

吴丽芳, 魏晓梅, 陆伟东, 等. 不同收获期白刺花种子活力及干热胁迫对幼苗生长发育的影响[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(16): 94–98.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.16.023

不同收获期白刺花种子活力及干热胁迫对幼苗生长发育的影响

吴丽芳^{1,2}, 魏晓梅^{1,2}, 陆伟东¹, 李 通¹, 姚晴晴¹, 赵小丽¹

(1. 曲靖师范学院生物资源与食品工程学院, 云南曲靖 655011;

2. 云南省高校云贵高原动植物多样性及生态适应性进化重点实验室, 云南曲靖 655011)

摘要:为探讨白刺花(*Sophora davidii*)种子活力及幼苗对干热早胁迫的响应机制,通过测定不同收获期白刺花种子活力、发芽势和发芽率,以便了解白刺花硬实种子的特性。在干热复合处理下,测定白刺花幼苗种子含水量、光合色素含量、可溶性糖含量、MDA 含量和 SOD 活性的变化,为白刺花幼苗的干热抗旱生理提供科学依据。通过试验,不同采收期白刺花种子活力没有差异,采集时间早晚与种子活力呈负相关。在白刺花种子萌发中,采用特殊处理可显著提高发芽率,其中以划破种皮处理发芽率最高,达 74.67%,其次是浓硫酸处理,常规萌发试验发芽率仅 10% 左右。干热胁迫中,叶片含水量随着胁迫强度的增加而减少, SOD 活性、可溶性糖含量和 MDA 含量随着胁迫强度的增加而递增。光合色素含量在短期胁迫内增加,随着胁迫时间的延长和胁迫强度的加大而下降,这可能是白刺花对干热胁迫适应的一种能力,叶片含水量下降导致叶片缩小与光合色素含量短期内增加以保持光合效率。

关键词:白刺花;干热胁迫;种子活力;幼苗生长

中图分类号: S184; Q945.78 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)16-0094-04

白刺花(*Sophora davidii*)为豆科(Leguminosae)槐属(*Sophora*)多年生落叶灌木,在我国主要分布于西北、华北、华东和西南地区,在云南昆明、玉溪、曲靖、红河、楚雄、大理、丽江、迪庆等州(市)海拔 850~2 500 m 的地区广泛分布。因其具有耐旱、耐贫瘠、根系强大、固氮能力强等特性,在喀斯特地区成为了水土保持的先锋树种。白刺花种皮具蜡质,内含胶质,不透水、不透气,硬实率高达 81.9%^[1],若不经特殊处理,种子萌发率极低,不能正确指示实际发芽能力。徐本美等研究得出白刺花硬实种子活力高于非硬实种子,因此认为硬实是种子高活力的一种表现^[2]。种子活力是决定种子或种子批在发芽和出苗期间的活性水平和行为的综合体现^[3],表现在发芽率、成活率、耐藏性、抗老化等方面^[4],其高低主要受遗传因素和环境条件的影响^[5]。国内外学者在农作物如水稻^[6]、大豆^[7]、玉米^[8]、小麦^[9]上关于种子活力的研究多有报道,而有关白刺花种子活力方面国内除了徐本美等^[2]早期研究过以外,目前尚见相关报道。本研究采用连续 6 年收集的白刺花种子,利用氯化三苯四氮唑(TTC)法研究白刺花种子活力,为丰富白刺花种子的特性提供理论基础。

高温干旱严重制约植物的生长发育,我国目前约有 1/3 的土地面积位于干旱、半干旱地区^[10]。云南干旱现象几乎年年出现,只是出现的时段和影响程度不同。1997 年至 2006 年对云南气候研究认为,云南高温干旱多出现于 4—8 月之

间,如 2005 年 5 月云南省元阳县极端气温高达 43.2 ℃,打破了 1969 年巧家县的 42.7 ℃极端最高气温的历史纪录^[11-13]。高温干旱协同的发生比单一的干旱或高温对植物生长和产量危害要大^[14]。有研究报道,高温干旱影响了植物的叶片结构^[15]、生理变化^[16]、保护酶系统的防护^[17]、光合作用和呼吸作用^[18]、蛋白质变化等^[19]。目前,对白刺花逆境的研究多侧重于干旱单因子的报道,而较少研究高温和干旱双因子胁迫对其生长发育的影响。通过研究不同采集年份的种子活力、发芽率及干热胁迫对幼苗生长早期形态、光合系统及生理生化变化,旨在为种质资源收集保存及干热胁迫对幼苗的伤害提供试验依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

分别于 2010 年 10 月、2011 年 10 月、2012 年 10 月、2013 年 10 月、2014 年 10 月和 2015 年 10 月,在曲靖师范学院校园里连续采集 6 年的白刺花种子,脱去外壳,剔除有虫害、干瘪的种子后,分选出比较大的种子保存于 4 ℃低温冰箱中备用。

1.2 不同采收期白刺花种子活力测定

采用 TTC 法测定种子活力^[20]:分别将不同采收期的白刺花种子浸泡 24 h,剥离种皮露出种胚后进行染色,恒温箱中保温 2 h,统计具有活力种子的百分率。

种子活力 = 有活力的种子数 / 测定种子总数 × 100%。

1.3 不同处理方法对白刺花发芽率试验

1.3.1 常规萌发处理 将白刺花种子用 10% 次氯酸钠溶液消毒 10 min,无菌水冲洗 4~6 次均匀放置于垫有双层滤纸的培养皿中,每皿 50 颗,共 5 次重复。

1.3.2 沸水浸种 用始温 80 ℃的水浸泡种子 1 d,浸泡过程

收稿日期:2017-2-28

基金项目:国家级大学生创新创业训练计划(编号:201410684006);云南省教育厅项目(编号:2014Y440);曲靖师范学院教育教学改革项目(编号:JGXM2016013);云南省大学生创新创业训练计划。

作者简介:吴丽芳(1980—),女,云南宣威人,硕士,副教授,从事植物资源的评价与利用等研究工作。E-mail: wulifang0871@163.com。

中用振荡器振荡(70 r/min)以利于氧的吸收,然后用 10% 次氯酸钠溶液消毒 10 min,无菌水冲洗 4~6 次均匀放置于垫有双层滤纸的培养皿中,每皿 50 颗,共 5 次重复。

1.3.3 浓硫酸处理 浓硫酸(比重 1.84)浸泡种子 30 min,处理完之后流水下冲洗 3 min,再用 10% 次氯酸钠溶液消毒 10 min,无菌水冲洗 4~6 次均匀放置于垫有双层滤纸的培养皿中,每皿 50 颗,共 5 次重复。

1.3.4 划破种皮 用解剖刀把种子划个小口,再用 10% 的次氯酸钠溶液消毒 10 min,无菌水冲洗 4~6 次均匀放置于垫有双层滤纸的培养皿中,每皿 50 颗,共 5 次重复。

1.3.5 种子培养 在 25 ℃ 恒温光照箱里暗培养,按照《国际种子发芽规程》第 5 天统计发芽势,第 10 天统计发芽率。

发芽势 = 5 d 内发芽种子数/供试种子数 × 100% ;

发芽率 = 10 d 内发芽种子数/供试种子数 × 100% 。

1.4 干热胁迫下白刺花幼苗生长的生理生化的试验设计

1.4.1 白刺花幼苗的培育 以 2014 年收集的较大种子为试材,刀片划破种皮后,70% 乙醇消毒 2 min,再用 0.1% HgCl_2 溶液浸泡 10 min,无菌水冲洗 4~6 次后接种于不添加任何激素的 MS 固体培养基(0.7% 琼脂,3% 蔗糖)中,自然光照下培养 45 d 后,室温下炼苗 5 d 栽植于黑色塑料花盆中(花盆介质珍珠岩:腐叶土:红壤土 = 1:1:2),每处理栽植 6 盆,每盆栽种 3 棵,栽植好后将花盆放入实验室靠阳光直射的窗户外,当幼苗成活后转至校园理学院 2 号楼顶,常规浇水,生长 2 个月后进行干热胁迫处理。

1.4.2 试验设计 干热胁迫前 5 d 将植株浇足水,然后将其放入人工气候箱进行胁迫,胁迫期间不再浇水,胁迫温度设定为 25 ℃ (T_1)、30 ℃ (T_2)、35 ℃ (T_3),25 ℃ 下正常浇水为对照(CK),光照度 8 000 lx,光—暗周期 14 h—8 h,分别在胁迫 2、5、8 d,胁迫复水后 5 d 测定相关指标。

1.4.3 试验测定指标及方法 叶片相对含水量:参照 Chartzoulakis 等的方法^[21-22],各处理分别任取 5 株植株上部的 10 张叶片,立即称鲜质量(m_t),然后置于水中,黑暗 4 ℃ 条件下浸泡 24 h 至饱和状态,称量饱和鲜质量(m_s),最后将叶片于 80 ℃ 烘干,称取干质量(m_d)。植物叶片相对含水量(RWC)计算公式如下:

$$RWC = (m_t - m_d) / (m_s - m_d) \times 100\%。$$

叶绿素含量:参照李合生的方法^[20],每一处理任取 5 株植株上的叶片,蒸馏水冲洗干净,称取 0.1 g 叶片研碎,用 80% 丙酮低温黑暗中浸泡至完全变白,提取过滤液,用紫外分光光度计于波长 646、663、470 nm 下测定叶绿素 a(Chla)、叶绿素 b(Chlb)和类胡萝卜素(Car)的吸光度,计算 Chla、Chlb、Car 的含量和 Chla/Chlb 以及 Chl/Car 的含量比值。

丙二醛(MDA)含量:采用硫代巴比妥酸比色法测定,具体过程参照上海植物生理研究所主编的《现代植物生理学实验指南》^[23]。

可溶性糖含量参照李合生的蒽酮比色法^[20]测定。

超氧化物歧化酶(SOD)活性:参照李合生的氮蓝四唑光还原法^[20]测定。

1.5 试验数据的统计

使用 SPSS 13.0 和 Excel 2003 进行试验数据分析,以 0.05 作为差异的显著性水平。

2 结果与分析

2.1 不同采收期白刺花种子活力变化

TTC 测定种子活力依据种子呼吸代谢过程中的脱氢酶与 TTC 反应生成红色的三苯甲脒(TTF),代谢物质越多,颜色越深,表明代谢强度越强。由图 1 可以看出,2010 年采收的白刺花种子活力最低,仅 67.4%,2015 年采收的种子活力最强,为 76.6%,6 年间种子活力下降仅 9.2 百分点。2010—2012 年采收的种子活力缓慢上升,2014—2015 年采收的种子活力上升较快。通过方差分析发现,各年间采收的种子活力没有显著差异。

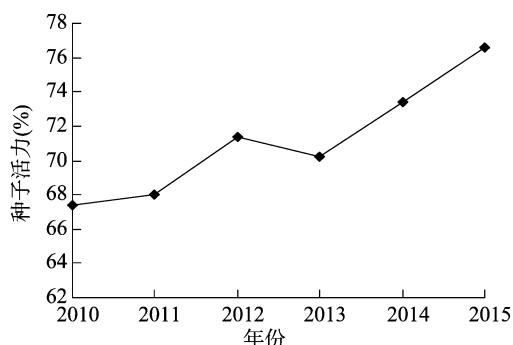


图1 不同采收期白刺花种子的活力

2.2 不同采收期白刺花种子的发芽势和发芽率

白刺花种子不透水、不透气,种皮有蜡质,具强休眠特性,须经特殊处理才能体现白刺花种子的种用价值。图 2 和图 3 分别为白刺花的发芽势和发芽率,发芽率的大小随处理方法的不同差异较大。从图 3 可以看出,划破种皮能使发芽率提高至 74.67%,而常规发芽方法其发芽率仅 10% 左右,在不同的处理中,发芽率的由高到低分别是划破种皮 > 浓硫酸处理 > 沸水处理 > 常规萌发。不同年际间采收的种子,发芽率也有所差异,其中划破种皮处理 2010 年采收的发芽率最高,相比而言,2015 年采收的发芽率最低,这可能是由于白刺花种子在低温储藏过程中,部分有破除休眠的作用。种子发芽势反映了种子出苗的整齐性及幼苗生长的质量问题,通过试验观察白刺花的种子发芽势在前 4 d 内均不高,且在试验过程中同时也观察到,最先吸涨的种子不发芽,经过 3~4 d 直至更长时间的充分吸涨后,白刺花种子才能萌发,这一现象表现出了硬实种子萌发的特性。从图 2 和图 3 中可以看出白刺花种子的发芽势和萌发率受不同的萌发处理影响比较大,与种子活力无关,且不同年份采收的种子除了划破种皮处理外,其余处理没有明显差异。

2.3 干热胁迫下白刺花叶片含水量的变化

叶片相对含水量反映了植物生长过程中生化代谢强弱。生长旺盛时期,植物体内的含水量高,休眠期或停止生长时,含水量低。表 1 所示的是高温干旱胁迫下白刺花叶片含水量的变化。当胁迫处理 2 d 时,对照处理与 25 ℃ 干旱处理差异不显著,30 ℃ 及 35 ℃ 的高温干旱处理与对照相比差异显著。从植株外形看,植株长势良好,叶片没有太大变化,这可能也证明了白刺花具有一定高温和干旱的忍耐力。胁迫 5 d,不同高温干旱处理下,均有显著性差异,与对照相比,叶片含水量分别下降了 9.4%、13.6% 和 19.1%。胁迫 8 d,明显看到叶

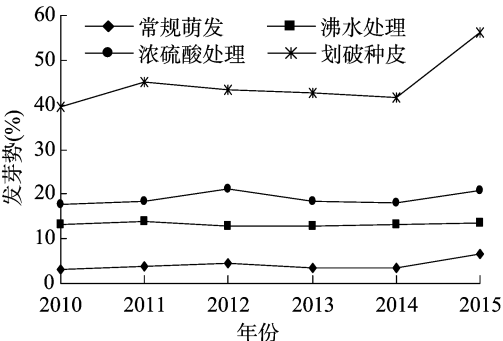


图2 不同采收期白刺花种子的发芽势

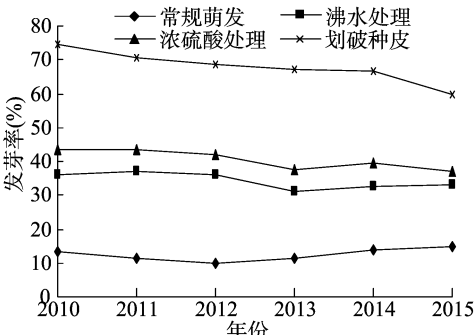


图3 不同采收期白刺花种子的发芽率

片萎蔫,卷曲皱缩,甚至有部分叶片外周干枯,与对照相比,均具有显著性差异,且含水量分别下降 23.2%、32.3% 和 48.3%。几种处理过的叶片复水后 5 d 含水量也具有显著性差异,含水量与胁迫 8 d 相比有所升高,但与对照相比,仍未完全恢复,说明当高温及干旱超过限度后,植物一经损伤恢复

表 2 干热胁迫下白刺花叶绿素含量的变化

处理	胁迫 2 d 叶绿素含量				胁迫 5 d 叶绿素含量			
	Chla (mg/g)	Chlb (mg/g)	Car (mg/g)	Chl/Car	Chla (mg/g)	Chlb (mg/g)	Car (mg/g)	Chl/Car
CK	2.08a	0.37a	0.28a	8.76a	2.12a	0.39a	0.29a	8.54a
T ₁	2.15ab	0.42b	0.32b	7.96ab	2.21b	0.47a	0.34b	7.82b
T ₂	2.12bc	0.54c	0.37c	7.29bc	2.16b	0.49a	0.39c	6.80c
T ₃	2.19c	0.58d	0.44d	6.32c	2.10a	0.45a	0.47d	5.45d

处理	胁迫 8 d 叶绿素含量				复水后 5 d 叶绿素含量			
	Chla (mg/g)	Chlb (mg/g)	Car (mg/g)	Chl/Car	Chla (mg/g)	Chlb (mg/g)	Car (mg/g)	Chl/Car
CK	2.11a	0.37a	0.30a	8.20a	2.12a	0.38a	0.30a	8.46a
T ₁	1.90b	0.29b	0.27b	8.23a	2.06a	0.32a	0.30a	7.90a
T ₂	1.73c	0.23c	0.20c	9.69a	2.03a	0.36a	0.26a	9.49a
T ₃	1.34d	0.18d	0.18c	8.34a	1.93b	0.33a	0.24a	9.65a

2.5 干热胁迫下白刺花 MDA 含量的变化

植物遭受逆境胁迫时,MDA 会与细胞内的物质发生反应,造成细胞膜系统发生变化,因此 MDA 含量的变化是细胞质膜损伤的指标之一。从表 3 可以看出,随着胁迫时间的延长和胁迫强度的增加,MDA 的含量增加,当胁迫 2 d 时,25 ℃ 下 MDA 含量增加的不多,仅增加了 16%,当胁迫 5 d 时,各处理间均有显著差异,且与对照相比,MDA 分别增加了 79.17%、120.83% 和 191.67%,增幅较大;胁迫 8 d 时,与对照相比,MDA 分别增加了 150.00%、188.46% 和 219.23%,增幅较胁迫 2 d 和胁迫 5 d 大,说明在高温干旱下,随着时间的延长,膜脂过氧化反应持续加重,植物细胞质膜受到不同程度的损害。复水过后,细胞 MDA 含量虽与胁迫 5 d、胁迫 8 d 相比有

表 1 干热胁迫下白刺花叶片含水量的变化

处理	含水量 (%)			
	胁迫 2 d	胁迫 5 d	胁迫 8 d	复水后 5 d
CK	92.31a	92.68a	92.97a	92.53a
T ₁	91.18ab	83.94b	71.42b	88.93b
T ₂	90.10b	80.03c	62.96c	85.14c
T ₃	88.67c	74.95d	48.05d	79.63d

注:不同小写字母表示在 0.05 水平时的差异显著。下表同。

起来有一定困难。

2.4 干热胁迫下白刺花光合色素含量的变化

表 2 为干热胁迫下白刺花叶绿素含量的变化,从表中可以看出胁迫 2 d Chla、Chlb 和 Car 的含量随胁迫温度的增加有上升趋势,可能是由于短期干热胁迫时,叶片含水量减少,而白刺花本身对干热的适应能力加速了光和色素的合成,从而能补偿植物光合作用。但 Chl/Car 反而下降,也就是说叶绿素 a 和叶绿素 b 合成的速率没有胡萝卜素合成的速率快。胁迫 5 d,Chla、Chlb、Car 含量和 Chl/Car 的变化没有规律性,Chlb 之间没有差异,Car 和 Chl/Car 之间差异显著,很可能是植物在适应环境的变化中,体内自身代谢合成与呼吸消耗的补偿和超补偿能力紊乱所致。在干热胁迫 8 d 后与胁迫 5 d 处理相比,各指标有所变化,除 Chl/Car 外均呈下降趋势,Chla、Chlb 之间差异显著,Car 的含量 CK 与 T₁ 有显著差异,但 T₂ 和 T₃ 没有差异,尤其高温 35 ℃ 时,下降速率更快,这可能是因为持续的干热情况下,白刺花整个的色素合成系统受损。复水处理后,白刺花光合色素恢复不一,且各含量之间多没有显著差异。

表 3 干热胁迫下白刺花丙二醛含量的变化

处理	丙二醛含量 (μmol/g FW)			
	胁迫 2 d	胁迫 5 d	胁迫 8 d	复水后 5 d
CK	0.002 5a	0.002 4a	0.002 6a	0.002 6a
T ₁	0.002 9b	0.004 3b	0.006 5b	0.004 4b
T ₂	0.003 5c	0.005 3c	0.007 5c	0.005 1c
T ₃	0.003 9d	0.007 0d	0.008 3d	0.006 3d

2.6 干热胁迫下白刺花可溶性糖含量的变化

可溶性糖是植物参与渗透调节维持细胞膨压的物质之一,是有机碳的主要储存形式。从表 4 可以看出,干热胁迫

下,随着胁迫时间和胁迫强度的递增,可溶性糖含量也增加。在干热胁迫 2 d,各高温处理下可溶性糖含量逐渐增加。胁迫 5、8 d,可溶性糖含量明显上升,与对照相比,处理 5 d 的 T₃ 和处理 8 d 的 T₃ 可溶性糖含量分别增长了 120% 和 160%。

表 4 干热胁迫下白刺花可溶性糖含量的变化

处理	可溶性糖含量(%,DW)			
	胁迫 2 d	胁迫 5 d	胁迫 8 d	复水后 5 d
CK	0.19a	0.20a	0.20a	0.20a
T ₁	0.22ab	0.27b	0.35b	0.29b
T ₂	0.26b	0.34c	0.45c	0.33bc
T ₃	0.28c	0.44d	0.52d	0.36c

2.7 干热胁迫下白刺花 SOD 活性的变化

SOD 是植物体内清除活性氧自由基的保护酶之一,它可以通过与过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)和抗坏血酸过氧化物酶(APX)共同作用清除超氧阴离子自由基、羟自由基和过氧化氢来减少活性氧对细胞膜的伤害、减轻膜质过氧化和稳定膜的透性。在植物正常生长过程中,植物体细胞内活性氧的产生和清除系统处于相对稳定的平衡中,当植物受到逆境的胁迫时,活性氧会大量积累,植物保护酶的防御系统也相应地变化。如表 5 所示,随着干旱和温度的加剧,SOD 活性呈上升趋势,各处理间具有显著差异,尤其当胁迫 8 d 时上升速度更快,复水后 SOD 值又开始下降。

表 5 干热胁迫下白刺花超氧化物歧化酶活性的变化

处理	SOD 活性(U/mg FW)			
	胁迫 2 d	胁迫 5 d	胁迫 8 d	复水后 5 d
CK	223.65a	224.73a	225.20a	223.14a
T ₁	310.79b	343.65b	368.81b	323.45b
T ₂	398.50c	463.52c	491.81c	393.11c
T ₃	427.83d	533.08d	557.53d	440.74d

3 结论与讨论

种子活力某种程度上代表了植物种胚的生长潜力,早期人们定义种子活力为种子在发芽和出苗期间的活性强度及特殊的综合表现,认为高活力的种子发芽早,出苗整齐,对不良环境的适应能力强,它是种子质量好坏评价的重要指标之一。种子活力的高低受其本身的遗传因素、贮藏环境和发芽环境条件影响。其中就遗传方面,发育过程中贮藏物质的积累是种子活力形成的基础,随着种子的生长发育、成熟,体内蛋白质、淀粉的积累,种子活力逐渐提高。白刺花由于种皮不透水、不透气,存在严重的硬实现象,若不经特殊处理,种子萌发率非常低。国际种子检验规程(ISTA 2005)^[24]以及我国国家质量监督局发布的牧草种子国家标准(2001 年)、林木种子国家标准(2000 年)和农作物国家标准(1996 年)^[25]将硬实纳入“未萌发种子”(ungerminated seeds)范畴。此类划分对于硬实种子而言,制约了它的发育特性。早期人们研究就得出硬实种子的高活力特性具有普遍性,硬实程度的强弱与种子活力的高低呈正相关^[26]。本研究中,种子采收越早,活力越低,可能是白刺花种子储藏过程中有破除休眠的特性,致使代谢活性变化所致。但从 6 年的采收间隔而言,种子活力下降仅 9.2 百分点,年份间的变化没有显著差异,这充分证实了硬实种子高活力的特性。

不同处理方法对白刺花种子萌发率的影响有很大的差异,浓硫酸处理主要是利用强酸的腐蚀性作用使种皮充分吸涨,沸水处理也是促使种子的吸涨作用。在一些报道中,白刺花的种子萌发率最高的是砂纸摩擦处理,可以使发芽率达到 70% 以上^[27-28]。砂纸摩擦与划破种皮一样,都是直接破除种皮吸水障碍,2 种处理方法各有优劣,划破种子不利于大规模的使用,砂纸摩擦容易损伤种子。规模化的生产中,建议采用沸水处理,简单方便。

水是生命活动过程中不可缺少的,它参与了植物的代谢过程,一般来说植物组织含水量的多少与其生命活动强弱有平行关系,在一定范围内组织的代谢强度与其含水量成正相关。本研究中随着干热胁迫时间的延长和胁迫温度的增加,叶片相对含水量降低,而短时期的胁迫下,白刺花的光合色素含量反而升高,这可能是因为白刺花叶片含水量降低致使叶片缩小或卷曲而要提高光合作用的情况下所形成的一种补偿作用。

MDA 作为植物细胞膜不饱和脂肪酸发生过氧化作用的最终产物,含量高低反映细胞膜受伤害的程度,本研究中随着胁迫强度的增加 MDA 的含量也递增,尤其当胁迫 8 d 时上升最快。可溶性糖作为参与渗透调节维持细胞膨压的重要物质,干热胁迫下,植物体内的可溶性糖会大量积累,积累量越大,抗性越强。有研究认为,成熟白刺花叶片的抗氧化酶活性较高,其干旱适应性越强^[29]。在植物的抗氧化系统功能所能容许限度内,干旱胁迫强度与抗氧化酶活性存在明显的剂量效应。本研究中随着干热胁迫强度的加大,SOD 活性也逐渐递增,说明白刺花对干热胁迫具有较强的耐受能力。

参考文献:

- [1] 吴丽芳,陆伟东,魏晓梅,等. 不同处理方法对白刺花硬实种子萌发特性的影响研究[J]. 当代畜牧,2014(6):47-49.
- [2] 徐本美,冯桂强,张金政,等. 白刺花硬实种子特性的研究[J]. 植物学通报,1997,14(2):45-48.
- [3] 舒英杰,陶源,王爽,等. 高等植物种子活力的生物学研究进展[J]. 西北植物学报,2013,33(8):1709-1716.
- [4] Dickson M H. Genetic aspects of seed quality. [J]. Hortscience, 1980,15(6):771-774.
- [5] 孙群,王建华,孙宝启. 种子活力的生理和遗传机理研究进展[J]. 中国农业科学,2007,40(1):48-53.
- [6] Redoña E D, Mackill D J. Genetic variation for seedling vigor traits in rice[J]. Crop Science,1996,36(2):285-290.
- [7] 郝雪,王玺,孙娜. 半粒种子发芽法在大豆种子活力测定中的应用[J]. 沈阳农业大学学报,2006,37(2):217-220.
- [8] Tekrony D M, Hunter J L. Effect of seed maturation and genotype on seed vigor in maize[J]. Crop Science,1995,35(3):857-862.
- [9] Soltani A, Zeinali E, Galeshi S, et al. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea coast of Iran[J]. Seed Science & Technology,2001,29(3):653-662.
- [10] 张春梅,邹志荣,黄志,等. 外源亚精胺对干旱胁迫下不同品种番茄幼苗光合作用的影响[J]. 干旱地区农业研究,2010,28(3):182-187.
- [11] 刘瑜,解明恩. 1997 年云南严重初夏干旱的诊断分析[J]. 气象,1998,24(8):50-56.
- [12] 刘瑜,赵尔旭,彭贵芬,等. 2005 年春末初夏云南异常干旱与

尤超,沈虹,张营营,等. 油桃生理特性对水分胁迫的响应[J]. 江苏农业科学,2018,46(16):98-101.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.16.024

油桃生理特性对水分胁迫的响应

尤超¹, 沈虹¹, 张营营¹, 程芳梅¹, 郭世荣², 孙锦²

[1. 南京农业大学(宿迁)设施园艺研究院,江苏宿迁 223800; 2. 南京农业大学园艺学院,江苏南京 210095]

摘要:分析油桃的耐旱特性,为耐旱品种选育提供依据。以油桃嫁接苗为试验材料,研究水分胁迫对不同抗旱性油桃品种生理生化特征的影响。结果表明,随着水分胁迫加强,油桃根系相对含水量整体降低,抗旱品种映秋红和抗旱性较弱的品种中农金辉最大降幅分别达 43.51%、54.26%;在水分胁迫 7 d 后,映秋红和中农金辉的光合速率分别下降 20.79%、35.01%;干旱胁迫下中农金辉油桃叶片中丙二醛含量增幅大于映秋红,前者膜脂过氧化反应水平明显高于后者;可溶性糖含量在水分胁迫下整体呈降低趋势,干旱处理 11 d 土壤相对含量为 25% 时,映秋红和中农金辉叶片可溶性糖含量分别为对照的 46.78%、32.66%;随着胁迫处理的持续,抗旱性较强的品种过氧化氢酶活性高于抗旱性较弱的品种,前者过氧化物酶活性整体上优于后者。

关键词:油桃;水分胁迫;品种;生理特性;光合速率;旱地农业

中图分类号: S662.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)16-0098-04

干旱是制约果树产业可持续发展的重要因素,如何利用旱地有限降水资源、提高水资源利用率、提高植物抗旱性已成

收稿日期:2017-03-14

基金项目:2016 年度中央引导地方科技发展专项资金项目;江苏省农业三新工程项目(编号: SXGC[2014]256、SXGC[2015]270);江苏省宿迁市科技基础设施建设项目(编号: M201419);江苏省宿迁市科技计划(编号: L201410、L201604、L201615)。

作者简介:尤超(1987—),男,安徽宿州人,硕士,助理研究员,主要从事果树种质资源库建设、珍贵树种良种选育及优质苗木繁育技术推广、园艺植物有效成分生物代谢及分子生物学等研究。Tel: (0527)84672808;E-mail: kyzy518529@163.com。

通信作者:孙锦,博士,副教授,主要从事设施园艺、无土栽培、蔬菜园艺等教学、科研、推广等工作。Tel: (0527)84672808;E-mail: kyzy518529@163.com。

中高纬度环流[J]. 干旱气象,2007,25(1):32-37.

[13] 黄慧君. 2006 年云南省盛夏高温干旱成因分析[J]. 云南地理环境研究,2009(4):83-86,100.

[14] Jiang Y W, Huang B R. Physiological responses to heat stress alone or in combination with drought: a comparison between tall fescue and perennial ryegrass[J]. HortScience, 2001, 36(4): 682-686.

[15] 赵雅丽,熊浩,毕玉芬,等. 干热胁迫对紫花苜蓿叶片气孔大小的影响[J]. 云南农业大学学报,2013,28(3):336-339.

[16] 杜建雄. 干热胁迫对草地早熟禾 5 个品种生理生化特性影响的研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2007.

[17] 刘大林,张华,曹喜春,等. 夏季高温胁迫对紫花苜蓿部分生理生化指标的影响[J]. 草地学报,2013,21(5):933-937.

[18] 王玉佳,姜华,毕玉芬,等. 紫花苜蓿光合作用对干热条件的生理响应[J]. 云南农业大学学报(自然科学),2011,26(2):190-193.

[19] 赵雁,毕玉芬,车伟光,等. 高温胁迫下紫花苜蓿品种胞质蛋白变化的比较[J]. 中国草地学报,2013,35(5):13-18.

[20] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2007.

为未来发展旱地农业的重要研究课题之一^[1]。油桃(*Prunus persica* var. *nectarina*)为重要的经济林作物,因其主栽产区大多分布在干旱或半干旱区域,干旱环境成为油桃生产推广的“瓶颈”。近年来,有关光合作用和细胞膜功能结构等植物抗旱性生理分析已取得实质性进展,如姚立新等研究表明,干旱等不良环境是影响植物生长的重要因子,它会引起植物体内生物膜结构组成等一系列生理生化和分子生物学上的变化,导致植物体生长代谢受到抑制^[2-3];余玲等认为,干旱及半干旱环境大大降低土壤含水量,影响了植株的光合作用,导致植株产量和品质下降^[4-5]。但关于油桃水分胁迫生理响应等方面的研究鲜见报道,尤其是与油桃抗旱性相关的研究较少^[6-8]。因此,开展油桃耐旱性及其机制的研究,对选育和推广优良耐旱油桃品种具有重要意义。笔者通过分析干旱胁迫

[21] Chartzoulakis K, Patakas A, Kofidis G, et al. Water stress affects leaf anatomy, gas exchange, water relations and growth of two avocado cultivars[J]. Scientia Horticulturae, 2002, 95(1):39-50.

[22] 王云龙,许振柱,周广胜. 水分胁迫对羊草光合产物分配及其气体交换特征的影响[J]. 植物生态学报,2004,28(6):803-809.

[23] 上海植物生理研究所. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京:科学出版社,1999.

[24] International rules for seed testing[M]. Zurich, Switzerland: 2005.

[25] 国际种子检验协会(ISTA). 国际种子检验规程[M]. 北京:中国农业出版社,1999.

[26] 徐本美,孙运涛,孙超,等. 硬实种子高活力性状的研究[J]. 种子,2005,24(8):44-48.

[27] 陈玲,李苇洁,徐信,等. 不同处理方法对白刺花种子萌发的影响[J]. 2011,30(7):110-113.

[28] 李兴美,何胜江,何勇. 白刺花硬实种子不同处理方法的探讨[J]. 贵州农业科学,2010,38(5):70-72.

[29] 王红梅,包维楷,李芳兰. 不同干旱胁迫强度下白刺花幼苗叶片的生理生化反应[J]. 应用与环境生物学报,2008,14(6):757-762.