

干旱胁迫下梨枣抗旱性研究

孙 波^{1,3}, 汪有科^{1,2}, 周玉红²

(1. 中国科学院教育部水土保持与生态环境研究中心, 陕西 杨凌 712100;
2. 西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100; 3. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 为探索陕北黄土丘陵区梨枣的抗旱性与耐旱能力, 以大规模盆栽梨枣 (*Ziziphus jujuba* Mill. cv. Lizao) 2 年生苗木为试验材料, 在连续不供水情况下研究了梨枣的萎蔫到致死过程。依据干旱缺水后枣树生长衰退过程中的特征将枣树萎蔫致死分为: 暂时萎蔫、初始萎蔫、表征永久萎蔫及耐旱致死四个阶段。结果表明: 梨枣的初始萎蔫系数在 2.017% ~ 3.054% 之间, 平均为 2.494%; 表征永久萎蔫系数在 1.199% ~ 1.998% 之间, 平均为 1.489%, 永久萎蔫系数在 1.250% ~ 1.489% 之间; 耐旱致死点为 1.250%, 致死时间为 135 ± 11 d。试验结果证明枣树是一种十分抗旱的树种, 在半干旱黄土丘陵区枣树不会出现干旱致死。

关键词: 干旱胁迫; 梨枣; 黄土高原; 萎蔫系数; 耐旱致死点

中图分类号: S665.1071 文献标志码: A 文章编号: 1000-7601(2014)04-0037-06

Drought resistance of pear jujube under drought stress

SUN Bo^{1,3}, WANG You-ke^{1,2}, ZHOU Yu-hong²

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China;
2. Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3. University of Chinese Academy of Science, Beijing 100049, China)

Abstract: In order to explore the drought - resistant ability of pear jujube (*Ziziphus jujuba* Mill. cv. Lizao) in Loess Plateau region of northern Shaanxi, a pot experiment was conducted with 2-year old seedlings as the material, and its process from wilting to death was investigated under continuously unirrigated condition. The degenerative process of pear jujube under unirrigated condition was classified into four periods: temporary wilting, initial wilting, apparent permanent wilting and drought caused death. The results showed that the initial wilting coefficient of pear jujube was between 2.017% and 3.054% with an average of 2.494%; the apparent permanent wilting coefficient was between 1.199% and 1.998% with an average of 1.489%; the permanent wilting coefficient was between 1.250% and 1.489%; the drought lethal point was 1.250% and the lethal time was 135 ± 11 days. It was concluded that pear jujube was a kind of drought-resistant fruit tree, and it could not become dead of drought in semi-arid loess hilly regions.

Keywords: drought stress; pear jujube; Loess Plateau; wilting coefficient; drought lethal point

枣树在黄土高原生存有 4 000 多年历史, 栽培也有 2 000 多年历史, 一直是当地著名的抗旱树种, 有“铁杆庄稼”之称号。有关枣树到底抗旱性有多强、萎蔫系数等有些研究^[1-4], 但是有关耐旱死亡土壤水分值还未见报道。1999 年国家开展退耕还林工程再次将红枣栽植模式、栽植范围和规模提高到新的水平, 但是退耕还林带来地面景观绿化和水土保持成效的同时, 还可能引起大规模的人工造林带来大范围土壤干燥化, 特别是深层土壤的干化。深

层土壤干化后不但会导致树木本身的衰败, 也会造成后续植被演替和更新的不利^[5]。作者认为枣树是当地生存了几千年的乡土树种, 不会像其他树种如刺槐那样在短期(10 ~ 20 a)发生自身衰败, 枣树对土壤干化作用也较轻。所以, 无论是对于枣树本身的抗旱性认定还是对规模化枣林对土壤水分生态的意义, 都十分有必要研究枣树在极端条件下的抗旱性。

黄土高原地区地处干旱半干旱地带, 陕北是黄土高原的主体部分, 水资源短缺严重^[6], 水分条件是

收稿日期: 2013-10-05

基金项目: 国家科技支撑计划“西北干旱半干旱农业区大学农业科技服务模式关键技术集成与示范”(2013BAD20B03); 陕西省科技统筹创新工程计划“山地红枣旱作优质高效栽培技术集成与示范”(2013KTZB02-03-02)

作者简介: 孙 波(1989—), 女, 山东枣庄人, 硕士, 主要从事水资源高效利用方面的研究。E-mail: sunmingzai@126.com。

通信作者: 汪有科(1956—), 男, 甘肃人, 研究员, 主要从事节水灌溉方面的研究。E-mail: gjzywk@vip.sina.com。

限制当地农业发展的首要因素。枣树作为陕北黄土高原地区的主要经济树种可以防风、固沙、调节气温^[7]、保持水土等。随着我国农业产业结构调整,西部大开发,退耕还林的开展,红枣产业出现了迅猛发展的新势头,种植面积达 100 万 hm^2 ,产量达 19 800 $\text{kg}\cdot\text{hm}^2$ ^[8],已成为当地林业产业的重要支柱^[9]。干旱是植物经常遭受的一种逆境,干旱条件下植物的失水速度超过了吸水速度,导致植物体内水分亏缺,水分平衡破坏,正常的生理过程受到干扰甚至受到伤害,干旱严重时植物会发生萎蔫^[10]。枣树萎蔫是对干旱胁迫的一种适应性变化,是自身遭受胁迫对外发出的一种危险信号,若不及时采取措施,将直接影响当年红枣的品质与产量^[11],严重时导致植株枯萎死亡^[2],将会影响经济效益。永久萎蔫系数是指植物叶片受到水分胁迫后出现萎蔫症状,并且解除胁迫后仍不能恢复原状时的土壤水分含量,萎蔫系数愈低,抗旱性越强^[1]。不同的学者对枣树的萎蔫系数做过一些研究。冯宝春等^[1]用盆栽法研究山东蒙山脆枣的永久萎蔫系数为 2.162% (土壤质量含水量,本文涉及的土壤含水量均为土壤质量含水量),沾化冬枣的永久萎蔫系数 2.997%。邝立刚等^[2-3]用桶栽法研究木枣的永久萎蔫系数为 3.500%。吕皎等^[4]用盆栽法研究太行山枣树的萎蔫系数为 7.120%。毛永民等^[12]研究金丝小枣盆栽幼树的永久萎蔫系数小于 3.000%。从前人研究结果看,枣树的萎蔫系数随着品种、地点、方法不同而有所差异,但是已有的研究均未发现在自然条件下黄土高原半干旱区土壤水分有低于枣树永久萎蔫系数的现象。

耐旱致死点^[13]又称致死含水量^[14]是植物地上部分完全干枯,对其复水植株无法恢复生长,土壤含水量即耐旱致死点,耐旱致死点越低,抗旱性越强。刘文婷^[15]研究了 3 个种源地的希蒙得木 (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider) 致死点的土壤含水量为 5.510% ~ 6.260%,耐旱致死点时间与土壤含水量呈负相关。王志会等^[13]研究不同种源的柠条锦鸡儿 (*Caragana korshinskii*) 的耐旱致死时间依次为赤峰 42.3 d > 杭锦旗 41.7 d > 盐池 38.7 d > 五寨 31.0 d,致死含水量依次为 1.600%、1.800%、1.800% 和 1.900%。目前对枣树的耐旱致死点问题尚少见报道,对干旱胁迫后在恢复供水树体的恢复状况也缺乏了解。本试验研究黄土丘陵区枣树的萎蔫系数与耐旱致死点问题,旨在为深入了解梨枣的抗旱性与耐旱能力,为梨枣 (*Ziziphus jujuba* Mill. cv. Lizao) 的合

理栽培与水分管理提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在陕西省米脂县米脂试验站的试验园防雨棚下进行。米脂县位于典型的黄土高原丘陵沟壑区 (37.77°N, 110.17°E),属于中温带半干旱性气候,昼夜温差大,日照充足,适宜果树的生长。年平均气温 8.50℃,年最高气温 38.20℃,最低温 -25.50℃,无霜期约为 162 d。年平均降雨量 451.60 mm,主要集中在 6—9 月,占全年降雨量的 74.30%。试验于 2013 年 4 月 13 日开始,2013 年 9 月 10 日结束。影响本试验的气象因子主要有温度和湿度(图 1),从图 1 可以看出在此期间的平均温度 22.08℃,平均湿度 62.06%,最高温度 30.49℃,最高湿度 100.00%,这些指标基本代表当地的正常水平。本试验所得结果是在这个特定的湿度与温度下获得。

1.2 试验材料与试验设计

本试验选用陕北梨枣幼苗为材料,于 2012 年 5 月上旬将规格大小基本一致的米脂县孟盆村 1 年生梨枣苗栽入塑料盆中。塑料盆高 65 cm,上下均是正方形,上大下小,上边长 40 cm,下边长 35 cm。盆栽内土层厚度为 60 cm。供试土壤为黄绵土,容重为 1.17 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$,田间持水量为 24.08%。填装土壤的机械组成为:1 ~ 0.25 mm 0.01%; 0.25 ~ 0.05 mm 35.86%; 0.05 ~ 0.01 mm 50.27%; 0.01 ~ 0.005 mm 3.53%; 0.005 ~ 0.001 mm 3.85%; < 0.001 mm 6.48%。

从 2013 年 4 月 13 日起选取 70 盆萌芽生长一致的盆栽进行试验,实际参与试验的共计 63 盆。试验中有 3 盆为对照组(CK),每 7 天浇 100 ml 水,让其正常生长。本试验其余 60 盆是在持续的干旱胁迫下进行的,试验的第一天为干旱胁迫的第一天。试验分为六个阶段,分别为暂时萎蔫、初始萎蔫、叶片全部萎蔫、叶片开始干枯、叶片全部干枯、枝叶全部干枯。从第二个阶段起,每个阶段的当天以及之后的每 7 天随机抽取 3 盆测土壤含水量并且复水(每次复水都浇透水约 5 000 ml),每一个阶段不够 7 天的就不用复水,等到下一阶段的当天开始复水,复水的频率跟第二阶段一样。盆栽复水后,观察枣树生长情况,并且复水后的盆栽即被淘汰不参与下一阶段的试验。

1.3 测定指标与方法

土壤含水量:采用传统的取样烘干法。

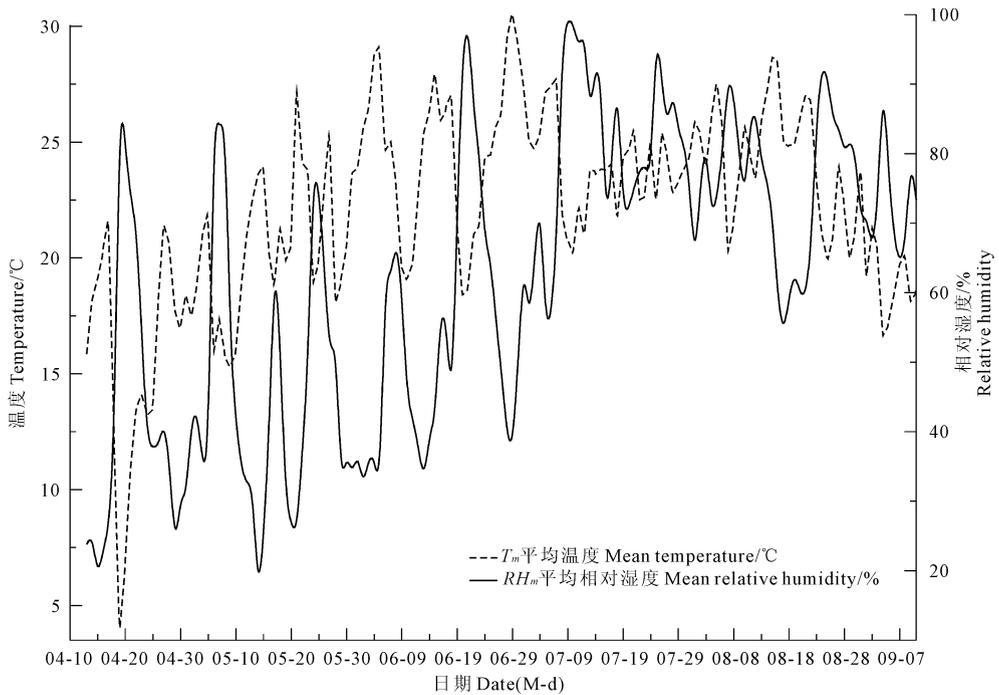


图 1 干旱试验过程中日平均温度与日平均相对湿度的变化

Fig.1 Changes of daily mean air temperature (T_m) and daily mean relative humidity (RH_m) during experiment period

试验将枣树萎蔫到致死划分为枣树暂时萎蔫、初始萎蔫、表征永久萎蔫、耐旱致死 4 个阶段。

枣树暂时萎蔫:梨枣的部分嫩梢与叶片在正午或傍晚出现短时间卷曲下垂现象,并在夜间、次日早晨及遇到阴天即可消失。

枣树初始萎蔫系数:当枣树嫩梢及叶片发生卷曲,第二天早晨仍不能恢复原状时即为初始萎蔫^[4],此时土壤含水量即为初始萎蔫系数。

枣树表征永久萎蔫系数^[16]:枣树叶片全部卷曲,并且复水后叶片不能恢复,卷曲现象不能消失,但在一定时间内对植物进行复水后枣树能发出新芽,枣树能够复活则认为枣树达到的是表征永久萎蔫,复水前的土壤含水量为表征永久萎蔫系数。

枣树耐旱致死点:地上所有叶片干枯后,在一定时间内,土壤含水量继续下降,超过某临界值即耐旱

致死点后,枣树复水不能恢复生长,此时枣树彻底死亡。复水后连续观察 15 天,若复水后 15 天内枣树仍未萌芽恢复生长,则判定其死亡。复水前的土壤含水量为耐旱致死点。

气象数据:距盆栽 10 m 远的自动气象站,按照国家气象局标准连续采集降雨量(mm)、气温(°C)、空气相对湿度(%)。

数据分析与处理:用 Excel、SPSS 进行数据统计分析,用 Origin 8.0 进行作图。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫下枣树外部形态变化

表 1 是干旱胁迫组枣树与对照组 CK 在相同时刻形态特征到达的阶段。

表 1 干旱试验过程中梨枣的形态特征

Table 1 The morphological characteristics of pear jujube in the process of the drought stress

阶段 Stage	试验持续天数/d The days of trial lasted	干旱胁迫组 The drought stress group	对照组 CK The control group
1	20	暂时萎蔫 Temporary wilting	萌芽展叶期 Sprout leaves period
2	38	初始萎蔫 Initial wilting	开花期 Flowering period
3	59	叶片全部萎蔫 All of leaves wilted	坐果期 Fruiting period
4	98	叶片开始干枯 The start of leaves withered	果实缓慢生长期 Low-growing fruit stage
5	121	叶片全部干枯 All of leaves withered	果实快速生长期 Fast-growing fruit stage
6	138	枝叶全部干枯 All of branches and leaves withered	果实成熟期 Fruit ripe period

干旱胁迫组第二个阶段,初始萎蔫当天随机抽取 3 盆测其土壤含水量即为初始萎蔫系数,然后复水,发现复水 7 天内梨枣叶片的萎蔫现象消失,之后每 7 天就随机抽取 3 盆测其土壤含水量并复水,在复水后的梨枣叶片的萎蔫现象均可消失,叶片无脱落现象,梨枣恢复生长;此时对照组 CK 处于开花期,花芽开始萌生与开放。

干旱胁迫组在第三个阶段与第四个阶段叶片开始干枯,对梨枣复水后,梨枣的叶片逐渐脱落,未脱落的部分叶片会发生干枯现象,嫩梢与新叶部分的萎蔫消失并且恢复生长,梨枣萌发出新芽,在梨枣叶片开始干枯之前所测的土壤含水量即为表征永久萎蔫系数;此时对照组 CK 处于坐果期,花芽也在开放,边开花变坐果。

干旱胁迫组第四与第五个阶段之间对梨枣复水后,梨枣会在复水后的 10 d 内地上部分完全干枯并萌发出新芽;此时对照组 CK 处于果实缓慢生长期,果实开始慢慢膨大。

干旱胁迫组第五与第六个阶段之间,在叶片完全干枯后的第 0、7、14、16、18、21 天分别随机抽取 3 盆对其复水,发现完全干枯后的第 0、7、14 天对梨枣复水,梨枣在复水后的 15 d 内均可以萌芽,但是在完全干枯后的第 16、18、21 天对梨枣复水,梨枣在复水后的 15 d 内无法萌发出新芽,判定梨枣死亡;此时对照组 CK 处于果实快速生长期,果实开始迅速膨大。

干旱胁迫组第六个阶段梨枣枝叶全部干枯,对梨枣进行复水,复水后梨枣无法恢复生长,梨枣失去生命力,梨枣死亡。此时对照组 CK 处于果实成熟期,果实开始白熟并慢慢着色。

对照组 CK 到试验结束时植株均生长正常,并平均每盆结 3 个果实。受到持续干旱胁迫的梨枣萌生的花芽因为干旱胁迫不开花,个别花芽开花不久就会枯萎,极少数花芽能坐果,但是坐果后,果实还未膨大就开始发黄变黑,最后脱落。

2.2 干旱胁迫下枣树的萎蔫系数

2.2.1 暂时萎蔫 试验过程中,梨枣的部分叶片发生轻微卷曲下垂现象,而后现象消失,这个现象在大田枣树也经常发生。虽然引起梨枣暂时萎蔫的原因很多,正午光照强烈、气温过高等均可能造成暂时萎蔫,但是这也是枣树生长需要水分不足的症状。此现象出现后如果近期无降雨,建议有条件的枣园实施灌溉,以保障枣树的正常生长。在陕北山地枣林出现暂时萎蔫时一般等待降雨恢复其生长,所以暂时萎蔫不会对枣树的生长造成严重影响。

2.2.2 初始萎蔫系数 表 2 是梨枣初始萎蔫系数。当梨枣初次发生萎蔫时,并且次日晨萎蔫不能消失植株没有恢复正常,则判定其萎蔫。梨枣的初始萎蔫系数个体差异较大,在 2.017% ~ 3.054% 之间,平均为 2.494%。当梨枣发生初始萎蔫后,虽然梨枣不会死亡,但是其植株地上部分的萎蔫程度会进一步加重,最终会影响当年梨枣的产量与品质。为避免萎蔫的进一步恶化,应在梨枣发生初始萎蔫时进行适当灌溉,使梨枣恢复正常生长。

表 2 梨枣的初始萎蔫系数

Table 2 The initial wilting coefficient of pear jujube

株号 Tree code	树高 Tree height /cm	主干基茎 Trunk diameter /mm	初始萎蔫系数 Initial wilting coefficient /%
1	45.08a	10.45a	2.017
2	44.92a	10.51a	2.411
3	45.00a	10.54a	3.054

注:同一列中相同字母表示个体之间差异不显著($P < 0.05$)。下同。

Note: The same letter represents no significant difference between trees in the same column at 0.05 level. The same below.

2.2.3 表征永久萎蔫系数 梨枣复水后的第 6 ~ 7 天萎蔫消失并恢复生长(见表 3),在第三阶段,梨枣完全萎蔫后到第四阶段梨枣叶片开始干枯之间,对梨枣复水,梨枣的叶片萎蔫现象不消失并且逐渐枯萎掉落,复水后的 10 d 内,梨枣重新萌发新的枝叶,则认为梨枣在复水前发生了表征永久萎蔫,在梨枣叶片开始干枯之前的土壤含水量即为梨枣的表征永久萎蔫系数。梨枣的表征永久萎蔫系数在 1.199% ~ 1.998% 之间,平均为 1.489%。梨枣发生表征永久萎蔫后,此时如果不及时对梨枣补充大量的水分,梨枣即将面临死亡。所以表征永久萎蔫系数是梨枣可持续发展的灌溉标准,当土壤水分低于表征永久萎蔫系数后,将给枣农带来无法挽回的损失。

2.3 干旱胁迫下的枣树耐旱致死点

梨枣进入第五阶段地上叶片完全干枯,当天对其复水,复水后的第 7 天地上部分萌发出新梢恢复生长(见表 4)。然后在叶片完全干枯保持 7 天,14 天对其复水,发现植株分别在复水后的第 10 天与第 11 天仍然能够萌发出新梢恢复生长。当梨枣地上部分完全干枯的状态下保持 16 天对其复水,复水后的第 15 天发现梨枣地上部分无法恢复生长,于是判断梨枣死亡。在梨枣地上部分完全干枯的状态下保持 18 ~ 21 天时,复水后同样也无法恢复生长判定其死亡。于是判定在完全干枯状态下保持 16 天时,

梨枣失去生命力,此时土壤的含水量即为梨枣的耐旱致死点,梨枣的耐旱致死点为 1.250%,致死时间为 135 ± 11 d。梨枣地上部分完全干枯,一定时间内给予充足的复水,梨枣又萌出新芽,恢复生长,分析其原因可能为:梨枣的地上叶片干枯,但是其茎根部

位仍保持生命力,在一定时间内如果得到充足的水分供应,有可能重新长出新的枝叶,这是梨枣的抗旱形式。当土壤水分达到耐旱致死点时并且也达到致死时间时,梨枣就已经死亡,即使对梨枣补充水分也无法复活。

表3 梨枣表征永久萎蔫复水后的情况

Table 3 The situation of pear jujube being rewatered after apparent permanent wilting

株号 Tree code	树高 Tree height /cm	主干基茎 Trunk diameter /mm	复水前的土壤含水量 Soil water content before rewatering/%	复水后植株恢复状况 Recovery of plants after rewatering
1	45.11a	10.57a	1.199	6天萌发新芽 New sprouts occurred in 6 days
2	44.82a	10.47a	1.270	7天萌发新芽 New sprouts occurred in 7 days
3	45.07a	10.46a	1.998	7天萌发新芽 New sprouts occurred in 7 days

表4 梨枣耐旱致死点的测定

Table 4 The determination of drought lethal point of pear jujube under drought stress

株号 Tree code	树高 Tree height /cm	主干基茎 Trunk diameter /mm	干枯后复水时间 Time interval between drought and rewatering/d	复水前的土壤含水量 Soil water content before rewatering/%	复水后是否复活 Being revived or not after rewatering	复水后复活时间 Time interval between rewatering and reviving/d
1	45.09a	10.54a	0	1.149	是 Yes	7
2	45.11a	10.91a	7	1.066	是 Yes	10
3	45.05a	10.72a	14	1.360	是 Yes	11
4	44.90a	10.80a	16	1.250	否 No	否 No
5	44.82a	10.63a	18	1.260	否 No	否 No
6	44.79a	10.51a	21	1.240	否 No	否 No

3 讨论与结论

本研究涉及的枣树萎蔫表现比较复杂,我们将枣树的萎蔫致死分为六个阶段。从本研究看每个阶段盆栽土壤水分都有连续多次不变的情况,所以作者认为张小泉^[17]用连续测几次土壤含水量,土壤含水量不变或者蒸腾作用几乎停止来定义枣树苗木的永久萎蔫系数的定义方法并不准确,因为苗木的永久萎蔫系数不同于蔬菜花卉,苗木的根系更为发达,对苗木复水后,苗木有可能恢复生长。本试验中梨枣的地上叶片完全枯萎后,复水后梨枣仍能够萌发新芽恢复生长,也就是说梨枣没有达到永久萎蔫,只是表面上的永久萎蔫,就是表征永久萎蔫。此时,用表征永久萎蔫系数来表征苗木的抗旱性更为确切。

本文表述枣树耐旱性天数是从2013年4月13日开始,实际上供试验的盆栽枣树最后一次灌水是2012年10月13日,所以说本试验枣树的持续耐旱时间要比本文表述的更长。表征永久萎蔫系数越大,意味着植物的抗旱性越差,反之越强^[14,18-19]。樊卫国等^[20]研究发现刺梨(*Rosa roxburghii* Tratt.)在黄壤上其萎蔫系数高达22.700%。冉飞等^[21]研究

锡金微孔草(*Microula sikkimensis*)暂时萎蔫期和永久萎蔫期土壤含水量分别为7.060%和6.200%。邹丽伟等^[22]研究翅夹木(*Zenia insignis*)土壤永久萎蔫系数当年生苗木为7.83%,一年生留床苗为5.950%;当土壤含水量低于6.030%时,当年生翅夹木枯死落叶,当土壤含水量为3.320%时,一年生留床苗严重萎蔫、枯黄。同样是枣树的不同品种中,脆枣的永久萎蔫系数为2.162%,沾化冬枣的永久萎蔫系数2.997%^[1],尖果沙枣(*Elaeagnus oxycarpa*)1年生实生苗的永久萎蔫系数为4.300%^[23]。本试验的结果显示梨枣的初始萎蔫系数平均为2.494%,表征萎蔫系数平均为1.489%。由此表明,梨枣无论相对其他种类植物还是枣树不同品种的萎蔫系数都要小,具有很强的抗旱性。

在持续自然干旱的条件下,梨枣地上所有叶片干枯死亡时在保持干枯状态下16天以内时复水,梨枣又萌出新芽,可见梨枣的抗旱能力强。地上部分叶片的逐渐干枯是机体抵御不良环境条件的策略,一旦有合适的条件便又重新生长起来。具有这种抗旱能力的大多是荒漠复苏植物^[24-25]。荒漠植物绿玉树(*Euphorbia tirucalli* L.)有很强的抗旱性,无性系

间萎蔫系数在 0.900% ~ 2.600% 之间^[24]。是荒漠草场冬季和春季的重要灌木饲草,田间试验测得的沙土和粘土的绵毛优若藜(*Ceratoides lanata* (Pursh) Howell)的萎蔫系数分别为 1.250% 和 2.960%^[25]。表征永久萎蔫系数反映植物的抗旱性,耐旱致死点反映植物的耐旱性。本试验中得出梨枣的耐旱致死点为 1.250%,因此梨枣具有很强的耐旱性。

Hendrickson 认为萎蔫系数是一个很小的数值范围,而不是某个确定的值^[26],本试验中得到梨枣的表征永久萎蔫系数在 1.199% ~ 1.998% 之间,平均为 1.489%,真正的永久萎蔫系数要比表征永久萎蔫系数小,而本实验中的耐旱致死点为 1.250%,所以梨枣的永久萎蔫系数在 1.250% ~ 1.489% 之间。Slatyer 认为试验期间的环境状况影响永久萎蔫系数的测定^[27],本试验期间的平均温度为 22.08℃,平均空气相对湿度为 62.06%,在这样的环境条件下得出的梨枣的耐旱致死点为 1.250%,致死时间为 135 ± 11 d,如果试验期间温度与相对湿度有所变化,得出的结果也会有所变动。

梨枣的表征永久萎蔫系数要比真正的永久萎蔫系数更有实际的应用价值,当植株的土壤含水量达到表征萎蔫系数时对其复水则能避免植株死亡。梨枣的耐旱致死点在实际生产中若发现植株地上叶片出现干枯要及时地供应充足的水才不至于影响经济生态的持续发展。根据米脂县 1956—2008 年的降雨资料分析得出丰水年、平水年、偏旱年 4—9 月的平均降雨量分别为 297.40 mm、204.80 mm、129.00 mm,即使在偏旱年 4—9 月的降雨量也有 129.00 mm,因此在自然条件下,陕北梨枣是不会干旱胁迫致死。本试验得出的结果是用盆栽法测得,虽然用于盆栽的塑料盆比一般试验中所用的盆栽的塑料盆大,但是由于盆栽中的土壤体积有限,植株根系的生长速度、深度与吸水范围会受到一些限制,田间试验梨枣实际的萎蔫系数和耐旱致死点可能要比试验中得到的数值还要小。本试验得出的结果对于深入了解枣树的抗旱、耐旱能力和推广发展枣树生态经济林及其水分管理具有重要指导作用,具体指导到实际生产还需要进一步精细的大田试验。

参 考 文 献:

- [1] 冯宝春,陈学森,何天明,等.枣树抗旱性研究初报[J].石河子大学学报(自然科学版),2004,22(5):397-400.
- [2] 邝立刚.旱坡地枣树的萎蔫现象[J].东北林业大学学报,2001,29(4):101-103.
- [3] 卢桂宾,赵雨明.晋西北旱坡地枣树蒸腾作用与萎蔫现象研究[J].山西林业科技,2002,(3):1-6.
- [4] 吕 皎,李任敏,李莲枝.石灰岩中山区常见树种苗木凋萎系数研究初报[J].山西林业科技,1990,(2):43-45.
- [5] 陈洪松,王克林,邵明安.黄土区人工林草植被深层土壤干燥化研究进展[J].林业科学,2005,41(4):155-161.
- [6] 张兴榆,曹明明,雷 敏.陕北地区水资源安全及需求预测分析[J].干旱区资源与环境,2007,21(11):17-21.
- [7] 柴仲平,王雪梅,孙 霞,等.不同氮磷钾配比滴灌对灰枣产量与品质的影响[J].果树学报,2011,28(2):229-233.
- [8] 吴普特,汪有科,辛小桂,等.陕北山地红枣集雨微灌技术集成与示范[J].干旱地区农业研究,2008,26(4):1-6.
- [9] 曹生勇,王明银.陕北红枣产业发展的现状及其对策[J].价值工程,2010,(5):25.
- [10] 张继澍.植物生理学[M].北京:高等教育出版社,2006:449.
- [11] 沈新元,李鸿德,薛维堂,等.陕北黄河流域红枣产业化发展现状及对策[J].现代农业科技,2009,(15):112-113.
- [12] 毛永民,王永蕙,董文明,等.土壤含水量对枣幼树生长及水分生理指标的影响[J].河北农业大学学报,1991,14(3):38-41.
- [13] 王志会,夏新莉,尹伟伦.不同种源的柠条锦鸡儿的生理特性与抗旱性[J].东北林业大学学报,2007,35(9):27-29,32.
- [14] 胡化广,刘建秀,张振铭.结缕草属植物致死含水量的研究[J].草地学报,2009,17(4):532-536.
- [15] 刘文婷.不同种源希蒙得木幼苗的抗旱性研究[D].雅安:四川农业大学,2009.
- [16] 王斌瑞.晋西黄土高原主要造林树种凋萎湿度的研究[J].北京林业大学学报,1988,10(4):17-23.
- [17] 张小泉.北京九龙山四种造林苗木凋萎系数的测定[J].林业科学研究,1990,3(6):633-637.
- [18] 胡化广,刘建秀.结缕草属植物抗旱形态机理(简报)[J].草地学报,2008,16(1):94-96.
- [19] 胡化广,刘建秀,宣继萍,等.结缕草属植物的抗旱性初步评价[J].草业学报,2007,16(1):47-51.
- [20] 樊卫国,刘国琴,何嵩涛,等.刺梨对土壤干旱胁迫的生理响应[J].中国农业科学,2002,35(10):1243-1248.
- [21] 冉 飞,包苏科,石丽娜,等.干旱胁迫和复水对锡金微孔草抗氧化酶系统的影响(简报)[J].草业学报,2008,17(5):156-160.
- [22] 邹丽伟,王瑞辉,童方平,等.翅荚木苗期蒸腾耗水特性研究[J].中国农学通报,2009,25(5):116-120.
- [23] 齐曼·尤努斯,木合塔尔·扎热摇,塔衣尔·艾合买提摇.干旱胁迫下尖果沙枣幼苗的根系活力和光合特性[J].应用生态学报,2011,22(7):1789-1795.
- [24] 周鸿凯,何觉民,黄顺虹,等.高效能源作物绿玉树的抗旱性及其无性系、个体间差异研究[J].华北农学报,2011,26(3):219-223.
- [25] 刘虎俊,王继和,李德禄,等.绵毛优若藜的抗逆性研究初报[J].中国农学通报,2006,22(11):417-419.
- [26] Hendrickson A H, Veihmeyer F J. Permanent wilting percentages of soils obtained from field and laboratory trials[J]. Plant Physiology, 1945,20(4):517-539.
- [27] Slatyer R O. The significance of the permanent wilting percentage in studies of plant and soil water relations[J]. The Botanical Review, 1937,3(1):585-636.