

五种草坪草蒸散特性研究

李晓文, 李海梅, 董琳, 刘志科

(青岛农业大学 园林与林学院, 山东 青岛 266109)

摘要:以5种草坪草为试材,通过盆栽模拟大田试验,研究了充足灌水和限制灌水条件下草坪草的蒸发规律;测定了干旱胁迫下草坪草的叶片相对含水量、叶绿素含量、外观质量等指标,结果表明:草坪草蒸散量日变化与温度变化规律相一致,在午后12:00~14:00时达到最高值,65%~70%的蒸散量集中在10:00~16:00;充分灌水和限制灌水2种条件下,草坪草的月平均蒸散量均表现为:高羊茅>多年生黑麦草>草地早熟禾>狗牙根>日本结缕草,冷季型草坪草大于暖季型草坪草;干旱胁迫下,草坪草的叶片含水量和外观质量均呈下降趋势,而叶绿素含量先增后减,在第3天达到最大值,此时的土壤含水量为最适含水量,体积百分比约为25%~28%。

关键词:草坪草;蒸散量;限制灌水;生理指标;外观质量

中图分类号:S 688.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)02-0071-05

城市绿化是城市良好生态环境的重要保证,草坪作为绿化的基础材料之一也越来越受到人们的关注与重视^[1]。目前,是否拥有优质的草坪绿地,已成为衡量城市精神文明建设和现代化的重要标志之一,然而草坪的建植与养护需要大量的水资源作为支撑,尤其在北方干旱地区,草坪在城市绿化中的地位备受争议。因此,如何发展低耗型高质量的草坪已成为草坪业亟待解决的重要问题。国内外不少学者对草坪草的蒸散特性做了大量的研究,一方面是草坪自身对蒸散量的影响,如Carrow^[2]、Bowman等^[3]、韩建国等^[4]对草坪草的蒸散特性进行了研究,发现草种间和品种内的耗水量存在不同程度的差异,冷季型草坪草的蒸散量大于暖季型草坪;另一方面是外界条件对草坪蒸散量的影响,如Biran等^[5]、Burns^[6]、William^[7]、Feldhake等^[8]、刘玉杰等^[9]对修剪高度、土壤含水量、养护管理水平、土壤温度、土壤肥料等因子对草坪蒸散量的影响进行了研究,表明修剪留茬较高、灌溉量增加、土温上升、施用氮肥等都会使草坪的蒸散量明显增加。目前,通过研究蒸散量来探讨草坪节水仍然是一个热点问题,但是对于结合草坪的外观质量以及生理指标来研究草坪蒸散特性的报道尚不多

见。鉴于此,该文以我国广泛栽培的5种草坪草为试材,采用盆栽模拟大田的方法,研究充足灌水和限制灌水条件下草坪草的蒸散耗水规律,探讨其对土壤干旱胁迫下的生理响应机制,旨在为草坪的节水灌溉及科学的养护管理提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于青岛市城阳区青岛农业大学实验基地。城阳区属北温带季风大陆性气候区,因受海洋的影响,又具有显著的海洋性气候特点。年平均气温11~12℃,极端最高气温出现在7月中旬至8月中旬,为38.2℃,极端最低气温出现在1月下旬至2月初,为-21.2℃。年平均降水量700 mm左右,无霜期平均为179 d。

1.2 试验材料

试验材料选用北方常用草坪草:高羊茅(*Festuca arundinacea*)、多年生黑麦草(*Lolium perenne*)、草地早熟禾(*Poa pratensis*)、日本结缕草(*Zoysia japonica*)和狗牙根(*Cynodon dactylon*),采用单播形式,盆栽土为农田土与腐殖土以2:1的比例混合均匀后装盆,花盆口径19.0 cm,深25.0 cm,底部有圆透水孔,表土距盆口1.5 cm。装盆时用电子秤准确称量每盆重4.5 kg^[10]。对供试草坪定期修剪,留茬高度在5 cm左右。

1.3 试验方法

采用盆栽模拟大田试验,大田共设30个小区,每小区1.5 m×1.5 m,各小区之间做好防水和遮雨措施。5种草坪各设2个处理即充足灌水(A)和限制灌水(B),3次重复。充足灌水组始终保持土壤水分充足,用来比较不同种草坪的蒸散量差异。限制灌水组主要用来测定

第一作者简介:李晓文(1989-),女,山东日照人,硕士,现主要从事城市生态等研究工作。E-mail:lixiaowen809545423@126.com

责任作者:李海梅(1975-),女,博士,副教授,研究方向为城市生态学。E-mail:lihaimei75@163.com

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31100512);山东省青年基金资助项目(BS2012NY005);山东省高等学校青年骨干教师国内访问学者资助项目。

收稿日期:2013-09-06

干旱胁迫下草坪草的蒸散指标及其生理反映。先在每个小区中埋入花盆,花盆口略低于地表,然后将盆栽的草坪草移到相应花盆中,使花盆口与地面等高,这样既模拟大田环境又便于称重^[11]。试验于2012年进行,首先将5种已成坪草坪草于6月1日移入花盆,保证草坪草生长良好,8月1日至10月30日进行观测。

1.4 项目测定

1.4.1 蒸散量的测定 第1次称重之前对所有的花盆和试验小区充分灌水,让水自然下渗6 h后称重作为初始数据,试验期间每天下午18:00用电子秤(30 kg,1 g)称重,当日与前日的花盆重量差即为当日蒸散量。充足灌水组在每次称重后立即补充失去的水分以保持水分充足。限制灌水组进行水分胁迫,直至草坪草出现轻度萎蔫时再浇水^[12]。其中,每月中每天蒸散量累计之和即为月蒸散量;试验期间在各个月份选取晴朗天气3 d,对限制灌水条件下的5种草坪草的蒸散量日变化进行测定。每天8:00~18:00每隔2 h测定1次。

1.4.2 生理指标的测定 分别取每种植株相同部位的叶片,用保鲜膜封好带回实验室进行测定。叶片含水量用烘干称重法测定;叶绿素含量用分光光度法测定。在水分胁迫期间每隔2 d测定1次,并用ML2X高精度土壤水分测量仪测定土壤含水量。

1.4.3 外观质量的测定 依据美国农业部贝尔斯威尔农业研究所和美国草坪联合公司提出的“NTEP 九分制”评分标准,在水分胁迫期间分别对草坪颜色、盖度、质地、均一性进行评分,3次重复,取各指标平均值作为最后得分。各项指标的权重分别设为颜色0.2、盖度0.3、质地0.2、均一性0.2^[13],综合各项得分高者为优。

2 结果与分析

2.1 5种草坪草蒸散量日变化

从图1可以看出,1 d内草坪草蒸散量呈单峰变化趋势。即蒸散量在8:00~12:00之间随着温度的升高而增加,并在12:00~14:00之间达到峰值,此时的温度和太阳辐射达到了一天中的最高值,之后随着温度的降低呈下降趋势。草坪耗水的高峰期仍然是全天温度比较

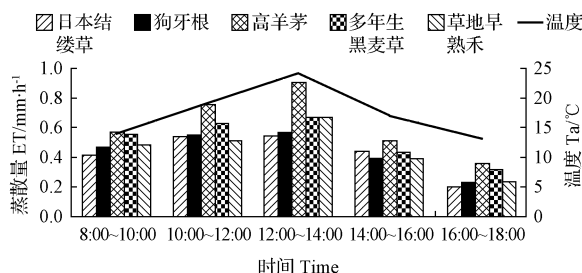


图1 5种草坪草蒸散量日变化

Fig. 1 Daily variation of the evapotranspiration of the five turfgrass

高的阶段,65%~70%的蒸散量集中在10:00~16:00,在此期间应特别注意水分管理,保证草坪草正常的水分需求,故清晨浇水效果较好。不同草种间日蒸散量存在差异,其结果表现为高羊茅(3.09 mm) > 多年生黑麦草(2.59 mm) > 草地早熟禾(2.29 mm) > 狗牙根(2.22 mm) > 日本结缕草(2.15 mm)。

2.2 5种草坪草月蒸散量变化

2.2.1 充足灌水条件下5种草坪草的月蒸散量 已有研究表明在充足灌水条件下草坪草的蒸散量不受土壤水分的限制,测得的蒸散量近似等于草坪的最大蒸散量^[14]。由表1可知,5种草坪草月蒸散量的平均值表现为:高羊茅(119.0 mm) > 多年生黑麦草(100.7 mm) > 草地早熟禾(97.7 mm) > 狗牙根(96.1 mm) > 日本结缕草(84.3 mm),冷季型草坪草的蒸散量大于暖季型草坪草,其中高羊茅的平均月蒸散量与日本结缕草差异极显著,而狗牙根、多年生黑麦草、草地早熟禾之间的差异不显著;高羊茅耗水最多,日本结缕草最节水;5种草坪草在8、9、10月份的蒸散量差异均极显著;另外,8月份的蒸散量较大,9、10月份的蒸散量相对较小,这可能是由于8月份气温较高,太阳辐射较强,草坪草需要消耗更多的水分来维持自身正常的生理过程和生长发育。因此,在8月份应该确保草坪草水分需求。

表1 充足灌水条件下5种草坪草的月蒸散量

草坪种类	ET per month of five varieties of turfgrass under full irrigation treatment				mm
	8月	9月	10月	均值	
日本结缕草	102.8 ^{aA}	81.0 ^{bB}	69.2 ^{cC}	84.3 ^{bB}	
狗牙根	128.6 ^{aA}	85.9 ^{bB}	73.8 ^{cC}	96.1 ^{bAB}	
高羊茅	158.2 ^{aA}	114.1 ^{bB}	84.7 ^{cC}	119.0 ^{aA}	
多年生黑麦草	140.3 ^{aA}	87.2 ^{bB}	74.6 ^{cC}	100.7 ^{bAB}	
草地早熟禾	132.9 ^{aA}	93.9 ^{bB}	66.4 ^{cC}	97.7 ^{bAB}	

注:小写字母表示0.05显著水平,大写字母表示0.01显著水平。下同。

Note: Lowercase letters express significant at 0.05 level and capital letters express significant at 0.01 level. The same below.

2.2.2 限制灌水条件下5种草坪草的月蒸散量 限制灌水条件下草坪草的蒸散量受到土壤水分的限制,从表2可以看出,限制灌水条件下平均月蒸散量从高到低依次为:高羊茅(90.9 mm) > 多年生黑麦草(77.9 mm) > 草地早熟禾(74.5 mm) > 狗牙根(70.9 mm) > 日本结缕草(61.4 mm),冷季型草坪草的蒸散量大于暖季型草坪草,高羊茅耗水量最多,日本结缕草抗旱性最强、最节水,这与充足灌水条件下的结果基本一致。横向来看,5种草坪草在8、9、10月份的蒸散量差异均极显著;纵向来看,高羊茅的平均月蒸散量与日本结缕草和狗牙根差异极显著,与多年生黑麦草和草地早熟禾差异显著,而日本结缕草与狗牙根差异不显著。说明草坪蒸散量的大小除了受土壤水分条件和外界环境因子(如温度、太阳辐射、降水等)影响外,还与草种本身生物学特性有关。

表2 限制灌水条件下5种草坪草的月蒸散量

Table 2 The monthly variation of ET of five turfgrass under limited irrigation mm

草坪种类	8月	9月	10月	均值
日本结缕草	74.9 ^{aA}	57.4 ^{bB}	51.9 ^{cC}	61.4 ^{cB}
狗牙根	81.5 ^{aA}	72.7 ^{bB}	58.4 ^{cC}	70.9 ^{bCB}
高羊茅	113.8 ^{aA}	88.2 ^{bB}	70.6 ^{cC}	90.9 ^{aA}
多年生黑麦草	98.8 ^{aA}	73.1 ^{bB}	61.8 ^{cC}	77.9 ^{bAB}
草地早熟禾	85.7 ^{aA}	76.4 ^{bB}	61.1 ^{cC}	74.5 ^{bAB}

2.3 5种叶片相对含水量的变化

叶片含水量反应植物在水分亏缺下保水能力的强弱及对水分需求状况。由图2可知,在水分胁迫下,5种草坪草的叶片相对含水量随胁迫时间的延长呈下降趋势。胁迫第0天和第3天时5种草坪草间的叶片相对含水量差异不明显,而到第6天和第9天时差异显著。其中,狗牙根、高羊茅的叶片相对含水量随胁迫时间的延长下降幅度较大,可能是由于这2种草坪的蒸散量较大,土壤含水量下降较快导致的,说明狗牙根和高羊茅的保水能力和耐旱性较差。而日本结缕草、多年生黑麦草、草地早熟禾的叶片相对含水量下降比较平缓,说明这3种草坪草的耐旱性较好。

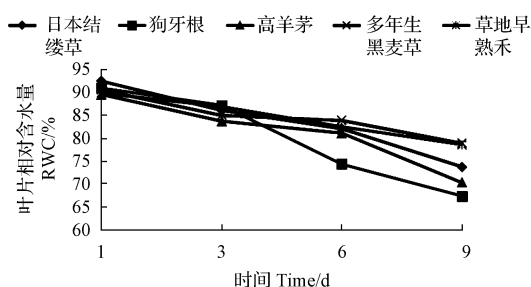


图2 5种草坪草叶片相对含水量的变化

Fig. 2 The variation of leaf water content of five turfgrass

2.4 叶绿素含量的变化

叶绿素含量是衡量植物生长和抗逆性的一个重要生理指标^[15]。由图3可知,5种草坪草的叶绿素含量总体表现为先升高后下降的趋势,最高值出现在水分胁迫的第3天,之后随着土壤含水量的降低呈下降趋势。由于受水分亏缺的影响,在第9天时出现最小值,其中高羊茅的叶绿素含量较高。由此可见,胁迫第3天时的土壤含水量是最适含水量,最适宜草坪草的生长发育。其原因可能由于土壤水分过高,通透性下降,根系活力减弱,植物的生理代谢减缓,抗逆性减弱,生长受到抑制,使得叶绿素合成受阻^[16],同样土壤水分亏缺时也会导致叶绿素含量下降。所以在草坪草的实际灌溉管理中并非灌溉量越大越好,选择适宜的灌溉量才能获得最佳的经济和生态效益。

2.5 干旱胁迫下5种草坪草外观质量的综合评价

草坪的外观质量是人们对草坪的视觉感受,是评价

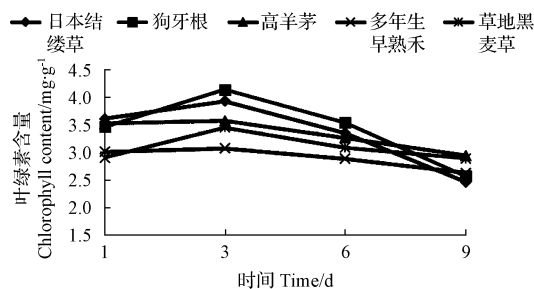


图3 5种草坪草叶片叶绿素含量的变化

Fig. 3 The variation of chlorophyll content of five turfgrass

草坪品质的基础,它既反映了草坪的基本外部特征,又可通过草坪的外在表现反映其对环境的内在适应性。水分条件显著影响草坪的外观质量。由表3可知,纵向来看,胁迫第0天时,5种草坪外观质量综合评分最高,各草坪间外观质量综合评分无显著差异;胁迫第9天时,5种草坪外观质量综合评分最低分别为5.40、4.63、5.47、5.27、5.33分,日本结缕草与草地早熟禾、多年生黑麦草有极显著差异,与狗牙根、高羊茅有显著差异,其中高羊茅的外观质量较好,日本结缕草的较差;横向来看,随着胁迫时间的延长,草坪的外观质量逐渐降低;胁迫第0天与第3天的外观质量综合得分差异不显著,而与第9天差异极显著,可能是由于胁迫第3天时土壤的通透性较好,根系生长代谢旺盛,此时的土壤含水量能较好的满足根系对水分和养分的吸收,能保证草坪草的外观质量,之后随着胁迫程度的加深,草坪外观质量显著下降;从草坪外观形态指标来看,胁迫第3天时的土壤含水量是最适含水量。

表3 干旱胁迫下5种草坪外观质量综合评价

Table 3 The appearance quality comprehensive evaluation of five turfgrass under limit irrigation

草坪种类	草坪外观质量综合评分			
	0 d	3 d	6 d	9 d
狗牙根	6.50 ^{aA}	6.43 ^{aA}	6.00 ^{bB}	5.40 ^{cC}
日本结缕草	5.73 ^{aA}	5.40 ^{aAB}	4.83 ^{bBC}	4.63 ^{bC}
高羊茅	6.33 ^{aA}	6.13 ^{aAB}	5.83 ^{bBC}	5.47 ^{cC}
草地早熟禾	6.07 ^{aA}	6.00 ^{aA}	5.67 ^{bAB}	5.27 ^{cB}
多年生黑麦草	6.43 ^{aA}	6.23 ^{abA}	5.90 ^{bAB}	5.33 ^{cB}

3 结论与讨论

草坪蒸散耗水量与土壤含水量、温度、太阳辐射等外界条件以及草种本身的生物学特性密切相关^[5]。不同草种间日蒸散量存在差异,其结果表现为:高羊茅(3.09 mm)>多年生黑麦草(2.59 mm)>草地早熟禾(2.29 mm)>狗牙根(2.22 mm)>日本结缕草(2.15 mm),其中高羊茅日蒸散的水分较多,而日本结缕草较少。对5种草坪草的蒸散量日变化进行测定,发现蒸散量最大值出现在12:00~14:00之间,且65%~70%的蒸散量集中在10:00~16:00之间,这说明温度是影响草坪草蒸散

量的一个重要环境因子,温度越高,蒸散量越大。该试验的研究结果与高凯^[12]对北京地区草坪蒸散量日变化的研究结果相一致。对5种草坪草月蒸散量变化进行测定,发现充足灌水和限制灌水2种条件下,月平均蒸散量的变化规律相一致,均表现为:高羊茅>多年生黑麦草>草地早熟禾>狗牙根>日本结缕草;充足灌水条件下的蒸散量明显高于限制灌水,主要是由于土壤水分是草坪草蒸散的主要来源,当土壤水分降低到一定程度时,草坪的根系不能吸收到足够的水分维持正常的蒸散,这表明草坪草的蒸散量受土壤水分的影响,灌水多,蒸散量大,反之亦然。冷季型草坪草中高羊茅耗水最多,黑麦草和早熟禾相差不大,暖季型草坪草中狗牙根耗水较多,结缕草较节水。

水分条件影响草坪的生理指标。随着胁迫时间的延长,草坪的叶片相对含水量呈下降趋势,其中狗牙根和高羊茅的叶片相对含水量下降幅度较大,说明这2种草耐旱性较差;叶绿素含量在第3天时达到最大值,之后随之下降,主要是由于土壤含水量的降低以及植物体本身对土壤水分吸收的能力所引起的。5种供试草坪草叶片的叶绿素含量均在胁迫第3天时达到最大值,说明此时的土壤含水量是最适含水量。在实际的草坪灌溉中,了解草坪的最适灌溉量,对降低草坪的蒸腾耗水量,提高草坪对水分的利用效率,实现草坪草的量化管理及节水灌溉制度的制定具有重要意义^[17]。

草坪的外观质量能直接反映草坪的生长及对水分的需求状况,对草坪外观质量进行评价是衡量草坪自身品质及管理水平的重要手段。随着胁迫时间的延长5种草坪的外观质量综合评分下降,其中胁迫第0天与第3天的外观质量综合评分无显著性差异,而与第9天差异极显著,这说明水分不仅能影响草坪草的蒸散量和生理指标,同时直接影响了草坪的外观质量,水分充足时可以保证草坪外观质量良好,但并非越多越好。所以,在如今水资源相对紧张的情况下,确定草坪草的最适含水量,有利于高质量草坪的营建及水资源的合理利用^[18]。

参考文献

- [1] 马娜,王新宇,李声浩,等.浅析城市草坪生态效益[J].吉林农业,2012(1):156.
- [2] Carrow R N. Drought resistance aspects of turfgrass in the southeast: evapotranspiration and crop coefficients [J]. Crop Science, 1995, 35: 1685-1690.
- [3] Bowman D C, Macaulay L. Comparative evapotranspiration rates of tall fescues cultivars [J]. Hort Science, 1991, 26(2): 122-123.
- [4] 韩建国,潘全山,王培.不同草种草坪蒸散量及各草种抗旱性的研究[J].草业学报,2001,10(4):56-63.
- [5] Biran I, Bravdo B, Bushkin-Harav I, et al. Water consumption and growth rate of 11 turfgrasses as affected by mowing height, irrigation frequency and soil moisture[J]. Agronomy Journal, 1981, 73(1): 85-90.
- [6] Burns R E. Tall fescue turf as affected by mowing height[J]. Agron J, 1976, 68: 274-276.
- [7] William R. Consumption water use by subirrigated turfgrass under desert condition[J]. Agron J, 1982, 74: 419-423.
- [8] Feldhake C M, Boyer D G. Effect of soil temperature on evapotranspiration by C₃ and C₄ grasses [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1986, 37: 309-318.
- [9] 刘玉杰,韩建国,杨艳,等.施肥对草地早熟禾草坪质量、剪草量及蒸散量的影响[J].中国草地,2003,25(4):50-55.
- [10] 高凯,朱铁霞,胡自治,等.北京地区三种冷季型草坪草蒸散量的研究[J].中国草地学报,2008,30(1):93-96.
- [11] 朱铁霞,胡自治,刘自学,等.北京地区3种暖季型草坪草蒸散量的研究[J].草原与草坪,2009(1):71-73.
- [12] 高凯.北京地区六种草坪草蒸散量和光合作用的研究[D].兰州:甘肃农业大学,2004.
- [13] 白雪婧,周砚玺,冯涛,等.融雪剂对冷季型草坪草外观质量的影响[J].中国城市林业,2012,10(3):57-58.
- [14] 张新民,胡林,边秀举,等.北方常用草坪草的蒸散量差异及耗水性评价[J].草业学报,2004,13(1):79-83.
- [15] 唐存莲,郭生国,李桂伶,等.几种草坪草的抗性生理指标及园林应用价值评价[J].北京园林,2008,24(83):34-37.
- [16] 李楠.不同草坪蒸腾耗水特性及其灌溉制度的研究[D].青岛:青岛农业大学,2012.
- [17] 王跃栋.不同灌水量对三种冷季型草坪草蒸散量和草坪质量的影响研究[D].兰州:甘肃农业大学,2010.
- [18] 汪昊磊,苏德荣,郑芳芳.水分与草坪质量关系研究进展[J].草业科学,2008,25(7):104-108.

Study on Evapotranspiration Characteristics of Five Kinds of Turfgrass

LI Xiao-wen, LI Hai-mei, DONG Lin, LIU Zhi-ke

(College of Landscape Architecture and Forestry, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

Abstract: Taking 5 kinds of turf grass as materials, through simulation field trials by experiment of potted plant, the evapotranspiration characteristics of five kinds of turfgrass under sufficient irrigation and limited irrigation treatments were studied, and ET of five kinds of turfgrass under full irrigation and limited irrigation conditions and the leaf water content, chlorophyll content, the comprehensive evaluation of five turfgrass under limited irrigation were measured. The results showed that the daily ET variations were positively correlated with temperature, the maximum ET appeared on

千层金幼苗部分生理指标对水分胁迫的响应

艾星梅¹, 杨越¹, 徐永艳¹, 张京宏²

(1. 西南林业大学 园林学院, 云南 昆明 650224; 2. 昆明花仙子园林绿化工程有限公司, 云南 昆明 651700)

摘要:以千层金幼苗为试材, 采用盆栽模拟试验, 研究了千层金幼苗对不同梯度水分胁迫15 d和30 d的生理响应。结果表明: 不同处理的植株与供水充足的对照(CK)相比, 水分胁迫15 d内植株在形态上没有太大的差异, 随着胁迫程度的加剧和时间的延长, 即水分胁迫30 d时, 重度胁迫下的植株在长势上表现为矮小特征, 叶片出现萎蔫现象; 叶片含水量和叶绿素含量呈逐渐降低的趋势; 脯氨酸(Pro)含量和丙二醛(MDA)含量逐渐上升, 超氧化物歧化酶(SOD)活性呈先升后降的趋势。表明千层金幼苗对水分胁迫有一定的抗性, 随着胁迫强度的增加抗性降低。

关键词:千层金幼苗; 水分胁迫; 生理指标

中图分类号:S 687.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)02-0075-04

水分胁迫是植物生长过程中多种逆境因子之一^[1]。土壤水分过多过少, 都会影响植株的正常生长和发育, 进而影响作物的产量和植物的观赏价值。目前全球干旱发生频率日益增加, 许多植物的生长发育受到严重的威胁。但是, 如何对植物的抗性进行鉴定, 根据大量的研究, 分为直接指标(形态指标、生长指标、生理生化指标)和间接指标(耐热性、叶绿素稳定指数和温度系数)^[2]。其中, 生理生化指标的测定是研究植物生理生化变化规律的一项重要指标。近年来, 细胞膜透性、过氧化产物、抗氧化酶活性、细胞渗透调节物质含量以及叶绿素含量等既简单又能快速测定的生理生化指标在多种作物^[3-4]、牧草^[5]、果树^[6]以及园林植物^[7-9]抗性的间

接鉴定中得到广泛应用。此外, 水分胁迫导致植株的形态特征发生变化, 表现为株高、叶面积降低^[10], 花朵减小, 花色素含量呈现先升后降的趋势^[11-12]。但是, 适度的干旱有利于延长花期、保持鲜艳的花色, 提高观赏价值。

千层金(*Melaleuca bracteata*)属桃金娘科(Myrtaceae)白千层属(*Melaleuca*)常绿乔木, 树形优美, 且具芳香, 是珍贵的绿化用新树种。目前, 相关研究主要集中在千层金组培快繁、扦插技术、精油的提取及化学成分的分析^[13-16]等方面。但是, 千层金植株在水分胁迫条件下的形态和生理生化变化以及耐受极限研究尚鲜见报道, 而苗期是植物生长过程中对环境胁迫较为敏感的时期, 因此, 现通过盆栽模拟试验, 揭示千层金苗期发生干旱、涝渍胁迫后的生理响应, 旨在为千层金的栽培和抗性研究提供理论和参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试的25~35 cm高千层金幼苗植株均由昆明花仙子园林绿化工程有限公司提供。2013年1月初将腐殖土、珍珠岩、蛭石、泥土用少量复合肥水溶液混合均

第一作者简介:艾星梅(1984-), 女, 云南保山人, 博士, 讲师, 现主要从事植物生理和育种等研究工作。E-mail: aixmei84@163.com.

责任作者:徐永艳(1976-), 女, 山东莱阳人, 硕士, 副教授, 现主要从事园林植物与观赏园艺栽培等研究工作。E-mail: xyy76@163.com.

基金项目:西南林业大学园林植物与观赏园艺云南省重点学科资助项目。

收稿日期:2013-09-09

12:00 to 14:00 in the afternoon and about 65%~70% of ET happened at 10:00~16:00. The order of five kinds of turfgrass on experiment under sufficient irrigation and limited irrigation conditions by average monthly ET were *Festuca arundinacea*>*Lolium perenne*>*Poa pratensis*>*Cynodon dactylon*>*Zoysia japonica*. The ET of cold-season turfgrass was higher than warm-season turfgrass under both water conditions. When soil moisture was in dry condition, the leaf water content and the appearance of quality were decreased. However, the chlorophyll content of five turfgrass species increased and then descended during limited irrigation condition and the maximum appeared on the third day. At this time, the soil moisture was the optimum, about 25%~28% Vol.

Key words: turfgrass; evapotranspiration; limited irrigation; physiological index; appearance quality