

不同灌水量对三种园林植物生长的影响

张璐¹, 张国盛¹, 王林和^{1,2}, 王波³, 韩若霜¹, 高亮¹

(1. 内蒙古农业大学 生态环境学院, 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古蒙草抗旱股份有限公司, 内蒙古 呼和浩特 010019;

3. 鄂尔多斯市乌审旗乌兰陶勒盖治沙站, 内蒙古 鄂尔多斯 017313)

摘要:以 2 a 生的臭柏、榆叶梅、山桃为试材, 采用盆栽法, 将土壤水分梯度分为 4 个处理等级(即各处理土壤含水量基本保持在田间持水量的 15%~25%(T1)、35%~45%(T2)、55%~65%(T3)和不灌水仅靠天然降雨(CK)), 分析不同灌水条件对 3 种园林植物苗木生长的影响。结果表明: 3 种植物各处理下的生物量均比对照组有所增加, 在 T3 处理时生物量达到最大值, 即臭柏为 895.28 g、山桃为 492.01 g、榆叶梅为 421.86 g。各处理条件下臭柏根冠比均无显著性差异; 山桃根冠比大小为: CK>T1>T2>T3; 榆叶梅根冠比除对照外, 随着灌水量的增加而显著减小。3 种植物的株高和地径增量随灌水量的增加而增大; 并且都在 T3 处理下增大最为显著。经综合评价, 3 种园林植物的抗旱能力大小为: 臭柏>山桃>榆叶梅。土壤水分控制在田间最大持水量的 55%~65%有利于 3 种植物的生长, 其生物量、地径和株高增加普遍显著好于其它处理, 有利于在干旱环境下保持正常生长, 为 3 种园林植物的节水和栽培提供了参考。

关键词:臭柏; 榆叶梅; 山桃; 灌水量; 生长; 生物量

中图分类号:S 688 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)09-0071-04

水分条件是影响植物生长的诸多环境因子中尤为重要的因素之一, 水资源短缺已成为世界性的难题, 而水分胁迫也严重制约着植物的生长和发育。在水分供应减少的情况下, 植物通过调整生物量分配将逆境伤害降低到最小来适应环境胁迫^[1]。

灌木在城市绿化中占有相当大的比例, 灌木绿地往往栽植密度大, 而其根系较浅, 对土壤水分较为敏感, 也是绿地水分管理的重点。然而从城市绿地的可持续性考虑, 如何用尽可能少的水资源来获得城市绿地景观效果的持续和稳定是主要关注的问题^[2]。该研究所选择的臭柏(*Sobina vulgaris*)、榆叶梅(*Amygdalus triloba*)、山桃(*Prunus davidiana*)为呼和浩特市 3 种常见的绿化灌木树种, 都具有较耐旱和易修剪整形等特点, 具有很高的节水效果和观赏价值, 我国北方城市园林绿化中已大面积应用。

不少学者着眼于水分胁迫对植物生长及蒸腾耗水的影响, 对其耗水规律及能力进行比较和评价, 为耐旱植物的筛选提供参考^[3-4], 针对植物本身水分生理需求的节水灌溉研究较少。该试验通过以天然降雨为对照,

设计了不同程度灌溉量处理的盆栽试验, 测定不同灌水量条件下的 3 种植物株高和地径的生长情况以及生物量, 掌握其不同灌水量下的外貌特征, 最终阐明不同灌水量对 3 种植物生长的影响, 为揭示不同植物的适宜灌水量和 3 种植物在城市绿地节水灌溉方面的推广利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选择臭柏(*Sobina vulgaris*)、榆叶梅(*Amygdalus triloba*)、山桃(*Prunus davidiana*)为试验材料, 均来源于蒙草抗旱植物研发中心。2011 年 4 月 15 日在苗圃中选择苗龄均为 2 a 生的苗木, 要求选取大小和株形基本相同的同一树种的苗木 200 株。对其中 20 株进行随机抽样, 进行植株生物量等各指标的测量。再随机抽取 20 株作为试验所用样本。将苗木移栽到口径 31.5 cm、高 30 cm 的塑料盆(盆底用塑料布密封)中, 进行苗木适应性培育。取苗圃耕作层以下的土壤, 过筛后与羊粪按 1:9 混合装入花盆, 每盆装土 14.3 kg。花盆土的田间持水量为 34.7%, 容重为 1.09 g/cm³。

1.2 试验区概况

试验区位于和林格尔县盛乐园区(内蒙古和信园蒙草抗旱绿化股份有限公司抗旱植物研发中心), 该研究区属西北高原大陆性气候, 其主要特征是寒冷、干旱、日照足、温差大。年平均气温 6.2℃, 年平均降水量 404.9 mm, 降水多集中在 7~9 月, 占全年降水量的

第一作者简介:张璐(1986-), 女, 硕士, 现主要从事水土保持与荒漠化防治研究工作。E-mail:47922243@qq.com。

责任作者:张国盛(1960-), 男, 博士, 教授, 现主要从事水土保持与荒漠化防治的研究工作。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30972417)。

收稿日期:2012-02-16

66%左右;年日照时数在 2 800~3 000 h。

1.3 试验方法

试验从 6 月 15 日至 9 月 25 日进行,期间降雨量仅为 68 mm。采用盆栽控制灌溉水分的处理方式室外自然状态下进行。将土壤水分梯度分为 4 个处理等级,即各处理土壤含水量基本保持在田间持水量的 15%~25% (T1)、35%~45% (T2)、55%~65% (T3) 和不灌水仅靠天然降雨(CK)。5 次重复。待苗木成活后开始进行土壤水分处理,当各处理土壤含水量降至其控制下限时,以称重法进行灌水处理,使土壤含水量达到设计土壤含水量。并定期用土壤含水量测定仪(TDR100)结合称量法测量各处理土壤含水量,适时补水,使各处理土壤含水量基本保持恒定,并记录每次的灌水量。

1.4 项目测定

1.4.1 降水量测定 根据试验区内气象站自动系统求得逐日降水和总降水量。

1.4.2 生长量测定 用卷尺测量植株高度和电子游标卡尺分别于 6、9 月下旬测定苗高和地径。地径测定方法是使用游标卡尺分别测定南北、东西 2 个方向的地径。

1.4.3 生物量的测量 在 9 月末各植株落叶之前,直接将植株从盆中取出进行植株鲜重的测量,然后,将植株地下部分和地上部分分别放入烘箱,105℃下杀青 30 min 后,80℃下烘干至恒重,称其干物质量,并计算根冠比。每处理选择 3 株重复。

1.5 数据分析

试验数据的图、表采用 Microsoft Excel 处理;采用 DPS 软件进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同灌水量对 3 种园林植物生物量的影响

由表 1 可知,在土壤含水量分别控制在 T1、T2、T3 水平时,3 种植物供水量都随设计灌水量的增加而增加。但同一个梯度下的 3 种植物的灌溉量有所不同,使土壤水分维持在同一处理水平下,臭柏所需的灌水量 3 种处理都明显低于其它 2 种植物,山桃次之,榆叶梅所需灌水量最多,可能与它们的蒸腾耗水特性有关。

表 1 不同处理下的灌水量

| Table 1 The irrigation amount of different treatment mm | | | |
|---|------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 处理 | 臭柏 | 山桃 | 榆叶梅 |
| Treatments | <i>Sobina vulgaris</i> | <i>Amygdalus triloba</i> | <i>Prunus davidiana</i> |
| T1 | 8.83 | 32.39 | 28.19 |
| T2 | 46.71 | 99.41 | 75.30 |
| T3 | 123.99 | 178.95 | 184.68 |
| CK | 0 | 0 | 0 |

由表 2 可知,3 种灌木在不同灌水处理下的生物量都有明显的差异。随着灌水量的增加,3 种植物的地上、地下及全株的生物量均表现出上升的趋势,但不同的植物增长程度不同。与对照相比,臭柏干物质总量和地上

生物量在 T1 和 T2 处理下差异不显著,但灌水量达到 T3 处理时,生物量显著提高,说明灌水量较低时对臭柏生长影响较小,只有达到一定灌水水平才会显著增加其生物量。不同处理下臭柏地下部分的生物量与对照相比没有明显的差异。山桃干物质总量和地上生物量都随着灌水量的增加而显著增大,但地下生物量在各处理时并没有显著差异,可能因其地下根系获得的水分和营养物质多而促进了地上同化枝的生长。榆叶梅生物量总量随着灌水量的增加而显著增加,其地上生物量和地下生物量的趋势一致,在对照处理下都明显受到抑制,T1 和 T2 处理下无显著差异,T3 处理下显著高于其它处理。

表 2 不同灌水量对 3 种园林植物生物量的影响

Table 2 The effects of different irrigation amount on biomass of three kinds of garden plants g

| 植物种类 | 处理 | 干物质总量 | 地上干重 | 地下干重 |
|--------------------------------|------------|------------------|------------------|-----------------|
| Plant species | Treatments | Total dry matter | Shoot dry weight | Root dry weight |
| 臭柏 <i>Sobina vulgaris</i> | CK | 789.14±38.35b | 644.30±35.92b | 178.58±18.68a |
| | T1 | 836.42±11.45b | 664.10±11.28ab | 161.03±10.0671a |
| | T2 | 791.39±21.01b | 692.08±46.22ab | 157.55±15.04a |
| | T3 | 895.28±9.61a | 718.30±16.01a | 188.25±7.98a |
| 山桃 <i>Amygdalus triloba</i> | CK | 301.98±17.66d | 140.84±16.25d | 158.81±15.21a |
| | T1 | 331.97±9.19c | 151.52±10.16c | 175.92±10.60a |
| | T2 | 349.09±10.37b | 200.07±16.49b | 166.83±13.51a |
| | T3 | 492.01±4.82a | 299.76±21.30a | 186.91±4.32a |
| 榆叶梅 <i>Prunus davidiana</i> | CK | 61.28±2.11d | 34.84±2.23c | 28.08±2.12c |
| | T1 | 162.89±4.47c | 87.00±4.90b | 78.94±3.55b |
| | T2 | 179.60±5.58b | 92.79±6.10b | 76.01±6.40b |
| | T3 | 421.86±3.52a | 235.28±2.00a | 196.39±2.45a |

注:数据为平均值±标准差,小写字母表示各处理间有无($P<0.05$)显著差异,同一列中不同字母表示差异不显著。下同。

Note: The data is average±standard error, small letter in dicates $P<0.05$ level, significant differences treatments in the same column are indicated by different letters, the same below.

2.2 不同灌水量对 3 种园林植物根冠比(R/S)的影响

由图 1 可知,臭柏各处理间的根冠比没有显著变化,且 CK 与 T3 灌水条件下根冠比的值相近,略大于其它灌水处理。山桃根冠比显示出随着水量增加而下降的趋势,与 CK 相比,T1 无显著差异,T2 与 T3 处理下根冠比均显著大于小于 CK。随着灌水量的增加受旱程度减轻,榆叶梅的根冠比有所下降。在仅靠天然降水时即处理 CK,其根冠比最小,其次为 T3 和 T2,T1 处理下根

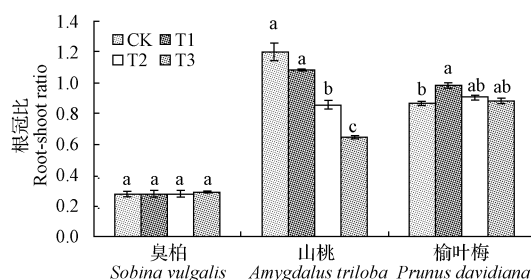


图 1 不同灌水量对 3 种园林植物根冠比的影响

Fig. 1 The effects of different irrigation amount on Root-shoot ratio of three kinds of garden plants

冠比最大。T1 与 T2 处理下根冠比显著高于 CK, T3 与 CK 无显著差异。

由此可见,不同的植物其根冠比是不同的,同一植物由于所处微环境的变化其根冠比也随之变化。这 3 种园林灌木具有一定的自我保护调节能力,随供水的减少,其光合产物倾向于向地下部分转移,增强自身竞争能力,最大可能的保持自身物质和水分平衡^[5]。

2.3 不同灌水量对 3 种园林植物生长的影响

2.3.1 不同灌水量对植物株高生长的影响 增加灌水量促进了 3 种植物的株高生长,但不同植物间对水分处理的反应各有差异(表 3)。臭柏在 CK、T1 和 T2 处理下株高无显著差异, T3 处理下的株高增量显著大于其它灌水处理。山桃和榆叶梅在仅靠天然降雨(CK)时,株高受到显著抑制,与 CK 相比, T1 和 T2 处理下山桃的株高有显著差异, T1 与 T2 之间差异不显著, 2 种植物在 T3 处理下的株高增量均与其它处理差异显著。可见,当灌水量达到 T3 处理时, 3 种灌木的高生长均表现出最佳值,表明此灌水量下有助于 3 种灌木株高生长。

表 3 不同灌水量对 3 种园林植物生长的影响

Table 3 Effect of different irrigation amount on the growth of three kinds of garden plants

| 生长指标 Growth index | 处理 Treatments | 臭柏 <i>Sobina vulgaris</i> | 山桃 <i>Amygdalus triloba</i> | 榆叶梅 <i>Prunus davidiana</i> |
|----------------------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 株高增量 Height increase/cm | CK | 2.48±0.08b | 3.20±0.06 c | 0.93±0.07c |
| | T1 | 2.44±0.13b | 8.09±0.22b | 1.72±0.10b |
| | T2 | 2.57±0.12b | 8.87±0.48b | 1.66±0.19b |
| | T3 | 3.12±0.16a | 14.27±0.21a | 2.53±0.07a |
| 地径增量 Ground diameter increase | CK | 0.98±0.04b | 1.43±0.2b | 0.79±0.15c |
| | T1 | 1.01±0.10b | 1.6±0.35b | 1.39±0.06b |
| | T2 | 1.18±0.16ab | 1.72±0.06b | 1.60±0.01b |
| | T3 | 1.24±0.19a | 3.57±0.61a | 2.64±0.18a |

2.3.2 不同灌水量对植物地径生长的影响 由表 3 可知,不同处理下 3 种植株的地径呈增长趋势。3 种植物地径增量都是 CK<T1<T2<T3。方差分析表明,臭柏和山桃在 CK、T1 和 T2 处理下的植株地径变化无显著差异,臭柏 T3 与 CK 和 T1 处理下的植株地径变化差异显著,山桃 T3 与其它处理存在显著性差异。由此可见,少量灌水对于臭柏和山桃的地径增长作用不显著。榆叶梅在 T1 和 T2 处理下的植株地径变化无显著差异, T1、T2 和 T3 的植株地径变化均显著大于 CK。T3 处理下的地径增量显著大于其它处理。CK 条件下榆叶梅的地径受到了明显的抑制。

3 讨论与结论

植物因受干旱胁迫,根吸收不到足够的水分和养分,各器官的生长发育都受到限制,从而影响到植物的生物量累积^[6]。在该试验中, 3 种灌木总生物量随着灌水量的增加而增加,表明水分因子改变了植物对资源的捕获能力。3 种植物在 T3 处理下的总生物量显著大于其它处理,臭柏其它处理间差异不显著;榆叶梅 T1 和

T2 无显著差异,与 CK 呈显著差异;山桃在各灌水处理下的生物量积累存在明显的梯级差异;表明臭柏在保持资源捕获方面能力强于其它 2 种植物。在试验的实际观察中,臭柏各灌水处理下生长状况差异较小,在该试验设计的灌水条件下没有表现出明显的干旱胁迫;在 T3 和 T2 条件下,山桃和榆叶梅生长状况和观赏效果良好,但在 T1 和 CK 条件下,二者的生长受到了明显的抑制,出现了生长缓慢,叶片枯黄、脱落等现象。城市绿化常将灌木用于大面积种植做图案或地被植物,通过修剪来保持图案的稳定性以达到观赏特征和绿化管理的要求^[7]。该试验结果表明,可以通过科学的灌水使 3 种园林常用灌木既达到控制生长量的要求,又可节约水资源和人力资源。

该试验中的 3 种园林灌木根冠比表现出了异质性,灌水量的增加使灌木根冠比呈现了 3 种完全不同的变化规律。臭柏根冠比在各灌水处理下均无显著性差异,与王林和等^[8]在盆栽试验条件下对臭柏生长规律的研究所得结果相似,说明随着灌水的增加,尽管根量也在增加,但是地上生物量比根系增加得更多,因而造成根冠比的减少或不变。与此同时,研究结果表明土壤条件对根系的影响较大,水分条件变化也常常是导致根系生长差异的主要原因,但根冠关系对环境条件的响应是以遗传特性为基础的,不同类型植物由于遗传特性不同,其对环境条件变化的响应也不同^[9]。所以导致臭柏根冠比这一结果的原因可能也与其本身的遗传特性有关。山桃根冠比随灌水量的增加而显著下降;这与甘草^[3](*Glycyrrhiza uralensis* Fisch)和沙漠蕨^[10](*Chilopsis lin-earis*)随干旱胁迫程度的降低,其根冠比减小的结果相似。土壤水分增加,山桃根系不用为了追逐水源到处延伸,而水分胁迫相应减小,同化物向地上部分分配较多,促进地上生长,使得根冠比减小。榆叶梅根冠比在有灌水的处理中,随着灌水量的增加而显著降低,而不灌溉(CK)时,其根冠比反而较小,这可能是由于植株生长受到严重影响,分配到植物根系的生物量也随之减少所造成的,与黄花蒿^[11]和霸王^[12]在水分胁迫下生长规律的研究结果相似。景茂等^[13]研究认为,当土壤含水量低于某一个阈值时,植物的根系生长受到更严重的抑制。这也与榆叶梅根冠比的研究结果相似。

干旱胁迫下,植物体内代谢发生紊乱,其形态特征和生长状况上将随之变化,最终有所表现^[14]。植株高度和地径的生长状况是衡量其抗旱能力的重要生长指标。臭柏在灌水量小幅增加时,苗高和地径的增量与 CK 无明显差异,说明在少量增加灌水条件下,臭柏株高和地径的生长对水分的敏感性较低。与单立山等^[15]对梭梭(*Haloxylon ammodendron*)和多枝怪柳(*Tamarix ramosissima*)幼苗生长的研究结果相似。山桃和榆叶梅在 CK 处理下,二者株高生长均受到显著抑制,并且榆叶

梅的地径生长也受到明显抑制。当增加灌水后,2种植物株高和地径增量显著增加,表明水分条件的减少抑制了山桃和榆叶梅的生长,与肖冬梅等^[16]对红松(*Pinus koraiensis*)、水曲柳(*Fraxinus mandshurica*)、胡桃楸(*Juglans mandshurica*)和椴树(*Tilia amurensis*)的研究结果相似。由此看出,该试验所涉及的3种园林植物抗旱能力以臭柏最强,山桃次之,榆叶梅最弱。水分处理后苗木株高和地径增值明显高于对照,3种植物在T3处理下的株高和地径增值均最大。可见,灌水对苗木本身增长有一定促进作用,特别是控制土壤含水量基本保持在田间持水量的55%~65%即处理T3下苗木生长旺盛。在试验设计范围内综合株高和地径增量与灌水量的关系可认为T3处理是3种灌木比较适合的灌水梯度。

王志泰等^[7]的研究发现,想要达到控制生长量、节约灌溉水资源的绿化管理目标,大多数园林绿化灌木,可以通过适度的水分胁迫,该试验与此结果一致。因此,可以初步得出,臭柏、山桃和榆叶梅用于城市绿化中时,在不影响其观赏效果的前提下,可以根据植物对水分的敏感程度进行园林苗木的选取,即土壤水分状况一定条件下,选择在该水分条件下适应能力较强的苗木品种;亦可通过减少灌水量来控制植物的生长,即所种植的苗木品种一定条件下,对其进行灌溉时可选择最合适的灌水量,最终达到减少水资源和人力资源的投入的目的。该文只是对3种园林常见灌木进行1a试验的初报,因此今后尚需继续深入地研究来充实其理论依据,最终科学合理地确定城市绿化灌木的节水灌溉策略。

参考文献

[1] 姚华,赵晓英,李晓梅,等.3种锦鸡儿属植物幼苗对持续干旱的生理

响应[J].安徽农业科学,2009,37(9):3915-3917.

[2] 王瑞辉,马履一,奚如春.论城市森林建设树种选择的原则[J].中南林业学院学报,2005,25(3):58-62.

[3] 刘长利,王文全,崔俊茹,等.干旱胁迫对甘草光合特性与生物量分配的影响[J].中国沙漠,2006,26(1):142-145.

[4] 石游,李建贵,庄红梅.榆叶梅等3种园林灌木的蒸腾特性[J].林业科技开发,2011,25(4):36-41.

[5] Ranney T G, Whitlow T H, Bassuk N L. Response of five temperate deciduous tree species to water stress [J]. Tree Physiol, 1990, 6(4): 439-448.

[6] Osrio J, Osrio M L, Chaves M M, et al. Water deficits are more important in delaying growth than in changing patterns of carbon allocation in *Eucalyptus globules* [J]. Tree Physiol, 1998, 18(6): 363-373.

[7] 王志泰,包玉.土壤水分对大叶黄杨生长量与光合作用的影响[J].草业科学,2010,27(11):95-100.

[8] 王林和.臭柏生理生态学特性及种群恢复与重建[M].北京:科学出版社,2011:131-166.

[9] 肖冬梅,王森,姬兰柱.水分胁迫对长白山阔叶红松林主要树种生长及生物量分配的影响[J].生态学杂志,2004,23(5):93-97.

[10] 尉秋实,赵明,李昌龙,等.不同土壤水分胁迫下沙漠蒿的生长及生物量的分配特征[J].生态学杂志,2006,25(1):7-12.

[11] 杨海梅.水分胁迫下荒漠植被的耗水规律与生长过程的研究[D].石河子:石河子大学,2005.

[12] 冯燕,王彦荣,胡小文.水分胁迫对两种荒漠灌木幼苗生长与水分利用效率的影响[J].草业科学,2011,20(4):293-298.

[13] 景茂,曹福亮,汪贵斌,等.土壤水分含量对银杏生长及生物量分配的影响[J].南京林业大学学报(自然科学版),2005,29(3):5-8.

[14] 季孔庶,孙志勇,方彦.林木抗旱性研究进展[J].南京林业大学学报(自然科学版),2006,30(6):123-128.

[15] 单立山,张希明,王有科,等.水分条件对塔里木沙漠公路防护林植物幼苗生长及生物量分配的影响[J].科学通报,2008,53:82-88.

[16] 陈玉玲,曹敏.干旱条件下ABA与气孔导度和叶片生长的关系[J].植物生理学通讯,1999,35(5):398-403.

Effect of Different Irrigation Amount on the Growth of Three Kinds of Garden Plants

ZHANG Lu¹, ZHANG Guo-sheng¹, WANG Lin-he^{1,2}, WANG Bo³, HAN Ruo-shuang¹, GAO Liang¹

(1. College of Ecology and Environment, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot, Inner Mongolia 010019; 2. Inner Mongolia Grass Drought Limited Company, Hohhot, Inner Mongolia 010019; 3. Ulaan Tolgoi Sand Control Experimental Station of Uxin Banner of Erdos, Erdos, Inner Mongolia 017313)

Abstract: Taking two-year-old plants of *Sobina vulgaris*, *Amygdalus triloba* and *Prunus davidiana* as test materials, a pot experiment was conducted to investigate the effect of different irrigation on three ornamental plants, it including four irrigation treatments: soil water content at field capacity's 15%~25% (T1), 35%~45% (T2), 55%~65% (T3) and CK. The results showed that compared to CK, all the plants' biomass increased and biggest under T3, *Sobina vulgaris* was 895.28 g, *Amygdalus triloba* was 492.01 g and *Prunus davidiana* was 421.86 g. In each treatment, *Sobina vulgaris*' root-shoot ratio almost were the same. For *Amygdalus triloba* the trend was CK>T1>T2>T3. *Prunus davidiana*'s decreased as increasing irrigation. All plants' plant height and ground diameter increased as increase irrigation and significant at T3. In conclusion, The drought-resistant ability of three garden plants was as follows: *Sobina vulgaris*>*Amygdalus triloba*>*Prunus davidiana*, Controlling the soil water content at 55%~65% of the maximum field capacity was benefit for the three plants' growth. The good reference for these three ornamental plants' water saving cultivation were provided.

Key words: *Sobina vulgaris*; *Amygdalus triloba*; *Prunus davidiana*; irrigation amount; growth; biomass