

# 青岛市典型树种叶片持水力特征及聚类分析

李敏 盖甜甜 宋泽君 李海防\*  
(青岛农业大学园林与林学院, 山东青岛 266109)

**摘要** 林冠截留降水是森林植被对大气降水的第一道阻截,是森林水文循环过程的重要环节。本研究选取青岛农业大学鼎盛花园内10种典型树种,包括洋白蜡(*Fraxinus pennsylvanica*)、悬铃木(*Platanus orientalis*)、国槐(*Sophora japonica*)、元宝枫(*Acer truncatum*)、毛白杨(*Populus tomentosa*)、玉兰(*Magnolia denudata*)、女贞(*Ligustrum lucidum*)、青桐(*Firmiana simplex*)、广玉兰(*Magnolia grandiflora*)和樱花(*Prunus subhirtella*),采用叶面积测定、清水浸泡等方法,测定叶面积特征和持水力特征。结果表明,单叶面积较大的是青桐(352.42 cm<sup>2</sup>)且青桐叶面积指数最高(5.885),叶片持水量最大的是悬铃木(0.40 g/g);树冠持水量与单叶面积显著相关( $P<0.05$ ),与叶面积指数、单叶重、1 m<sup>2</sup>地面投影对应叶片重等极显著相关( $P<0.01$ ),而与叶片持水量相关性弱( $P>0.05$ );要提高城市森林的海绵体功能,应优先选择单叶面积大且树冠层次丰富的树种。

**关键词** 典型树种;叶片持水力;聚类分析;山东青岛

**中图分类号** S718.43 **文献标识码** A **文章编号** 1007-5739(2019)11-0129-02

林冠截留降水是森林植被对大气降水的第一道阻截,是森林水文循环过程的重要环节<sup>[1-2]</sup>。林冠截留特征和机理一直是生态水文研究的前沿和热点<sup>[3-4]</sup>。在林冠层,森林植被由于植物种类的不同,其叶片特征(如革质化程度、单位面积叶片绒毛数量等)也存在差异,进而对雨水的截留产生重要影响。雨滴落到叶片后,雨滴自身具有一定的粘滞力和表面张力,在浸润枝叶表面时会形成一层水膜,降低林内穿透雨量。同时,当降雨量达到某一值时且叶片表面被水膜覆盖后,随着降雨量的增加,水滴沿叶缘滴落,林冠起不到截留作用时即达到林冠饱和截留量<sup>[5-6]</sup>。此外,林冠结构不同,枝叶的排列方式和重叠方式不同,林冠截留量也会受到不同程度的影响<sup>[7-8]</sup>。

在城市森林构建中,选择截留雨水能力强的植物,可提高对大气降水的第一道阻截率,更好地发挥城市绿地的海绵作用。因此,研究典型植物的叶片特征及截留雨水能力,对建设海绵城市具有重要意义。目前,关于林冠层对降水截留方面的研究主要围绕林冠截留率、林冠截留定量模型模拟以及林冠截留量的影响因子等方面<sup>[9]</sup>,对典型植物的叶片特征和滞水特征的研究还相对较少。为此,本研究选取青岛市区10种典型绿地植物,采用叶面积测定、清水浸泡等方法,测定不同植物叶片的最大截留量,探讨影响植物叶片最大截留量的可能原因,以期海绵城市建设树种选择提供科学依据<sup>[9]</sup>。

## 1 材料与方

### 1.1 研究区概况

研究地点位于青岛市城阳区,东经120°12'、北纬36°20',海拔为800~1 100 m。地处北温带季风区域,属温带季风气候。市区由于海洋环境的直接调节,具有显著的海洋性气候特点。空气湿润,雨量充沛,温度适中,四季分明<sup>[10]</sup>。极端最高气温37.4℃,极端最低气温-16.4℃;全年8月最热,平均气温25.1℃;1月最冷,平均气温-1.2℃,年平均降水量

在700 mm左右。2016年,青岛市被列为第二批国家海绵城市试点。结合本地实际,探索适合青岛市种植的绿地植物,对提高城市森林植被蓄水力、打造具有青岛特色的海绵城市具有重要意义。

### 1.2 研究方法

**1.2.1 样树选择。**本研究选取城阳区青岛农业大学鼎盛花园内栽植较多的10种阔叶树种,即洋白蜡(*Fraxinus pennsylvanica*)、悬铃木(*Platanus orientalis*)、国槐(*Sophora japonica*)、元宝枫(*Acer truncatum*)、毛白杨(*Populus tomentosa*)、玉兰(*Magnolia denudata*)、女贞(*Ligustrum lucidum*)、青桐(*Firmiana simplex*)、广玉兰(*Magnolia grandiflora*)、樱花(*Prunus subhirtella*)为研究对象且每个树种选取1株长势适中的样树,然后测定每种树的单叶面积及叶片持水力。10种样树的本底特征如表1所示。

表1 10种样树的底值特征

树种	胸径/cm	冠幅/m×m	树高/m	郁闭度	枝下高/m	树龄/a
洋白蜡	25.0	12.0×8.5	12.0	0.6	3.0	15
悬铃木	36.0	9.5×9.2	9.8	0.7	2.5	15
国槐	22.0	6.5×8.0	7.0	0.5	2.5	15
元宝枫	16.0	7.5×7.3	7.0	0.6	2.0	15
毛白杨	26.0	10.0×7.0	12.0	0.6	4.0	15
玉兰	18.0	6.0×6.5	6.8	0.6	1.7	15
女贞	15.0	5.5×7.0	6.0	0.4	3.0	15
青桐	22.5	11.5×10.8	11.0	0.7	3.8	15
广玉兰	19.5	9.0×7.5	9.0	0.8	1.2	15
樱花	10.0	6.5×7.8	6.0	0.6	0.6	15

### 1.2.2 测定方法。

(1)单叶面积的测定。在7月树木生长定形期用叶面积测定仪对样树进行单叶面积的扫描测定并记录数据。扫描型叶面积仪主要由扫描器(扫描相机)、数据处理器、处理软件等组成,可以获得叶片的面积、长度、宽度、周长、叶片长度比和形状因子以及累积叶片面积等数据。

(2)单叶叶片生物量的测定。在测定单叶面积时,每个树种在树冠上、中、下层摘取典型叶片20片,然后用天平称取20片叶的鲜重,计算平均单叶重,记为单叶叶片生物量。

(3)持水力的测定。于7月晴天中午,每个树种平均取树冠上、中、下层各部位共1.0~1.5 kg鲜叶,分别用小绳捆好称其重量( $m_1$ ),然后置于清水中浸泡3 min,再取出放在架

**基金项目** 国家级大学生创新创业训练计划项目“城市森林‘滞’‘渗’功能作用机理及提升技术研究”;青岛农业大学大学生科技创新项目“城市典型绿地垂直结构对水文过程的影响机理研究”和“城市绿地不同配置模式对土壤含水量的影响”。

\* 通信作者

收稿日期 2019-02-22

子上晾晒,当叶片不自然往下滴水时称其重量( $m_2$ ), $m_2-m_1$ 的值计为叶片的持水量<sup>[1]</sup>。

2 结果与分析

2.1 叶面积指数与叶片持水力

10个阔叶树种的叶面积指数和持水力如表2所示。从表2可以看出,单叶面积较大的是青桐,为352.42 cm<sup>2</sup>;其次是广玉兰,为105.11 cm<sup>2</sup>;再次是悬铃木,为66.62 cm<sup>2</sup>;女

贞和洋白蜡的单叶面积较小,分别为15.12 cm<sup>2</sup>和10.23 cm<sup>2</sup>。青桐单叶面积尽管较大,但青桐单位面积地面投影对应叶片数量较少(167片/m<sup>2</sup>);女贞单叶面积尽管较小,但单位面积地面投影对应叶片数量较多(1010片/m<sup>2</sup>)。就叶面积指数而言,青桐叶面积指数最高(5.885),其次是广玉兰(5.850)。由浸水法测各树种的单位重量叶片持水力可知,叶片持水量最大的是悬铃木(0.40 g/g),最小的是广玉兰(0.11 g/g),这主

表2 10种阔叶树种的叶面积指数和持水力

树种	单叶面积 cm <sup>2</sup>	地面投影对应叶片数 片·m <sup>-2</sup>	叶面积 指数	单叶重 g	地面投影对应叶片重 g·m <sup>-2</sup>	叶片持水量 g·g <sup>-1</sup>	地面投影对应树冠持水量 g·m <sup>-2</sup>
广玉兰	105.10	557	5.850	6.16	3431.12	0.11	378.84
悬铃木	66.62	388	2.580	1.30	504.40	0.40	201.55
青桐	352.42	167	5.885	8.30	1386.10	0.24	335.31
毛白杨	45.21	762	3.450	1.06	807.72	0.36	289.44
玉兰	52.12	483	0.129	1.32	637.56	0.14	90.10
女贞	15.12	1010	0.079	0.51	515.10	0.23	120.80
国槐	62.83	465	2.921	1.61	748.60	0.23	174.30
洋白蜡	10.23	90	0.018	2.08	187.20	0.28	52.20
樱花	31.95	371	1.190	0.71	263.41	0.26	69.28
元宝枫	31.82	280	0.890	0.60	168.32	0.29	49.65

注:洋白蜡和国槐按复叶计算。

要是由于悬铃木叶片正反两面都被有大量绒毛,而广玉兰叶片正面是光滑革质,故悬铃木叶片的叶表面持水力大于广玉兰。

统计分析1 m<sup>2</sup>地面投影对应树冠持水量与单叶面积、叶面积指数、单叶重、叶片持水量等各因子的相关性。从表3

可以看出,叶面积指数主要与单叶面积相关( $P<0.01$ ),一般单叶面积越大,树种的叶面积指数就越大。1 m<sup>2</sup>地面投影对应树冠持水量与单叶面积显著相关( $P<0.05$ ),与叶面积指数、单叶重、1 m<sup>2</sup>地面投影对应叶片重等极显著相关( $P<0.01$ ),而与叶片持水量相关性弱( $P>0.05$ )。由此说明,树种的单叶

表3 树冠持水量各因子的相关系数

因子类型	单叶 面积	1 m <sup>2</sup> 地面投影 对应叶片数	叶面积 指数	单叶重	1 m <sup>2</sup> 地面投影 对应叶片重	叶片 持水量	1 m <sup>2</sup> 地面投影 对应树冠持水量
单叶面积	1.000						
1 m <sup>2</sup> 地面投影对应叶片数	-0.342	1.000					
叶面积指数	0.734**	-0.080	1.000				
单叶重	0.882**	-0.332	0.816**	1.000			
1 m <sup>2</sup> 地面投影对应叶片重	0.400	0.142	0.775**	0.717**	1.000		
叶片持水量	-0.157	-0.083	-0.142	-0.406	-0.590*	1.000	
1 m <sup>2</sup> 地面投影对应树冠持水量	0.637*	0.171	0.943**	0.746**	0.810**	-0.148	1.000

注:\*\*表示极显著相关( $P<0.01$ ),\*表示显著相关( $P<0.05$ )。

面积和叶面积指数对林冠截持降雨具有重要意义,要提高城市森林的海绵体功能,应优先选择单叶面积大且树冠层次丰富的树种。

2.2 10个树种叶面积特征及持水力聚类分析

基于10个树种的欧式距离矩阵,采用组间均联法进行聚类分析<sup>[2]</sup>,得到10个树种聚类树状图(图1),可以将青岛市10个典型种树种分成4个组。樱花、元宝枫、洋白蜡划分为第1组,属于单叶面积较小的树种;玉兰、女贞、国槐、悬铃木、毛白杨属于单叶面积中等大小(女贞单叶面积较小但叶片多)且树冠空间分布相对复杂的树种,持水力一般,划分为第2组;青桐是10种树种中单叶面积最大的树种,且叶面积指数最大,持水力较高,为第3组;广玉兰属于单叶面积较大的树种,树冠垂直结构复杂、树冠层次丰富,持水力最大,划分为第4组。聚类分析树状图反映了10个树种在叶面积特征及持水力之间的相互联系。

3 结论

通过比较分析10种典型树种的叶面积特征和持水力特征,得出以下结论:单叶面积较大的是青桐(352.42 cm<sup>2</sup>)且

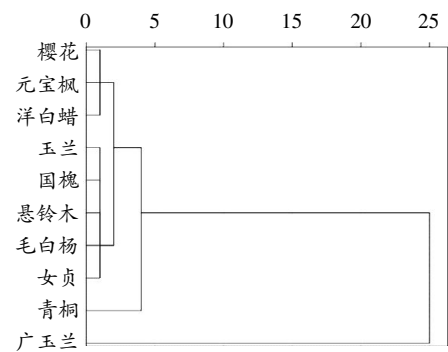


图1 10个树种聚类树状图

青桐叶面积指数最高(5.885),叶片持水量最大的是悬铃木(0.40 g/g);树冠持水量与单叶面积显著相关( $P<0.05$ ),与叶面积指数、单叶重、1 m<sup>2</sup>地面投影对应叶片重等极显著相关( $P<0.01$ ),而与叶片持水量相关性弱。因此,要提高城市森林的海绵体功能,应优先选择单叶面积大且树冠层次丰富的树种。

(下转第132页)

表2 不同冷藏温度处理春香一号和春香二号节间伸长率

品种	处理温度/℃	处理 15 d		处理 20 d		处理 25 d		处理 30 d	
		节间伸长株数	节间伸长率/%	节间伸长株数	节间伸长率/%	节间伸长株数	节间伸长率/%	节间伸长株数	节间伸长率/%
春香一号	0	71	71	86	86	100	100	100	100
	2	56	56	78	78	96	96	100	100
	5	37	37	69	69	87	87	100	100
春香二号	0	81	81	100	100	100	100	100	100
	2	72	72	86	86	100	100	100	100
	5	38	38	78	78	98	98	100	100

春香二号在 0℃条件下冷藏处理 20 d 可达到 100%打破休眠的目的。

2.3 不同赤霉素浓度对切花菊种苗节间伸长率的影响

由表 3 可以看出,应用浓度为 80 mg/L 和 100 mg/L 的赤霉素处理 2 次,2 个品种切花菊种苗节间伸长率均能够达到 100%;但采用 100 mg/L 处理的植株节间偏长,产品质量降低。由此得出,采用赤霉素 80 mg/L 处理 2 次即可防止二次休眠的发生。

表3 不同赤霉素浓度春香一号和春香二号节间伸长率

品种	处理浓度 mg·kg <sup>-1</sup>	节间伸长率/%	
		处理 1 次	处理 2 次
春香一号	60	58	92
	80	75	100
	100	86	100
春香二号	60	63	91
	80	83	100
	100	87	100

2.4 不同定植时期对切花菊始花期的影响

由表 4 可以看出,2 个品种之间始花期差距较小,同一品种定植时期不同对始花期影响较大,春香一号比春香二号开花早,过早、过晚定植均使花期推迟。由此得出,在本地区日光温室定植此 2 个品种进行促成栽培,最适宜的定植时期在 11 月 16 日至 12 月 1 日之间。

表4 不同定植时期切花菊始花期调查

品种	不同定植时间始花期					
	10-01	10-16	11-01	11-16	12-01	12-16
春香一号	03-27	03-28	03-22	03-04	03-07	03-16
春香二号	04-02	04-03	03-25	03-08	03-12	03-22

2.5 不同类型种苗定植对切花菊性状的影响

由表 5 可以看出,2 种定植种苗中扦插苗得分结果在 85 分以上;而分株苗分值在 55 分左右,较扦插苗大大降低,市场竞争力较差,故分株苗不适宜用于日光温室清明节切花菊的促成栽培。扦插苗即采用扦插育苗培育脚芽后进行

表5 不同类型切花菊种苗定植后性状调查

品种	类型	始花期	开花率/%	平均株高/cm	平均花枝粗度/cm	平均花瓣数/瓣	平均花径/cm	得分/分
春香一号	扦插苗	03-21	91.4	88.8	0.92	265	9.2	90
	分株苗	03-26	76.2	78.7	0.72	235	7.8	54
春香二号	扦插苗	03-25	87.8	96.3	0.79	312	10.6	95
	分株苗	03-28	72.0	86.3	0.58	268	8.5	58

定植是适宜本地区日光温室生产清明节前切花菊的最佳种苗类型。

3 结论与讨论

切花菊清明节促成栽培技术是一项系统的技术体系,从种苗繁育、种苗处理到后期管理每一个环节都环环相扣<sup>[6]</sup>。试验结果表明,8 月下旬苗床扣棚升温 20 d 后每隔 3 d 喷施一次、连续喷施 3 次 2 000 mg/L B<sub>9</sub> 可使种苗较自然休眠提早 5~7 d;0、2、5℃低温处理均能打破休眠,以 0℃处理为宜;采用赤霉素 80 mg/L 处理 2 次即可防止二次休眠的发生;本地区最适宜的定植时期在 11 月 16 日至 12 月 1 日之间,比较适宜的定植方式是采用当年 8 月扦插得到的 1 cm

以上一级脚芽苗。

4 参考文献

[1] 刘新春.氮营养对切花菊母株插穗产量与品质的影响[D].南京:南京农业大学,2013.

[2] 时颂,李青,赵霜,等.不同切花菊品种及处理对愈伤组织诱导和分化的影响[J].东北林业大学学报,2013,41(1):77-81.

[3] 刘丁广,祝源骏,黎荣欣,等.不同生长调节剂对三七休眠芽萌发及生长的影响[J].贵州农业科学,2016,44(6):124-126.

[4] 王延峰,杨宗保,贺晓龙,等.低温和植物生长调节剂对山丹休眠与花期的影响[J].延安大学学报(自然科学版),2014,33(4):89-91.

[5] 吴月琴,叶志琴,周燕,等.切花菊杂交选育和夏季出花栽培技术初探[J].上海农业科技,2018(6):98.

[6] 于春雷,张晓波.切花菊冷棚高效栽培模式研究[J].黑龙江农业科学,2013(4):70-72.

[7] 张焜,张洪江,程金花,等.重庆四面山暖性针叶林林冠截留及其影响因素[J].东北林业大学学报,2011,39(10):32-35.

[8] 于维忠.水文学原理[M].北京:水利电力出版社,1988.

[9] 芮孝芳.水文学原理[M].北京:中国水利水电出版社,2004.

[10] 刘艳丽,王金九,杨婷,等.植物叶片截留特征分析[J].水土保持研究,2015,22(4):143-147.

[11] 汪晓红.青岛市城阳区绿地中攀援植物的应用调查[J].现代农业科技,2019(1):137-138.

[12] 肖水清,廖龙泉,张华,等.15 种优良阔叶树种生态学特性研究:叶面积指数、叶片生物量及滞水量的研究[J].江西林业科技,2000(5):1-3.

[13] 赵亮,陈月,方应国,等.聚类分析法研究不同产地花生壳高效液相色谱指纹图谱[J].浙江农业学报,2018,30(12):2137-2143.

(上接第 130 页)

4 参考文献

[1] 王爱娟,章文波.林冠截留降雨研究综述[J].水土保持研究,2009,16(4):55-59.

[2] 伍倩,闫文德,赵亮生,等.湖南会同杉木人工林林冠截留特征[J].生态学报,2016,36(13):4131-4140.

[3] 周秋文,朱红.基于 Horton 模型的涟江流域马尾松林冠截留模拟[J].生态科学,2018,37(2):43-49.

[4] 韩诚,庄家尧,张金池,等.长三角地区毛竹林冠截留的影响因素[J].水土保持通报,2014,34(3):92-96.

[5] 王冬至.大青山主要植被类型生态效益计量[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2012.