

冠层郁闭度对园林复合系统中草坪蒸散的影响

井立军¹, 李子忠², 赵丙祥^{3*}, 赖娜娜⁴, 边秀举⁴, 吕国华¹ (1. 河北农业大学农学院, 河北保定071000; 2. 中国农业大学资源与环境学院, 北京100094; 3. 北京市园林科学研究所, 北京100102; 4. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京100101)

摘要 [目的] 为北方地区园林绿地草坪的节水灌溉提供依据。[方法] 以纯草坪为对照, 设置郁闭度梯度为 $T_1(0.10 \sim 0.29)$ 、 $T_2(0.30 \sim 0.49)$ 、 $T_3(0.50 \sim 0.69)$ 、 $T_4(0.70 \sim 0.89)$, 研究冠层郁闭度对颐和园园林复合系统中草坪蒸散的影响。[结果] 各处理草坪蒸散量的变化规律均呈双峰型曲线。4个郁闭度梯度处理的年蒸散总量与对照均存在显著差异($P < 0.05$), T_3 、 T_4 差异不显著($P > 0.05$), 表明随着郁闭度梯度的增大, 草坪蒸散的差异性逐渐减弱。草坪蒸散总量与郁闭度呈指数关系, 蒸散量随郁闭度的增加而降低。当郁闭度达到0.60以后, 蒸散量的变化趋势相对减弱。[结论] 草坪蒸散量随郁闭度的增加而逐渐减少, 但当郁闭度达到一定值后这种趋势将相对减弱。

关键词 草坪蒸散; 郁闭度; 园林复合系统; 相关关系

中图分类号 S688.4 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)15-06275-02

Effects of Canopy Density on Turf Evapotranspiration in Compound Garden System

JING Li-jun et al (College of Agronomy, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071000)

Abstract [Objective] The research aimed to provide basis for the water-saving irrigation of greenbelt turf in the gardens of northern China. [Method] With pure turf as CK, the gradients of canopy density of $T_1(0.10 \sim 0.29)$, $T_2(0.30 \sim 0.49)$, $T_3(0.50 \sim 0.69)$ and $T_4(0.70 \sim 0.89)$ were set up to study the effects of canopy density on turf evapotranspiration of the compound garden system in the Summer Palace. [Result] The change law of turf evapotranspiration in each treatment all showed the double-peak curve. The annual evapotranspiration in the treatments of 4 gradients of canopy density all had the significant difference with that of CK ($P < 0.05$) and the difference between T_3 and T_4 was not significant ($P > 0.05$), which indicated that the difference of turf evapotranspiration was gradually weakened with the increasing of canopy density gradient. Turf evapotranspiration had an exponential relationship with canopy density and the evapotranspiration was decreased with the increasing of canopy density. After the canopy density reached 0.60, the change trend was relatively weakened. [Conclusion] Turf evapotranspiration was gradually decreased with the increasing of canopy density and this trend would be relatively weakened after the canopy density reached certain value.

Key words Turf evapotranspiration; Canopy density; Compound garden system; Correlation

草坪蒸散是草坪植物蒸腾和草坪土壤蒸发水量的总和^[1]。对于不受树木等遮阴影响下草坪蒸散的研究, 国内外有很多相关报道^[2-3]。但由于园林绿地系统内部复杂的空间异质性, 对于其内部草坪蒸散的相关研究较少^[4-5]。笔者通过对颐和园园林绿地草坪蒸散的研究, 总结出其蒸散规律, 可为北方地区园林绿地草坪的节水灌溉提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况 试验样地位于颐和园玉带桥处, 北纬39°59', 东经116°26', 年均温度11.5℃, 平均年降水量648.77 mm。试验地面积7933.6 m², 10~30 cm土壤pH值为8.41, 呈碱性, 土壤容重1.20 g/cm³。试验地内乔木主要有玉兰、旱柳、柏树等, 灌木主要有丁香、连翘、榆叶梅等, 地被以高羊茅、草地早熟禾混播为主, 兼有其他杂草零星分布。

1.2 试验处理 根据不同的树木群落, 有代表性地选择3个灌木群落和4个乔木群落, 在每个树木群落, 按遮阴程度由大到小分别放置4个小型蒸渗仪, 同时在纯草坪区域放置4个小型蒸渗仪作为对照。郁闭度确定后, 在不考虑乔灌木类型情况下, 将其分为4个梯度范围, 即 $T_1(0.10 \sim 0.29)$ 、 $T_2(0.30 \sim 0.49)$ 、 $T_3(0.50 \sim 0.69)$ 、 $T_4(0.70 \sim 0.89)$, 对照以CK表示。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 郁闭度的测定。 利用冠层分析仪(CI-110)垂直获取各点上部枝叶影像, 将影像灰化处理, 然后利用ArcGIS 9.0中的空间分析工具统计计算出图像中叶缘包含的像素总数, 用图像的分辨率值换算即可计算出植物叶片的精确面积, 从而

获得郁闭度。

1.3.2 草坪蒸散量的测定。 草坪蒸散量的测定时期为2007年4月22日~11月16日。测定过程中, 每天的17:00~18:00(春夏季), 16:30~17:30(秋冬季)称量每个小型蒸渗仪的重量, 称量精度0.5 g, 相当于0.01 mm的蒸散量。小型蒸渗仪内草坪取自试验地, 为草地早熟禾与高羊茅混播品种, 混播比例4:1, 试验过程中对其充分供水, 灌溉和自然降水时及时遮盖, 防止水分进入小型蒸渗仪中。

2 结果与分析

2.1 郁闭度变化情况分析 试验期间分别于树木叶片生长期、相对稳定期及落叶期各测定1次, 测定时间分别为2007年5月16日、7月12日和10月18日。以5月份测定值为1:1线, 得出3次测定值间的关系(图1)。

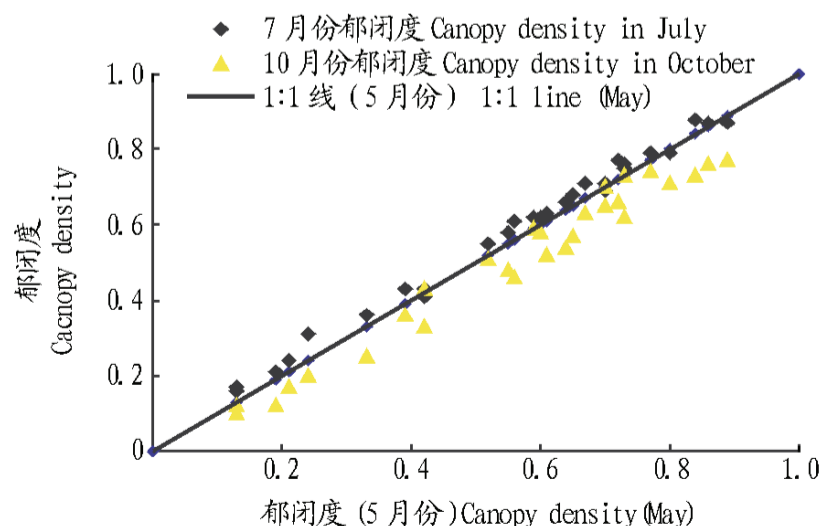


图1 5、7、10月份郁闭度差异性比较

Fig.1 Comparison of canopy densities in May, July and October

由于树木在不同生长时期其枝叶繁茂程度不同, 必然会导致郁闭度发生相应的变化。由图1可见, 3个不同时期测定的郁闭度值大小为7月份>5月份>10月份, 这与树木的生长特性有关。经标准差分析, 各点郁闭度变化范围为

基金项目 北京市科委重大基金项目(D0605001040291)。

作者简介 井立军(1981-), 男, 河北承德人, 硕士研究生, 研究方向: 草坪科学与管理。* 通讯作者, 博士, 副教授。

收稿日期 2008-03-24

0.006~0.076, 郁闭度变化很小, 处理过程中采用3次测量值的平均值作为各点郁闭度值。

2.2 不同梯度处理下草坪整个生长季的日蒸散量动态变化

如图2所示, 不同月份草坪日蒸散量不同, 不同梯度处理下草坪蒸散量差别也较大, 各处理变化规律与对照CK基本一致, 即呈现双峰型变化。第1个耗水高峰期出现在4月下旬至6月上旬, 第2个耗水高峰期出现在8月上旬到9月中旬。但T₃、T₄处理下第2个耗水高峰并不明显, 可能与其内部复杂的空间异质性, 以及内部微环境对草坪草生长的影响有关。

2.3 不同梯度处理下草坪整个生长季的蒸散量

充足供水保证了草坪蒸散不受土壤水分的限制, 测得的蒸散量基本接近草坪的最大蒸散量。由于试验过程中各处理均采用充足供水, 因此, 各月最大蒸散量总和为整个生长季的最大耗水量(表1)。

如表1所示, 不同月份草坪蒸散量不同, 蒸散量最大值

表1 不同梯度处理下草坪整个生长季的月蒸散量

Table 1 Monthly evapotranspiration of the turfgrass in the whole growth season under different treatments

梯度处理	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	总量
Gradient treatment	April	May	June	July	August	September	October	November	Total
CK	117.85 aA	134.82 aA	83.30 aA	78.98 aA	97.72 aA	65.64 aA	52.10 aA	28.56 aA	658.97 aA
T ₁	100.63 bB	110.19 bB	56.18 bB	47.02 bB	61.54 bB	44.92 bB	37.11 bB	18.90 bB	476.49 bB
T ₂	90.83 bcC	96.85 bBC	51.79 bB	45.02 bB	47.26 cC	40.01 bB	32.28 bB	16.52 bB	420.56 cBC
T ₃	80.47 cBC	75.44 cCD	33.48 cC	25.56 cC	31.80 dD	27.08 cC	23.39 cC	10.51 bcC	307.73 dD
T ₄	79.80 cC	71.90 cD	29.46 cC	23.42 cC	28.30 dD	23.01 cC	20.38 cC	9.37 bC	285.64 dD

注: 每月蒸散量的总和= 每月日平均蒸散量 × 每月天数; 同列间不同小、大写字母分别表示处理间差异显著 (P < 0.05) 和差异极显著 (P < 0.01)。

Note: The monthly evapotranspiration = daily average evapotranspiration × days of the month. Different lowercases and capital letters in a row mean significant differences (P < 0.05) and extremely significant differences (P < 0.01) between treatments.

显著外, 其他月份均存在显著性差异 (P < 0.05); T₃ 与 T₄ 间差异性不显著。从全年蒸散总量上看, 各处理与对照CK间均存在显著性差异 (P < 0.05), 但 T₃、T₄ 差异不显著, 说明随着郁闭度梯度的增大, 草坪蒸散差异性趋势减弱。

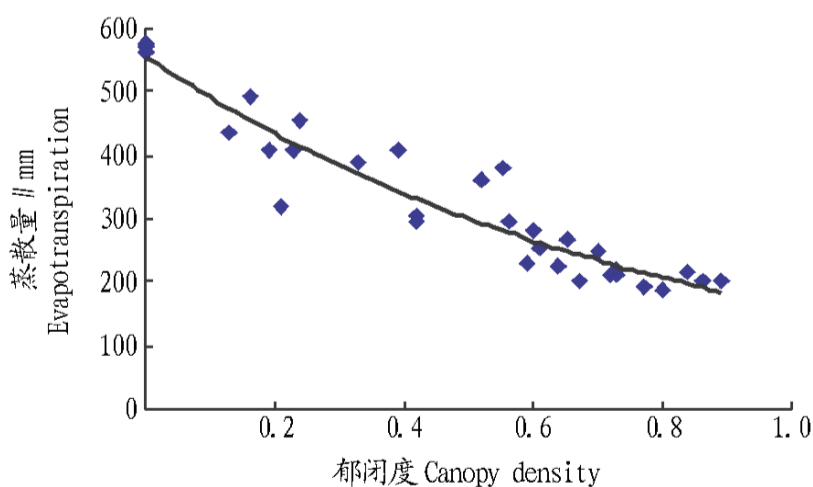


图3 草坪蒸散总量与郁闭度的相关关系

Fig 3 Relationship between total evapotranspiration of turfgrass and canopy densities

2.4 草坪蒸散量与郁闭度相关关系

郁闭度大小直接影响太阳的有效辐射, 改变蒸散的能量来源, 从而直接影响草坪蒸散量。另外, 遮阴条件下形成的微环境会直接或间接影响草坪草的水分吸收与蒸发的生理活动。由此可见, 郁闭度对草坪蒸散有很大的影响。

如图3所示, 草坪蒸散总量与郁闭度呈明显的指数相关关系, 拟合的数学模型: $y = 555.02e^{-1.2344x}$, 决定系数 $R^2 =$

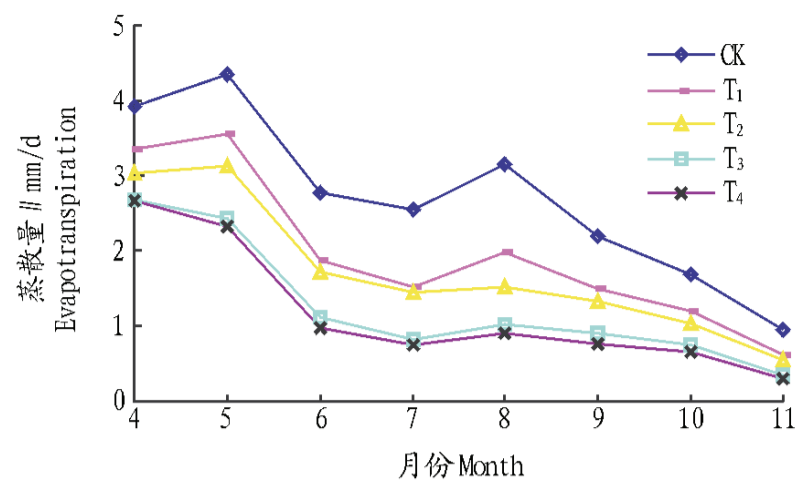


图2 不同梯度处理下草坪整个生长季的日蒸散量

Fig 2 Daily evapotranspiration of the turfgrass in the whole growth season under different treatments

出现在5月份, 最小值出现在11月份, 这与草坪的生长特性及温度等气象因素有关。各处理与对照CK间均存在极显著差异 (P < 0.01), T₁ 与 T₂ 除8月份外均无显著性差异, 但与 T₃、T₄ 差异性极显著 (P < 0.01); T₂ 与 T₃ 除4、11月份差异不

0.8551。蒸散量随着郁闭度的增加而逐渐降低, 郁闭度范围为0~0.89, 草坪蒸散量变化范围为576.24~196.42 mm。当郁闭度小于0.60时, 蒸散量大小的变化趋势较为明显; 当郁闭度大于0.60以后, 各点蒸散量相对比较集中, 变化趋势相对减弱, 郁闭度对草坪蒸散的影响不显著。

3 结论与讨论

不同郁闭度梯度处理下草坪蒸散变化趋势呈现双峰型变化, 与不受遮阴影响下草坪蒸散变化趋势基本一致, 说明草坪草自身的生长特性起到了决定性的作用。草坪蒸散量随着郁闭度的增加而相对减少, 但当郁闭度达到一定值以后这种变化趋势就会相对减弱。

通过郁闭度与草坪草蒸散量的回归分析, 得出全年蒸散量与郁闭度成指数关系。相关关系方程的建立, 可对草坪草全年蒸散量进行估测, 这对于灌溉制度的拟定具有一定的指导意义。但不同的草种以及同一草种的不同品种, 其蒸散量会存在一定的差异, 加上管理措施以及天气条件等因素的差异性, 因此, 在估测蒸散量的过程中要对相应因素加以综合考虑。

目前园林植物造景上通常都是乔、灌、草搭配种植, 需水规律各不相同, 由于部分城市安装设计人员对于园林绿化灌溉缺乏了解, 或者是部分园林工作者仅仅对园林植物方面知识知之较多, 而缺乏水利方面的知识, 造成喷灌设施安装不

(下转第6323页)

微核细胞率下降。微核的发生需要一个基础条件,污染物浓度在合理的范围时,对细胞的毒性较小,不会影响细胞的分裂能力;而当诱变剂浓度过高时,会抑制细胞的正常分裂活动,从而导致微核细胞率下降。

因此,在一定剂量范围内的柠檬黄对泥鳅无明显的遗传毒性效应。达到一定的浓度和时间之后具有一定的遗传毒性。因此建议食品加工业在使用人工合成色素时,应严格限量使用,以免对人体健康造成危害。

食用色素柠檬黄的主要生产原料为对氨基苯磺酸及酒石酸。色素合成过程中汇入的砷、铅、铜、镉、苯酚、苯胺、乙醚、氯化物等,也可能对泥鳅细胞具有致突变作用。

微核的成因,不同的学者虽有不同表述^[14-17],但是意见基本一致,即微核是细胞在有丝分裂时因各种有害因素损伤,使细胞核成分残留在核外的微小核染色质块。一般认为无着丝粒断片可形成小微核,纺锤体断裂造成的一条或一组染色体滞后可形成大微核^[18]。由于微核与染色质的突变具有较为密切的联系,所以长期以来微核被许多科研工作者用来作为评价毒物、放射性物质以及细胞毒性物质对人、动物及体外细胞损伤的指标。

在实验中,笔者也观察到有些微核与主核有一细丝相连,二者还没分离,这一点在蝌蚪红细胞^[19]、黄鳝红细胞^[13]中也有发现。随着遗传物质损伤加重,在一些高浓度组中发现具有2或3个微核的红细胞增多。

柠檬黄诱发泥鳅红细胞出现的微核属于核变异中的一种,核变异主要包含了微核和核异常。因此通过微核率来检测柠檬黄毒性,有必要鉴别微核和核异常。微核呈圆形或椭圆形,直径约等于或小于主核的1/5。常见核异常包括核质外凸、核内凹、核空泡、核变形、核碎裂、核固缩、无丝分裂、双核、无核等。核质外凸为部分核质从细胞核上突出,长度约等于或大于细胞核直径的1/5。核内凹为部分核质内陷,深度约等于或大于细胞核直径的1/5。双核为一血红细胞内含有2个核,一核直径约为另一核的0.2~1.0倍。核内空泡为细胞核内含有1个或1个以上的贯穿整个核的空洞,空洞大小不一。无核为血红细胞内不含有细胞核。在柠檬黄对泥鳅红细胞有丝分裂的影响下,细胞核出现了中央缢裂,产生哑铃状的无丝分裂,其他许多细胞核区别于一般正常细胞核形态的变形,变得很不规则。

在实验观察中,对微核计数的同时也会观察到核异常,而且核异常出现的比率比微核要大。核异常的数量要比微核数量多,一方面是由于微核率测定的是柠檬黄对处于分裂期细胞的诱变效应,红细胞中只有部分细胞处于分裂相,而

核异常体现的是对细胞周期中各期细胞的诱变效应;另一方面是柠檬黄对泥鳅红细胞微核与核异常的诱变机理不同,致使核异常数量多于微核^[20]。

微核率与染色体畸变率之间有一定的相关性,微核率的大小可反映染色体受损的程度。多数鱼类染色体数目多,个体小,不便作染色体畸变分析,而利用微核技术来检测对鱼类的损伤却恰好弥补了染色体畸变分析的弱点。微核测定法取材方便,操作简单,观察迅速,效果明显,因此,它是遗传毒理学实验中一个较为理想的检测手段。

参考文献

- [1] 张晓红,张虎芳.胭脂红对泥鳅红细胞微核的形成和核异常的影响[J].中国西部科技,2006(1):26-27.
- [2] HEDDLEJ A.Arapid in vivo test for chromosomal damage[J].Mutation Research,1973,18(2):187-190.
- [3] SCHMID W.The micronucleus test[J].Muta Res,1975,31(1):9-15.
- [4] MAIER P,SCHMID W.Ten model mutagens evaluated by the micronucleus test[J].Mutation Res,1976,40(4):325-338.
- [5] SCHMID W.The micronucleus test for cytogenetic analysis [C]//HOLLANDER A.Chemical Mutagens,Principles and Methods for Their Detection.New York:Plenum,1976:431-532.
- [6] HOOFTMANN,DE RAAT WK.Induction of nuclear anomalies(micronuclei)in the peripheral blood erythrocytes of the eastern mudminnow *Umbra pygmaea* by ethyl methanesulphonate[J].Mutation Res,1982,104(1/3):147-152.
- [7] BUCKLY J A.Hinz body hemolytic anemia in Coho Salmon (*Oncorhynchus Kisutch*) exposed to chlorinated wastewater[J].J Fish Res Board Can,1977,34:215-224.
- [8] 汤新慧.除草剂诱发蟾蜍蝌蚪红细胞微核的研究[J].中国环境科学,1998,18(2):162-165.
- [9] 贺维顺,王蕊芳.蝌蚪血红细胞微核和核异常监测水质污染的研究[J].动物学研究,1990,11(1):1-5.
- [10] 谢志浩,蔡亚非,陈国,等.四种除草剂对泥鳅红细胞微核及核异常诱导[J].水产科学,2004,23(6):17-19.
- [11] 李丽君,刘振乾,徐国栋,等.工业废水的鱼类急性毒性效应研究[J].生态科学,2006,25(1):43-47.
- [12] 黄长江,董巧香,马茹飞,等.壬基酚对奥尼罗非鱼的急性毒性研究[J].海洋与湖沼,2006,37(4):309-315.
- [13] 楼允东,吴萍.亚硝基胍对泥鳅红细胞微核及核异常的诱发[J].中国环境科学,1996,16(4):275-278.
- [14] RUG R.An anomalous lymphocyte:possibly diagnostic for exposure to ionizing radiations or radiations or radionuclides agents[J].Ann Roentgen,1964,91(1):192-201.
- [15] 向德标.敌敌畏对泥鳅红细胞核的诱变效应[J].烟台师范学院学报:自然科学版,1999,15(2):134-137.
- [16] 薛良义.三种农药对黄鳝红细胞微核的诱导[J].浙江水产学院学报,1993,12(3):174-179.
- [17] 陈军建,夏宜,王争.城镇污水诱发青蛙蝌蚪红细胞微核及其在环境监测中的应用[J].水生生物学报,1992,16(4):304-312.
- [18] MATEUCA R,LOMBAERT N,AKA P V,et al.Chromosomal changes:Induction, detection methods and applicability in human biomonitoring [J].Biologie,2006,88(11):1515-1531.
- [19] 耿德贵,张大生,程伟,等.四种除草剂对中华大蟾蜍蝌蚪红细胞微核及核异常的影响[J].动物学杂志,2000,35(1):12-16.
- [20] 刘爱华,施立明.鱼类血细胞的微核测定[J].动物学研究,1985,6(1):115-116.

(上接第6276页)

合理,加上灌溉量的设定大都以不受遮阴影响下草坪的生理及生长状况为参照,这必然会造成水资源的大量浪费。因此,根据草坪上层树木遮阴程度,结合树木耗水规律合理设计喷头位置,并制定相应的灌溉制度,有望能更好地提高水资源的有效利用率,降低管理成本。

参考文献

- [1] BEARDJ B.Turfgrass science and culture [M].New Jersey:Perfice Hill Inc,

1973:658.

- [2] BOWMAN D C,MACAULAY L.Comparative evapotranspiration rates of tall fescue cultivars [J].Hort Science,1991,26(2):122-123.
- [3] FELDHAKE C M,DANIELSON R E,BULLER J D.Turfgrass evapotranspiration I.Factors influencing rate in urban environments[J].Agron J,1983,75:824-830.
- [4] 王迅,张新全,刘金平.草坪草对遮阴胁迫的生理反应[J].草业科学,2006,23(4):86-90.
- [5] JOHNSTIER.Living in the shadows [J].Grounds Maintenance,2001,36(9):22-25.