

干旱及盐胁迫对酸浆种子萌发特性的影响

童家赞, 蓝天, 任肖湘

(广州中医药大学 中药学院, 广东 广州 510006)

摘要:以酸浆种子为试材,分别采用浓度为0%~25.0%的PEG-6000模拟干旱胁迫,同时用0~150 mmol·L⁻¹ NaCl溶液模拟盐分胁迫,分别考察酸浆种子的抗旱和抗盐萌发特性。结果表明:随着PEG浓度增加,酸浆种子萌发延迟,且发芽率、发芽势和发芽指数均呈现明显下降趋势,PEG达25.0%时,酸浆种子没有萌发;临界胁迫浓度C₅₀为12.3%,高于番茄种子C₅₀(8.0%~10.8%)。随着NaCl溶液浓度升高,酸浆种子的发芽率、发芽势、发芽指数也呈下降趋势;浓度达到150 mmol·L⁻¹时,种子发芽率比对照组降低43.0%,萌发种子不能发育为正常幼苗;其C₅₀为107.0 mmol·L⁻¹,低于向日葵种子的C₅₀(258.0 mmol·L⁻¹)。

关键词:酸浆;种子萌发;干旱胁迫;盐胁迫

中图分类号:S 647.604⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)11-0151-04

酸浆(*Physalis alkekengi* L.)属茄科酸浆属植物^[1],具有较高的食用、药用和观赏价值。其果实酸甘,可作水果鲜食,亦可加工罐头、果汁、果酱等。全草入药,味酸、苦,性寒,具有清热解毒,利咽,通利二便之功效^[2]。其带果实的宿萼又名锦灯笼、挂金灯,其味酸、甘,性寒;具清热利咽,化痰利水之功^[3]。该植物国内分布广,但栽培主要在东北和华北地区^[4-7]。目前,对于酸浆种子萌发特性研究较少。

我国是水资源非常短缺的国家之一,农业的持续发展面临着严重的水危机,特别是北方干旱早已成为影响作物产量的主要障碍因素之一。因此,准确鉴定作物种质的抗旱性,并选育抗旱性强的品种,已成为育种家关注的重要课题。同时,土壤盐渍化总是发生在干旱、半干旱地区的绿洲地带和经济比较发达的沿海地区、各大河流三角洲和土壤肥沃的冲积平原^[8]。我国土壤盐渍化也相当严重,盐渍土总面积约3.6×10⁷ hm²,占全国可利用土地面积的4.88%^[9]。土壤中盐的种类主要有NaCl、Na₂SO₄、Na₂CO₃等,这些盐分严重威胁着许多植物的生长;盐渍土中作物的产量下降,对社会经济发展造成不利影响^[10]。酸浆在上述地区栽培同样可能遇到环境胁迫的问题。目前,尚鲜见对酸浆种子萌发期间抗

逆性的相关研究。

多年来许多学者从抗旱和抗盐研究中摸索出一些行之有效的方法。其中,室内模拟干旱条件和盐分胁迫法,即在实验室根据高渗透液中种子萌发和幼苗生长情况来间接评价作物抗旱性和耐盐性成为常用的方法。其优点是适合早期鉴定、条件易控制、重复性好、方法简单、适于大批量鉴定、试验周期短。为此,该试验采用PEG-6000溶液模拟干旱胁迫条件,同时,采用NaCl溶液模拟外界环境的盐分胁迫,研究在高渗透液下酸浆种子的萌发特性,以期对酸浆抗旱和耐盐种质鉴定评价和筛选、抗旱耐盐酸浆育种和栽培提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试材料 酸浆(*Physalis alkekengi* L.)种子为广州中医药大学药用植物教研室周劲松副教授赠送,试验前装于密封袋,4℃冰箱中保存。

1.1.2 仪器与试剂 智能人工气候培养箱(ZRX-258 E 杭州钱江仪器设备有限公司),NaCl、PEG-6000、H₂O₂为分析纯。

1.2 试验方法

1.2.1 酸浆种子抗旱萌发试验 发芽试验参照《农作物种子检验规程》及《〈规程〉实施指南》进行^[11-12]。随机取酸浆种子以蒸馏水在室温下浸种24 h。再将种子以0.3% H₂O₂消毒10 min,用无菌双蒸水清洗3次,置于培养皿中(直径11 cm),发芽床为滤纸。培养皿中分别以不同浓度PEG-6000溶液代替蒸馏水模拟不同程度的干旱胁迫。试验设6组PEG-6000溶液浓度:0、5.0%、

第一作者简介:童家赞(1979-),男,博士,讲师,现主要从事中药鉴定教学与科研及药用植物保护与繁育等研究工作。E-mail:tongjy@gzucm.edu.cn.

基金项目:广州中医药大学“青年人才培养工程”资助项目(QNYC20140113);国家自然科学基金资助项目(31401277)。

收稿日期:2015-12-16

10.0%、15.0%、20.0%、25.0% (对应的渗透势分别为 0、-0.054、-0.177、-0.393、-0.735、-1.250 MPa)^[13]。每组 4 次重复,每次重复 100 粒种子,置于人工气候培养箱中,(25±1)℃ 恒温光照(12 h·d⁻¹)培养^[14]。试验过程中对培养皿进行称重并适当加灭菌蒸馏水,保持培养皿中溶液浓度和体积不变。

1.2.2 酸浆种子抗盐萌发试验 随机取酸浆种子以蒸馏水在室温下浸种 24 h。再将种子以 0.3% H₂O₂ 消毒 10 min,用无菌双蒸水清洗 3 次,置种于分别盛有不同浓度 NaCl 溶液培养皿中(直径 11 cm),发芽床为滤纸。试验设 6 组 NaCl 溶液浓度分别为:0、25、50、75、100、150 mmol·L⁻¹。每组 4 次重复,每个重复 100 粒种子。置于人工气候培养箱中,(25±1)℃ 恒温光照(12 h·d⁻¹)培养^[14]。试验过程中对培养皿进行称重并适当加灭菌蒸馏水,保持培养皿中溶液浓度和体积不变。

1.3 项目测定

以胚根突破种皮长度达种子长度 0.5 倍(约 1 mm)作为种子发芽的标准,每天定时记录发芽种子数,第 10 天结束发芽试验。计算各组发芽率、发芽势、发芽指数及胁迫反应指数。发芽率(GP/%)=发芽种子数/供试种子数×100。发芽势(GE/%)=规定天数内发芽种子数/供试种子数×100。发芽指数(GI)= $\sum(G_t/D_t)$,其中,G_t为置种后第 t 天的发芽率,D_t为不同的发芽试验天数。胁迫反应指数(stress response index,SRI/%)^[15]=渗透液胁迫测定值/对照测定值×100。

1.4 数据分析

数据采用 SPSS 16.0 统计软件进行方差分析(one

表 1

不同浓度 PEG-6000 对酸浆种子萌发的影响

Table 1 Effect of PEG-6000 solution on the germination characteristics of *Physalis alkekengi* seed

PEG-6000 浓度 Concentration of PEG/%	发芽起始天数 Sprout day/d	发芽率 Germination rate/%	发芽势 1 Germination energy 1/%	发芽势 2 Germination energy 2/%	发芽指数 Germination index
0	2	89.5±1.9a	48.0±2.9a	74.0±15.0a	24.98±1.91a
5.0	2	75.0±2.9b	22.5±3.7b	61.3±2.6b	19.29±0.63b
10.0	2	70.0±4.8c	18.0±2.7c	56.0±9.7b	17.96±1.40b
15.0	3	60.3±5.1d	0d	14.8±8.1c	11.47±1.58c
20.0	6	0.8±1.0e	0d	0d	0.09±0.13d
25.0	—	0e	0d	0d	0d

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异显著性(P<0.05)。表 2 同。

Note: The means followed by different lowercase letters represent significantly different(P<0.05). Table 2 is the same format.

对照组以蒸馏水培养酸浆种子发芽率达到了 89.5%;PEG 溶液浓度为 5.0%、10.0%、15.0%、20.0% 培养,与对照组相比,发芽率分别减少了 14.5、19.5、29.2、88.7 个百分点,且发芽率在组间均具有显著差异。从发芽势 2(第 3 天)来看,PEG 浓度为 5.0%、10.0%、15.0%,与对照组相比减少了 12.7、18.0、59.2 个百分点,浓度大于等于 20.0%时发芽势为 0,且组间存在显著差异。从发芽指数来看,处理组比对照组分别降低

way ANOVA),组间比较采用邓肯检验(Duncan's test)。参考文献[15]中公式,以胁迫反应指数(SRI)为因变量(Y)、胁迫溶液浓度为自变量(X) 建立直线回归方程;并求出当种子发芽指数下降为对照发芽指数的 50%时所对应的胁迫溶液浓度,即为种子萌发临界胁迫浓度(C₅₀)。

2 结果与分析

2.1 不同浓度 PEG-6000 溶液对酸浆种子萌发的影响

发芽势为日发芽种子数达到最高峰时的发芽数所占供试种子总数的百分比。在置种后的第 2 天,空白对照组达到日发芽数最高峰,以该天为基准作发芽势统计,记为发芽势 1。由于第 2 天在 15.0%、20.0%和 25.0%的浓度下均无种子发芽,以置种第 3 天为基准再作发芽势统计,记为发芽势 2。

从表 1 可以看出,PEG-6000 溶液对酸浆种子的萌发表现出明显的抑制作用,随着浓度增加,酸浆种子萌发延迟,并且发芽率、发芽势和发芽指数均呈现出明显下降趋势。以蒸馏水培养,酸浆种子在置种后第 2 天开始萌发,并且该天为萌发高峰期;当 PEG 溶液浓度为 5.0%和 10.0%时,虽然萌发起始也在置种后第 2 天,但萌发高峰期推迟至置种后第 3 天;PEG 溶液为 15.0%时,萌发起始时间推迟至置种后第 3 天,萌发高峰期为置种后第 4 天;PEG 溶液为 20.0%时,萌发起始时间推迟至置种后第 6 天,并且只有少数几颗种子萌发;PEG 溶液浓度为 25.0%时,酸浆种子没有萌发。

5.69、7.02、13.51、24.89、24.98,且组间存在显著差异。

由图 1 回归曲线求得的回归方程($y=1.0329-0.0432x$, $R^2=0.9401$)计算出临界胁迫浓度(C₅₀)为 12.3%,即 PEG 浓度为 12.3%时,胁迫反应指数(SRI)为 0.5;即在此浓度下,发芽指数下降到对照组的 50%。

2.2 不同浓度 NaCl 溶液对酸浆种子萌发的影响

表 2 表明,酸浆种子在 NaCl 溶液浓度 0~150 mmol·L⁻¹均有萌发,但是随着 NaCl 浓度升高酸浆

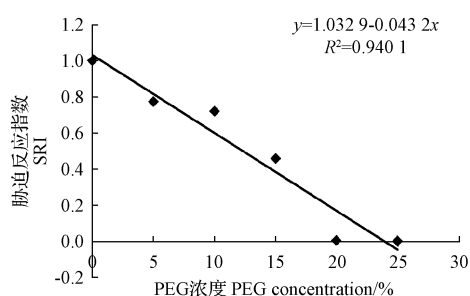


图1 PEG溶液对酸浆种子萌发胁迫反应指数的影响

Fig. 1 Effect of PEG solution on the stress response index of *Physalis alkekengi* seed

种子的发芽率、发芽势、发芽指数均呈下降趋势。用 $25 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 处理的酸浆种子的发芽率、发芽势与对照组(未进行盐胁迫)的酸浆种子没有显著性差异,但发芽指数有显著降低;50、75、100、150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 处理的酸浆种子萌发情况与未进行盐胁迫的酸浆种子存在显著性差异;100 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液处理的酸浆种子发芽率只有 62.7% 和 43.7%,显著低于对照组的 76.7%,且 150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 处理组在前 3 d 都没有萌发,萌发情况不是很好。

当 NaCl 浓度达到 150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,萌发起始时间推迟到置种后第 4 天,发芽率仅为 43.7%,并且不能长出真叶,子叶展开后不久即变黄,明显不能发育为正常幼苗,说明 150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 为酸浆种子萌发所能耐受的 NaCl 浓度极限。

表2 不同浓度的 NaCl 溶液对酸浆种子萌发的影响

Table 2 Effect of NaCl solution on the Germination Characteristics of *Physalis alkekengi* Seed

NaCl 浓度 Concentration of NaCl /($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	发芽起始天数 Sprout day /d	发芽率 Germination rate /%	发芽势(3 d) Germination energy(3 days) /%	发芽指数 Germination index
0	2	76.7±2.5d	70.2±4.5d	22.1±0.3d
25	2	72.2±4.9cd	65.2±3.2d	18.9±0.6c
50	2	66.5±4.3bc	54.5±15.2cd	15.2±2.4b
75	2	64.5±6.8bc	35.7±23.3c	13.4±3.4b
100	2	62.7±5.2b	17.0±9.2ab	12.6±1.4b
150	4	43.7±5.1a	0a	7.2±0.9a

由图 2 回归曲线求得的回归方程($y = 0.9602 - 0.0043x$, $R^2 = 0.9726$)计算出临界胁迫浓度(C_{50})为 107.0 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$,即 NaCl 浓度为 107.0 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,胁迫反应指数(SRI)为 0.5;在此浓度下,发芽指数下降到对照组的 50%。

3 讨论

PEG-6000 模拟干旱胁迫考察对酸浆种子萌发的影响,可以初步鉴定植物的耐旱性。该研究中,随着 PEG

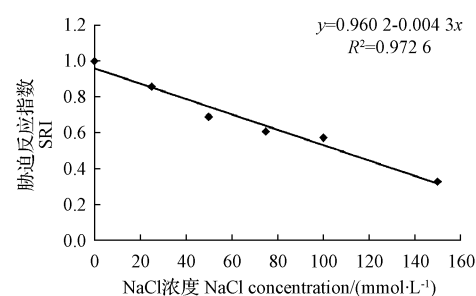


图2 NaCl溶液对酸浆种子萌发胁迫反应指数的影响

Fig. 2 Effect of NaCl solution on the stress response index of *Physalis alkekengi* seed

浓度的增大,酸浆种子的发芽率、发芽势、发芽指数均呈明显下降趋势;最低浓度 5.0% 组即与对照组存在显著性差异,表明其萌发过程对干旱胁迫非常敏感。但由临界胁迫浓度(C_{50} 为 12.3%)来看,相比同为茄科植物番茄的种子(C_{50} 为 8.0%~10.8%)则更为耐旱^[16]。

随着 NaCl 浓度的升高,酸浆种子萌发也呈下降趋势。临界胁迫浓度(C_{50}) 为 107.0 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$;因此,比牛蒡平等^[17] 报道的向日葵种子更不耐盐分的胁迫($C_{50} = 258.0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$,该数值由文献数据求得回归方程计算得出: $y = 0.9467 - 1.7312x$, $R^2 = 0.9212$)。NaCl 浓度达到 150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,酸浆种子萌发率低,即使能萌发也不能长出正常幼苗,推测 NaCl 对种子除了渗透胁迫还有其它抑制作用。有文献报道认为,NaCl 溶液对棉花种子萌发的胁迫伤害原因除了渗透胁迫,还包括离子毒害及对淀粉酶活性的抑制等方面^[18]。

2 次试验相隔 1 个月,对照组萌发率相差较大,分别为 89.5%、76.7%,可能是由于保存过程中引起的种子生活力下降所致。为此,如何贮藏酸浆种子也是有待研究的课题。

参考文献

- [1] ZHANG Z Y, LU A M, WILLIAM G D. Flora of China[M]. vol. 17. Beijing: Science Press, 1994: 311.
- [2] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草[M]. 第七册. 上海: 上海科技出版社, 1999: 286-289.
- [3] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典[S]. 1 部. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 360.
- [4] 王勇, 蒋欣梅, 王金玲, 等. 不同肥料对酸浆产量和品质的影响[J]. 北方园艺, 2010(17): 57-59.
- [5] 黄利亚, 金慧, 赵伟, 等. 长白山区挂金灯酸浆的开发利用及高产园艺栽培技术[J]. 北华大学学报(自然科学版), 2013, 14(2): 208-212.
- [6] 孙伟, 刘玉章, 曲寿河, 等. 酸浆春季直播栽培[J]. 特种经济动植物, 2008, 11(10): 33-34.
- [7] 苏慧兰, 高振江, 吕佩河, 等. 酸浆病害及防治[J]. 中国蔬菜, 2009, 29(3): 24-26.
- [8] 李彦, 张英鹏, 孙明, 等. 盐胁迫对植物的影响及植物耐盐机理研究进展[J]. 中国农学通报, 2008, 24(1): 258-265.
- [9] 王遵亲. 中国盐碱土[M]. 北京: 科学出版社, 1993: 400-515.

- [10] 赵明范. 世界土壤盐渍化现状 & 研究趋势[J]. 世界林业研究, 1997, 10(2):84-86.
- [11] 中华人民共和国国家标准 GB/T 3543.4-1995, 农作物种子检验规程[S].
- [12] 支巨振.《农作物种子检验规程》实施指南[M]. 北京: 中国标准出版社, 2000:43-51.
- [13] MICHEL B E, KAUFMANN M R. The osmotic potential of polyethylene glycol-6000[J]. Plant Physiology, 1973, 56:914-916.
- [14] 王艳玲, 黄宗才. 赤霉素浸泡对酸浆种子萌发的影响[J]. 江苏农业科学, 2009, 37(3):201-202.
- [15] 安永平, 强爱玲, 张媛媛, 等. 渗透胁迫下水稻种子萌发特性及抗旱性鉴定指标研究[J]. 植物遗传资源学报, 2006, 7(4):421-426.
- [16] 彭玉梅, 石国亮, 崔辉梅. PEG-6000 模拟干旱胁迫下不同加工番茄种子萌发期抗旱性评价[J]. 种子, 2013, 32(7):44-49.
- [17] 牛荡平, 曹振照, 严雪春. 盐胁迫对观赏向日葵种子发芽特性的影响[J]. 北方园艺, 2013(18):61-63.
- [18] 孙小芳, 郑青松, 刘友良, 等. NaCl 胁迫对棉花种子萌发和幼苗生长的伤害[J]. 植物资源与环境学报, 2000, 27(9):22-25.

Effect of Drought or Salt Stress on the Germination Characteristics of *Physalis alkekengi* Seed

TONG Jiayun, LAN Tian, REN Xiaoxiang

(School of Chinese Materia Medica, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou, Guangdong 510006)

Abstract: Germination tests of *Physalis alkekengi* seed under drought or salt stress were conducted, using different concentration of solution (0%—25.0% polyethylene glycol-6000 or 0—150 mmol · L⁻¹ NaCl stress, respectively) as substitutes for water. The results showed that the seed germination was delayed and the germination percentage (GP), germination energy (GE) and germination index (GI) were significantly declined as the PEG concentration increasing. No germination was observed when PEG concentration was 25.0%. The C₅₀ (critical stress concentration) of PEG-6000 was 12.3%, which was higher than tomato seeds (8.0%—10.8%). The GP, GE and GI were also significantly declined as the NaCl concentration increasing. The GP was lowered by 43.0% when NaCl concentration was 150 mmol · L⁻¹, and the sprouted seeds were failed to develop into seedlings. The C₅₀ of NaCl was 107.0 mmol · L⁻¹, which was lower than sun flower seeds (258.0 mmol · L⁻¹).

Keywords: *Physalis alkekengi*; seed germination; drought stress; salt stress

什么是盐胁迫

知识窗

全世界约有 130 亿 hm² 的陆地, 其中有 30 亿 hm² 盐碱土, 几乎所有的洲都有盐碱土。我国约有 0.27 亿 hm² 盐碱土。随着工业现代化, 灌溉地和设施面积的扩大, 土壤次生盐现象日趋严重。

盐土是指土壤饱和提取液电导率超过 4 dS · m⁻¹ 的土壤, 包括: 轻盐土、中盐土、重盐土。城市园林植物的盐胁迫除了区域性地理土壤因素外, 北方城市撒盐溶雪是交通干线附近园林绿地盐积累、盐过量、盐中毒的重要原因之一。盐胁迫在炎热、干旱条件下对植物的伤害比冷凉条件下重, 强光照下盐胁迫对植物生长的抑制比弱光下的盐胁迫要大。过量地使用 N、P、K 肥不能缓解盐分引起的生长抑制, 反而会加剧盐害。不同植物种类其耐盐性不同。例如, 有研究报道济南地区某绿地 12 种植物其耐盐性由强到弱的排序为石榴 > 银杏 > 无花果 > 杜梨 > 葡萄 > 樱桃 > 毛桃 > 李 > 杏 > 山楂 > 枣 > 板栗。盐胁迫不仅影响植物的外部形态, 也影响植物内部的生理生化特性。盐害的典型症状是植物生长量显著减少、叶尖和叶缘灼伤、叶失绿和坏死、卷叶、花萎蔫、根坏死、枯梢、落叶甚至死亡。生长抑制是植物受制于盐胁迫最敏感的生理过程, 糖累积下降、蒸腾作用下降、水分亏缺、CO₂ 同化速率下降, 营养不良。盐胁迫的植物通常树冠小、叶片小而少、枝梢少、节间短、出苗率低。

(来源: 百度百科)