

每个品种挑选饱满、大小一致的种子 180 粒, 分别置于装有清水的 15 cm 培养皿中, 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放回, 分别加入 20 mL 清水或 17.5% PEG6000 溶液(对应溶液水势为-0.37 MPa), 于光照培养箱内进行萌发, 培养箱条件设置为黑暗 24 h、27℃~28℃。以芽长大于 2 mm 为发芽标准。从第 3 天开始每天统计发芽数, 连续统计 5 d。同时第 7 天测量胚根长、胚轴长、胚根干重、胚轴干重、幼苗干重(不含子叶)。每个处理 3 次重复, 为确保 PEG6000 胁迫浓度的相对稳定, 发芽期间每 2 d 更换 1 次胁迫液, 对照同期更换清水。

## 2.3. 测定与分析方法

### 2.3.1. 发芽相关指标计算公式

调查不同浓度模拟干旱胁迫下花生种子的发芽势、发芽率、生根率、胚根长、胚轴长、胚根干重、胚轴干重、幼苗干重, 并折算对应的相对指标值。

发芽势(%) = 发芽第 3 天正常发芽粒数/供试种子数 × 100;

发芽率(%) = 发芽第 7 天正常发芽粒数/供试种子数 × 100;

相对指标值(%) = 处理指标/对照指标 × 100。

### 2.3.2. 隶属函数值计算及评价方法

采用隶属函数法对花生品种进行萌发期抗旱性综合评价, 参照龚明[7]的方法计算隶属值。公式如下:

$$U(X_{ij}) = (X_{ij} - X_{j\min}) / (X_{j\max} - X_{j\min}), X_i = \sum U(X_{ij}) / n$$

$X_{ij}$  为某一品种某指标的实测值,  $X_{j\max}$  为该指标的最大值,  $X_{j\min}$  为该指标的最小值,  $U(X_{ij})$  为  $i$  品种  $j$  性状的隶属值。  $X_i$  为  $i$  品种的平均隶属函数值,  $n$  为测定指标数。  $X_i$  值越大, 表明该材料抗旱性越强。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 萌芽期干旱对不同花生品种萌发的影响

如表 2 所示, 在 17.5% PEG6000 处理下, 花生种子萌发各项指标均受到抑制。与对照相比, 干旱胁迫处理后, 发芽率受影响相对较小, 其他指标受抑制程度较高, 发芽势、发芽率、生根率、胚根长、胚轴长、胚根干重、胚轴干重、幼苗干重分别比对照降低了 32.4%、14.5%、59.9%、54.6%、66.7%、68.2%、66.7%、62.5%。

**Table 2.** Effect of 17.5% PEG water stress on germination parameters of peanut varieties

**表 2.** 17.5% PEG 模拟干旱处理对花生品种发芽参数的影响

处理	发芽势(%)	发芽率(%)	生根率(%)	胚根长(cm)	胚轴长(cm)	胚根干重(g)	胚轴干重(g)	幼苗干重(g)
CK	92.5 ± 7.8	96.4 ± 7.3	79.1 ± 17.9	4.65 ± 1.20	1.95 ± 0.32	0.22 ± 0.06	0.06 ± 0.02	0.08 ± 0.02
17.5% PEG	62.5 ± 20.2	82.4 ± 5.9	19.2 ± 11.1	2.11 ± 0.59	0.65 ± 0.20	0.07 ± 0.03	0.02 ± 0.01	0.03 ± 0.01

### 3.2. 萌芽期干旱胁迫下各性状相对值

#### 3.2.1. 萌芽期干旱对相对发芽势与相对发芽率的影响

种子发芽率受种子本身特性的影响较大, 相对发芽率可以较客观地反映种子萌发期的抗旱性强弱, 相对发芽率越大说明抗旱性越强。由表 3 可知, 在 17.5% PEG 干旱胁迫条件下, 9 个参试花生品种的发

芽率均呈下降趋势, 但花育 20 号、白沙 1016、豫花 47、远杂 9307 的发芽率在 17.5% PEG 干旱胁迫条件下下降较小, 相对发芽率仍保持在 85%。豫花 9719 的相对发芽率最低为 0.70。相对发芽率在 0.70~0.85, 平均值为 0.81。

**Table 3.** The relative traits of eight germination parameters under drought stress

**表 3.** 8 个发芽指标的相对值

品种	相对发芽势	相对发芽率	相对生根率	相对胚根长	相对胚轴长	相对胚根干重	相对胚轴干重	相对苗干重
湘花 2008	0.76	0.80	0.41	0.53	0.33	0.61	0.35	0.40
豫花 9719	0.49	0.70	0.20	0.74	0.22	0.60	0.58	0.58
晋花 10	0.53	0.73	0.08	0.34	0.27	0.32	0.28	0.29
豫花 9326	0.59	0.82	0.29	0.48	0.35	0.29	0.37	0.40
花育 20	0.95	0.85	0.22	0.36	0.36	0.46	0.44	0.45
白沙 1016	0.79	0.85	0.28	0.35	0.44	0.28	0.30	0.29
豫花 47	0.43	0.85	0.39	0.36	0.30	0.27	0.38	0.35
远杂 9102	0.63	0.80	0.19	0.56	0.37	0.39	0.31	0.32
远杂 9307	0.80	0.85	0.29	0.5	0.31	0.50	0.34	0.39
平均值	0.66	0.81	0.26	0.47	0.33	0.41	0.36	0.37

PEG 胁迫下花生种子的发芽势较发芽率表现更加敏感, 相对发芽势表现出各品种间存在显著差异。相对发芽势在 0.43~0.95, 平均值为 0.66。豫花 47 的相对发芽势最小为 0.43, 花育 20 的相对发芽势最大为 0.95。一般情况下, 各指标降低率越大, 说明该花生品种抗旱性越差。但本试验结果表明, 各花生品种在各指标间的表现趋势并不一致, 说明植物的抗旱性评价不能仅通过单一指标来进行判定, 需要通过各项指标来综合考虑。

### 3.2.2. 萌芽期干旱对相对生根率、相对胚轴长与相对胚根长的影响

PEG 胁迫下花生种子的生根率表现非常敏感, 平均生根率从 79.1% 下降到 19.2% (表 2)。晋花 10 号的相对生根率最低仅为 0.08, 湘花 2008 的相对生根率最高为 0.41。相对胚根长度大小为 0.34~0.74, 最大值为豫花 9719 的 0.74, 最小值为晋花 10 号的 0.34; 相对胚轴长度大小为 0.22~0.44, 变异范围较小。

### 3.2.3. 萌芽期干旱对相对胚根干重、相对胚轴干重与相对苗干重的影响

相对胚根干重大小为 0.27~0.61, 最大值为湘花 2008 的 0.61, 最小值为豫花 47 的 0.27 (表 3); 相对胚轴干重大小为 0.28~0.58, 最大值为豫花 9719 的 0.58, 最小值为晋花 10 号的 0.28; 相对苗干重大小为 0.29~0.58, 最大值为豫花 9719 的 0.58, 最小值为晋花 10 号的 0.29。

## 3.3. 不同花生品种萌芽期抗旱性的综合评价

种子萌发期的抗旱性受遗传与环境条件的影响, 通常用一种指标反映不同品种对逆境的耐受能力是片面的, 并且每个指标表示出来的结果也不完全一致, 因此, 需要多项指标进行综合评价, 以提高植物抗旱性评价的准确性和可靠性。本研究运用隶属函数法对 9 个花生品种种子的发芽势、发芽率、生根率、胚根长、胚轴长、胚根干重和苗干重进行了综合评价(表 4)。结果表明, 在种子萌发期, 9 个花生品种抗旱隶属函数值表现为湘花 2008 > 花育 20 号 > 远杂 9307 > 豫花 9719 > 豫花 9326 > 白沙 1016 > 远杂 9102 > 豫花 47 > 晋花 10 号(表 4), 综合评价值越大, 表明其抗旱能力越强, 因此湘花 2008、花育 20、远杂 9307 萌发期抗旱性较强。

**Table 4.** The subordinate function values of eight germination parameters  
**表 4.** 8 个发芽指标的隶属函数值

品种	隶属函数值								平均隶属函数	排序
	发芽势	发芽率	生根率	胚根长	胚轴长	胚根干重	胚轴干重	苗干重		
湘花 2008	0.63	0.67	1.00	0.48	0.50	1.00	0.23	0.38	0.61	1
豫花 9719	0.12	0.00	0.36	1.00	0.00	0.97	1.00	1.00	0.56	4
晋花 10	0.19	0.20	0.00	0.00	0.23	0.15	0.00	0.00	0.10	9
豫花 9326	0.31	0.80	0.64	0.35	0.59	0.06	0.30	0.38	0.43	5
花育 20	1.00	1.00	0.42	0.05	0.64	0.56	0.53	0.55	0.59	2
白沙 1016	0.69	1.00	0.61	0.02	1.00	0.03	0.07	0.00	0.43	6
豫花 47	0.00	1.00	0.94	0.05	0.36	0.00	0.33	0.21	0.36	8
远杂 9102	0.38	0.67	0.33	0.55	0.68	0.35	0.10	0.10	0.40	7
远杂 9307	0.71	1.00	0.64	0.40	0.41	0.68	0.20	0.34	0.55	3
平均值	0.45	0.70	0.55	0.32	0.49	0.42	0.31	0.33	0.45	

#### 4. 讨论与结论

随着全球变暖的加剧与淡水资源的不断减少, 干旱对农业和全球粮食安全的影响将越发严重。培育抗旱高产的品种已经成为许多作物遗传改良的重要目标。花生抗旱相关研究起步较晚, 随着花生种植面积的逐年增加, 花生抗旱生理及抗旱品种筛选已成为花生研究的热点问题[8] [9] [10]。种子萌发期是作物生命周期的起点, 萌发期抗旱性强弱直接影响缺水干旱条件下的作物出苗状况[11]。

本研究调查的 8 个萌发期性状中, 胚根干重受干旱抑制程度最明显, 表现为在对照条件下, 胚根干重均值为 0.22 g, 而 17.5% PEG6000 处理的平均值仅为 0.07 g, 降低了 68.2%; 生根率、胚轴长、胚轴干重、幼苗干重 4 个指标受抑制程度较大, 分别降低了 59.9%、66.7%、66.7%、62.5%, 这与张智猛[12]等的研究结论一致; 发芽率、发芽势两个指标受抑制程度较小, 二者分别降低了 14.5%、32.4%。因此, 生根率、胚轴长、胚根干重、胚轴干重、幼苗干重可以作为萌芽期抗旱性的筛选指标。

作物抗旱性强弱的评价方法主要有隶属函数法、回归分析、灰色关联度法、聚类分析等。本研究采用隶属函数法, 对 9 份花生品种的萌芽期抗旱性进行评价, 筛选出 3 份抗旱品种(湘花 2008、花育 20 号、远杂 9307), 3 份中抗材料(豫花 9719、豫花 9326、远杂 9102), 抗旱性较差的品种为白沙 1016、豫花 47、晋花 10 号。该研究表明隶属函数法适用于花生萌发期抗旱性鉴定, 下一步将结合盆栽或田间鉴定方法, 以进一步验证这些花生品种的抗旱性。

#### 基金项目

国家花生产业技术体系项目(CARS-14); 河南省现代农业产业技术体系项目(S2012-5)。

#### 参考文献

- [1] Surendran, U., Kumar, V., Ramasubramoniam, S. and Raja, P. (2017) Development of Drought Indices for Semi-Arid Region Using Drought Indices Calculator (DrinC)—A Case Study from Madurai District, a Semi-Arid Region in India. *Water Resources Management*, **31**, 3593-3605. <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1687-5>
- [2] Sun, L., Hu, R.B., Shen, G.X. and Zhang, H. (2013) Genetic Engineering Peanut for Higher Drought and Salt Tolerance. *Food and Nutrition Sciences*, **4**, 1-7. <https://doi.org/10.4236/fns.2013.46A001>
- [3] 程曦, 赵长星, 王铭伦, 等. 不同生育时期干旱胁迫对花生抗旱指标值及产量的影响[J]. 青岛农业大学学报: 自然科学版, 2010, 27(4): 282-284.
- [4] 刘永惠, 詹成芳, 沈一, 等. 不同花生品种(系)萌发期抗旱性鉴定评价[J]. 植物遗传资源学报 2016, 17(2):

233-238.

- [5] 崔宏亮, 姚庆, 李利民, 等. PEG 模拟干旱胁迫下花生品种萌发特性与抗旱性评价[J]. 核农学报, 2017, 31(7): 1412-1418.
- [6] 张智猛, 万书波, 戴良香, 等. 花生品种芽期抗旱性指标筛选与综合性评价[J]. 中国农业科技导报, 2010, 12(1): 85-91.
- [7] 龚明. 作物抗旱性鉴定方法与指标及其综合评价[J]. 云南农业大学学报, 1989(1): 37-38.
- [8] 张俊, 刘娟, 汤丰收, 等. 不同花生品种抗旱生理特性的差异[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(12): 114-117.
- [9] 李丽梅, 张拜宏, 李晓云, 等. ELISA 法检测干旱下花生不同品种中 AhNCED1 蛋白表达变化[J]. 广东农业科学, 2017, 44(5): 7-12.
- [10] 张智猛, 戴良香, 宋文武. 不同花生基因型对于干旱胁迫的适应性[J]. 中国油料作物学报, 2012, 34(4): 377-383.
- [11] 周巧玲, 徐庆国. PEG6000 对不同黑麦草品种萌发期抗旱性的影响[J]. 作物研究, 2014, 28(2): 159-161.
- [12] 张智猛, 万书波, 戴良, 等. 花生萌芽期水分胁迫品种适应性及抗旱性评价[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(4): 173-182.

#### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [hjas@hanspub.org](mailto:hjas@hanspub.org)