

DOI:10.11937/bfyy.201513023

昆明市十五种绿化树种 降温增湿效应研究

冯程程¹, 姜永雷¹, 唐探¹, 李太兵², 黄晓霞¹

(1. 西南林业大学 园林学院, 云南 昆明 650224; 2. 四川省林业调查规划院, 四川 成都 610081)

摘 要:以昆明市 4 条主要道路的 15 种常见绿地树种为试材,通过实地调查及测量,对其叶片的降温增湿能力进行了分析比较。结果表明:不同树种的降温增湿能力差异很大,其中云南樟的降温增湿效果最好,日释水总量达到 1 195.56 g/m²,日降温度数为 0.22℃;常春藤的日降温度数最低,仅为 0.09℃;广玉兰的日释水总量最低,仅为 505.44 g/m²;不同植物在同一路段和同一植物在不同道路的降温增湿能力不同,所测的 15 种绿地树种降温能力大小依次为:云南樟(0.22℃)>香樟(0.21℃)>天竺桂(0.157℃)>小叶女贞(0.15℃)>紫叶李(0.14℃)>红叶石楠(0.13℃)>滇朴(0.12℃)>银杏(0.118℃)>八角金盘(0.11℃)>小叶榕(0.10℃)>常春藤(0.09℃),而杜鹃、广玉兰、茶梅和山茶的降温能力差别不大,都在 0.09℃左右;增湿能力大小依次为:云南樟(1 195.56 g/m²)>香樟(1 086.39 g/m²)>紫叶李(749.16 g/m²)>小叶女贞(743.31 g/m²)>天竺桂(726.66 g/m²)>红叶石楠(698.94 g/m²)>滇朴(664.56 g/m²)>八角金盘(623.52 g/m²)>银杏(617.58 g/m²)>杜鹃(586.98 g/m²)>小叶榕(580.02 g/m²)>茶梅(539.46 g/m²)>山茶(524.70 g/m²)>常春藤(506.51 g/m²)>广玉兰(505.44 g/m²);综合降温增湿能力总体来说是:常绿乔木>落叶乔木>灌木。因此在道路绿化中,在考虑美化环境的同时,为提高道路绿地的生态效益,应多选用常绿乔木等降温增湿能力强的树种搭配种植。

关键词:昆明市;道路绿地;绿化树种;降温增湿

中图分类号:S 684 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)13-0076-05

近年来,城市气候变化问题引起了人们广泛关注,我国的气候总体呈现出气温上升、降水减少的趋势。研究表明,从 1951 年至今,全国年平均气温增幅达 0.25℃/10a,而城市化引起的增温速率为 0.11℃/10a,其年平均气温增加值占全部增温的 38%^[1]。在城市中,城市道路绿化是城市绿地规划的重要组成部分,也是城市文明的重要标志之一^[2]。道路绿化中的园林植物作为

城市的绿色资源,不仅能够通过植物的蒸腾作用,将叶片中的水分以气态形式散发到空气中去,降低周围的温度和增加湿度,而且照射到叶片上的太阳辐射吸收量达 70%^[3-4],能有效改善周围环境的小气候。因此,通过对道路绿化树种降温增湿能力的分析研究,可为道路绿化树种的选择提供一定的借鉴,并对改善城市气候环境有重要的意义。

昆明市道路绿化树种达 130 余种,分别隶属于 65 科,105 属。而对昆明市绿化植物的研究只集中在病虫害防治^[5]和昆明绿化树种选择^[6]等方面,关于昆明市道路绿化树种降温增湿的研究尚鲜见报道。近年来,昆明的年平均气温急速上升,有研究表明,从 1951 年至今,昆明年平均气温增温幅度大约是 0.27℃/10a,高于同时期全国的年平均气温增幅^[7]。因此,现以昆明市盘龙区主干道路绿化中常见的且在数量上和面积上都占优势的 15 种道路绿化树种为试材,研究其对周围气温、湿度

第一作者简介:冯程程(1990-),女,山东济宁人,硕士研究生,研究方向为园林植物与观赏园艺。E-mail:281485709@qq.com.

责任作者:黄晓霞(1980-),女,四川成都人,博士,副教授,现主要从事园林植物生理生态等研究工作。E-mail:huangxx@swfu.edu.cn.

基金项目:云南省应用基础面上资助项目(2010ZC264);“省部级重点学科、省高校重点实验室及校实验室共享平台”资助项目。

收稿日期:2015-01-26

的调节效应和合理的配置方式,以期为昆明市道路绿化树种的选择和改善市区气候环境提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

昆明市为云南省的省会,位于云贵高原中部,大部分地区海拔 1 500~2 800 m,总体北高南低,高差约 600 m,为山原地貌,属于低纬度高原山地季风气候,其

气候主要特点是干燥少雨,蒸发旺盛,日温变化大,干季降水量仅占全年的 15%左右,森林覆盖率占 48.1%,素有“植物王国”的美誉。

1.2 试验材料

根据对昆明市主要道路绿地植物种类、出现频率及绿化效果等综合特征,选用昆明市盘龙区 4 条主干道(白龙路、园博路、穿金路、人民东路)道路 15 种健康的绿化树种作为研究对象(表 1)。

表 1
Table 1 The experiment materials

树种 Species	拉丁名 Latin name	科名 Family name	属名 Genus name	植物类型 Plant type	采样地 Sampling places
香樟	<i>Cinnamomum camphora</i>	樟科	樟属	常绿乔木	人民东路、穿金路、园博路、白龙路
小叶榕	<i>Ficus microcarpa</i>	桑科	榕属	常绿乔木	人民东路、穿金路、园博路、白龙路
云南樟	<i>Cinnamomum glanduliferum</i>	樟科	樟属	常绿乔木	白龙路
天竺桂	<i>Cinnamomum pedunculatum</i>	樟科	樟属	常绿乔木	人民东路、园博路
广玉兰	<i>Magnolia grandiflora</i>	木兰科	木兰属	常绿乔木	人民东路
紫叶李	<i>Prunus cerasifera</i>	蔷薇科	李属	落叶乔木	白龙路
滇朴	<i>Celtis kunningensis</i>	榆科	朴树属	落叶乔木	白龙路
银杏	<i>Ginkgo biloba</i>	银杏科	银杏属	落叶乔木	园博路
山茶	<i>Camellia japonica</i>	山茶科	山茶属	灌木	园博路
红叶石楠	<i>Photinia serrulata</i>	蔷薇科	石楠属	灌木	白龙路
杜鹃	<i>Rhododendron pulchrum</i>	杜鹃花科	杜鹃花属	灌木	人民东路、穿金路
八角金盘	<i>Fatsia japonica</i>	五加科	八角金盘属	灌木	白龙路
茶梅	<i>Camellia sasanqua</i>	茶科	山茶属	灌木	园博路
常春藤	<i>Hedera nepalensis</i>	五加科	常春藤属	灌木	白龙路
小叶女贞	<i>Ligustrum quihoui</i>	木犀科	女贞属	灌木	园博路、白龙路

1.3 试验方法

1.3.1 林内外温湿度的测定 试验自 2013 年 10 月的第 1 周开始(选择晴朗、无风的天气)作为测定日,每周测 1 次,在同一地点同一时间段内连续测量 3 周。观测日从 8:00—18:00 每隔 2 h,测定 1 次,每条路各指标每次测定时重复 3 次,取平均值。测点分别设在道路中间和绿化带行道树树冠阴影的中心,观测前将仪器放在观测点。大气温度、大气相对湿度采用温湿度测量表(离地面高 1.5 m)测定。

1.3.2 降温增湿量计算 采用 Li-6400 便携式光合测定仪,每周测 1 次,连续测量 3 周,对道路绿化树种进行光合日变化测定。每天每条路从 9:00—17:00 每隔 2 h,测定 1 次。每次随机选取各个树种向阳面中部的 3 片叶片测定,每片叶片取 6 个瞬时光合速率和蒸腾速率值。叶室内温度和湿度由自动控温系统调控。自然光照下采用开放式气路在室外进行活体测定。用简单积分法求得其 1 d 的蒸腾总量,因条件限制无法测试夜间的蒸腾作用,考虑到其夜间的蒸腾作用强度较日间弱许多可忽略不计。计算参考佟潇等^[8]和陆贵巧等^[9]的方

法,植物单位土地面积上的降温量参考陈少鹏等^[10]的计算方法。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 和 SPSS 19.0 分析软件进行一元方差分析(One-way ANOVA),平均数间的多重比较采用 Duncan's 检验方法。

2 结果与分析

2.1 不同道路绿地树种林下和林外温湿度的变化

从图 1、2 可以看出,测定日的林内气温比林外的低,而林内的湿度比林外的湿度高。另外,所测的 4 条道路绿地树种中,在不同的地点和不同的时间段内其林内和林外的温湿度有显著的变化。1 d 中林内和林外的温度的变化呈现出先升高后降低的趋势,且在 14:00 达到最大值。此外,与林外温度的变化相比,林内的降温幅度可达 2~3℃。而湿度的变化呈现出与温度相反的变化趋势。林内外的湿度变化也有显著的差异,且林内的湿度明显高于林外,与林外相比,可以高出 5%~10%。说明研究地的树木有明显的降温增湿作用。

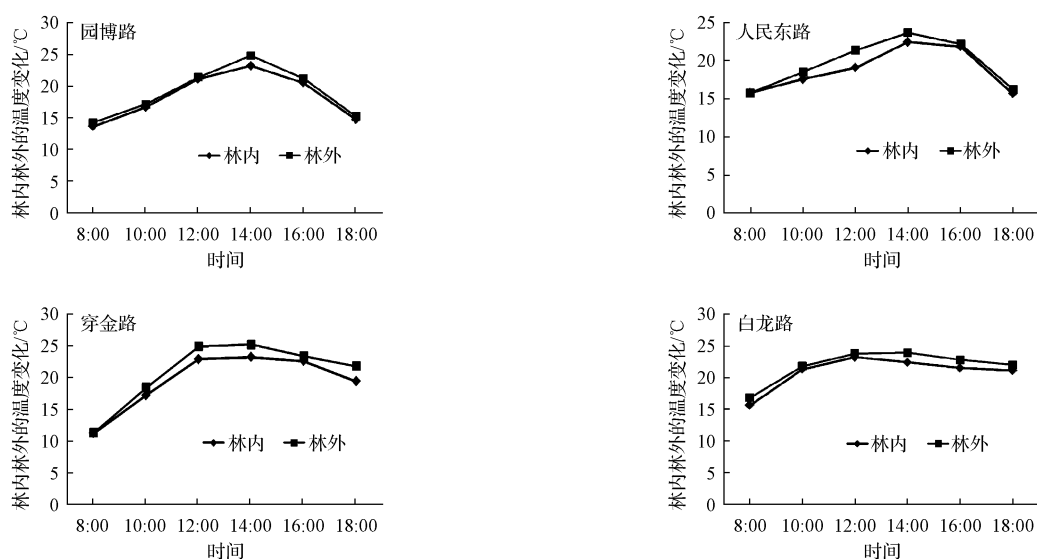


图1 4条主干道路林下和林外温度的变化

Fig.1 The changes of forest inside and outside temperature of four main road

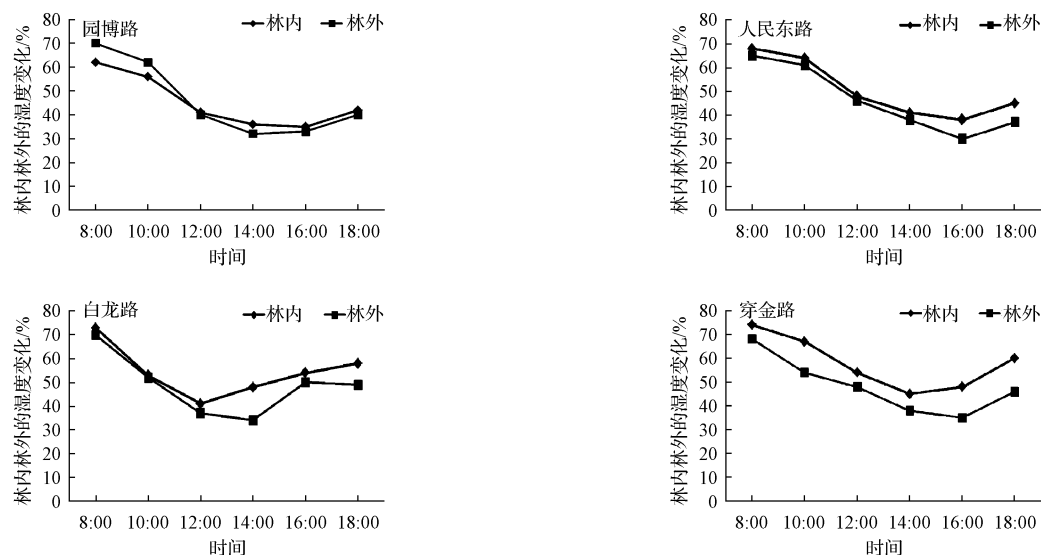


图2 4条主干道路林下和林外湿度变化

Fig.2 The changes of forest inside and external humidity of four main roads

2.2 不同道路15种绿地树种降温能力的比较

由图3可以看出,同一采样地点,不同树种的日降温度数不同;不同采样点,同一树种的日降温度数也不同。在穿金路所测定的3种绿地树种中,香樟的日降温度数最高为0.21℃,小叶榕和杜鹃日降温度数相差达到0.12℃,降温效应大小依次为香樟>杜鹃>小叶榕;在人民东路上所测定的5种绿地树种中香樟的降温能力最强为0.20℃,广玉兰的日降温度数最低为0.09℃与香樟的日降温度数相差幅度达2倍以上,降温效应大小依次为香樟>天竺桂>小叶榕>杜鹃>广玉兰;在园博路的7种绿地树种的测量结果中发现,香樟的日降温度数也是最高的为0.22℃,其它6种树种:小叶榕、天竺桂、茶

梅、银杏、山茶、小叶女贞的日降温度数相差不大,分别为0.11、0.14、0.10、0.12、0.09、0.121℃,山茶的日降温度数最低仅为0.09℃。在白龙路的9种绿化树种中云南樟的日降温度数最高为0.22℃,常春藤的日降温度数最低为0.09℃,其它8种绿化树种的降温值差异不明显,降温效应大小依次为云南樟>香樟>小叶女贞>紫叶李>红叶石楠>滇朴>八角金盘>小叶榕>常春藤。通过对以上4条主干道路绿地树种的降温能力的研究发现,同一树种在不同道路的降温能力差异不大,例如4条主干道路均种植香樟,穿金路的香樟日降温度数为0.21℃,人民东路的香樟日降温度数为0.20℃,园博路的香樟日降温度数为0.22℃,白龙路的香樟日降温度数

为 0.19℃,此外,从以上结果还可以看出,不同类别树种降温能力不同,为云南樟>香樟>天竺桂>小叶女贞>紫叶李>红叶石楠>滇朴>银杏>八角金盘>小叶榕>杜鹃>茶梅>广玉兰>山茶>常春藤,即常绿乔木>落叶乔木>灌木。

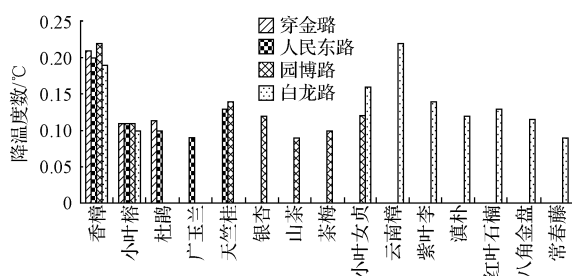


图3 不同道路不同树种日降温度数

Fig. 3 Reducing temperatures degree with different tree species on different roads

2.3 不同道路 15 种绿地树种增湿能力的比较

由表 2 可以看出,10 月份昆明市 4 条主干道路的乔木日释水总量的平均值为 765.67 g/m²,高于灌木的日

表 2 10 月各树种的日释水量

Table 2 A variety of trees release quantity in October

类别 Type	树种 Tree species	日蒸腾总量 Total transpiration per day (mol·m ⁻²)	日释水总量 The amount of release water per day/(g·m ⁻²)	日蒸腾吸热量 The absorption of heat from transpiration per day/(kJ·m ⁻²)
乔木 Tree	香樟(穿金路)	60.94	1 096.92	3 078.67
	香樟(人民东路)	60.04	1 080.72	3 033.20
	香樟(园博路)	63.75	1 147.50	3 220.63
	香樟(白龙路)	56.69	1 020.42	2 863.96
	香樟平均值	60.36	1 086.39	3 049.11
	小叶榕(穿金路)	32.28	581.04	1 630.77
	小叶榕(人民东路)	32.30	581.40	1 631.78
	小叶榕(园博路)	33.14	596.52	1 674.22
	小叶榕(白龙路)	31.17	561.06	1 574.70
	小叶榕平均值	32.22	580.02	1 627.86
	云南樟(白龙路)	66.42	1 195.56	3 355.52
	天竺桂(人民东路)	38.89	700.02	1 964.71
	天竺桂(园博路)	41.85	753.30	2 114.25
	天竺桂平均值	40.37	726.66	2 039.48
	广玉兰(人民东路)	28.08	505.44	1 418.59
灌木 Shrub	紫叶李(白龙路)	41.62	749.16	2 102.63
	滇朴(白龙路)	36.92	664.56	1 865.18
	银杏(园博路)	34.31	617.58	1 733.33
	平均值 Mean	42.54	765.67	2 148.96
	山茶(园博路)	29.15	524.70	1 472.65
	红叶石楠(白龙路)	38.83	698.94	1 961.68
	杜鹃(穿金路)	34.15	614.70	1 725.24
	杜鹃(人民东路)	31.07	559.26	1 569.64
	杜鹃平均值	32.61	586.98	1 647.44
	小叶女贞(园博路)	34.52	621.36	1 743.94
	小叶女贞(白龙路)	48.07	865.26	2 428.48
	小叶女贞平均值	41.30	743.31	2 086.21
	茶梅(园博路)	29.97	539.46	1 514.07
	八角金盘(白龙路)	34.64	623.52	1 750.00
	常春藤(白龙路)	28.14	506.52	1 421.62
	平均值 Mean	33.52	603.35	1 693.38

释水总量的平均值 603.35 g/m²,表明乔木的增湿能力要大于灌木的增湿能力。8 种乔木树种中云南樟的日释水总量最大为 1 195.56 g/m²,7 种灌木树种中小叶女贞的日释水总量最大为 743.31 g/m²;此外,由不同道路上相同绿地树种日蒸腾总量的平均值和日释水总量的平均值可以看出:15 种绿地树种的增湿能力大小为云南樟>香樟>紫叶李>小叶女贞>天竺桂>红叶石楠>滇朴>八角金盘>银杏>杜鹃>小叶榕>茶梅>山茶>常春藤>广玉兰。从表 2 中不同道路绿地植物的日蒸腾吸热量的值可以看出,其与绿地树种的日释水总量的变化趋势相同,因此也可以作为其降温增湿的一个重要指标。

3 结论与讨论

绿化树种的树体在蒸腾释水时吸收大量热能、释放大水蒸汽,增加空气湿度^[11]。植物叶片对太阳辐射的能量吸收的多而释放的少,因此种植绿化树种可有效降低局部区域气温、增加空气湿度^[12]。该试验结果表明,昆明市的 15 种主要道路绿化树种都具有明显的降温增湿效果,这对于美化城市道路绿化环境以及改善城市小气候具有一定的现实意义。

树木通过树冠减少太阳辐射和树木的蒸发,起到降温增湿的效果^[13]。结果表明,蒸腾强度大的植物,释水总量大,增湿效果明显,如云南樟的日蒸腾总量达到 66.42 mol/m²,释水总量也最大为 1 195.56 g/m²,而常春藤的日蒸腾总量为 28.14 mol/m²,释水总量仅达到 506.52 g/m²,这与宋丽华等^[14]、马秀枝等^[15]的研究结果类似。在该试验中,各树种降温能力由强到弱依次为云南樟>香樟>天竺桂>小叶女贞>紫叶李>红叶石楠>滇朴>银杏>八角金盘>小叶榕>常春藤,而杜鹃、广玉兰、茶梅和山茶的降温能力差别不大,都在 0.09℃左右;各树种增湿强度为云南樟>香樟>紫叶李>小叶女贞>天竺桂>红叶石楠>滇朴>八角金盘>银杏>杜鹃>小叶榕>茶梅>山茶>常春藤>广玉兰,综合分析表明,常绿乔木的降温增湿能力最强,而落叶乔木和灌木的降温增湿能力则因树种和叶形的差异而各有优势。在常绿乔木中,云南樟的降温增湿能力最强;落叶乔木和灌木中,小叶女贞和天竺桂的降温增湿能力最强;山茶和常春藤的降温增湿效果最差。这些差异的产生可能与种植密度、树冠形状、叶面积指数和树木长势等原因有关^[16]。数据表明,滇朴和银杏的降温增湿效果较差,这可能与树种本身的枝下高有关,当枝下高较高时,对地面的遮阴效果差,空气湿度增加不明显,这在马秀枝等^[15]关于校园内行道树不同树种降温增湿效应研究中有过类似报道。

综上所述,在道路绿化树种的选择方面,要根据其生物学特性,选择枝叶茂密,叶面积指数较大,枝下高较

低的常绿树种作为城市道路绿化树种。而该试验仅探讨和分析了昆明市 15 种绿化树种对于降低大气温度和增加空气湿度 2 个方面的效应,树木的其它生态功能如降低周围空气 CO₂ 浓度、增加 O₂ 浓度、消除噪音以及吸收大气中的有害污染物的功能等,这些将有待于以后进一步研究,为维护昆明城市环境生态系统的平衡奠定基础。

参考文献

- [1] 任国玉,初子莹,周雅清,等. 中国气温变化研究最新进展气候与环境研究[J]. 气候与环境研究,2005,10(4):701-715.
- [2] 李建龙,黄良美,黄玉源,等. 城市不同绿地生境小气候的时空变异规律分析[J]. 城市绿地与城市生态,2007,20(1):29-34.
- [3] 师莉娟. 浅谈住宅区立体绿化的必要性[J]. 太原科技,1999(增):8-9.
- [4] 杨士弘. 市生态环境学[M]. 北京:北京科学出版社,1991.
- [5] 刘江丽. 昆明城区绿化植物秋冬季常见病虫害及防治[J]. 中国园艺文摘,2012(4):80-81.
- [6] 陈兴祥. 昆明市城市绿化树种选择[J]. 林业调查规划,2005,30(5):104-107.
- [7] 林学椿,于淑秋. 近 40 年我国气候趋势[J]. 气象,1990,16(10):16-22.
- [8] 佟潇,李雪. 沈阳市 5 种绿化树种固碳释氧与降温增湿效应研究[J]. 辽宁林业科技,2010(3):14-16.
- [9] 陆贵巧,谢宝元,谷建才,等. 大连市常见绿化树种蒸腾降温的效应分析[J]. 河北农业大学学报,2006,29(2):65-67.
- [10] 陈少鹏,庄倩倩,郭太君,等. 长春市园林树木固碳释氧与降温增湿效应研究[J]. 湖北农业科学,2012,51(4):750-756.
- [11] 王雁. 14 种地被植物光能利用特性及耐阴性比较[J]. 浙江林学院学报,2005,22(1):6-11.
- [12] 刘振威,孙丽,马杰,等. 校园内不同绿化树种片林生态效应研究[J]. 生态学报,2005(11):262-267.
- [13] 刘海荣. 沈阳市常用灌木固碳释氧降温增湿能力研究[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2007.
- [14] 宋丽华,曹兵,吴李. 银川市几种绿化树种降温增湿效应的比较[J]. 西北林学院学报,2009,24(3):46-48.
- [15] 马秀枝,李长生,陈高娃,等. 校园内行道树不同树种降温增湿效应研究[J]. 内蒙古农业大学学报,2011,32(1):125-130.
- [16] 韩鹏,何平,韩轶. 呼和浩特市市区绿地景观生态规划研究[J]. 内蒙古农业大学学报,2007,28(2):17-21.

Research on Effect of Reducing Temperature and Increasing Humidity of 15 Greenery Trees in Kunming City

FENG Chengcheng¹, JIANG Yonglei¹, TANG Tan¹, LI Taibing², HUANG Xiaoxia¹

(1. Institute of Landscape Architecture, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224; 2. Sichuan Institute of Forestry, Chengdu, Sichuan 610081)

Abstract: Taking 15 common greenery trees in four main roads of Kunming city as the experiment materials, through the field investigation and measurement, their effect of reducing temperature and increasing humidity were analyzed and compared. The results showed that the reducing temperature and increasing humidity capacities were very difference in different tree species, and the *Cinnamomum glanduliferum* was reached the best effect among the 15 tree species. Its amount of release water was reached by 1 195.56 g/m² per day, and the reducing temperature degree was 0.22°C per day; The *Hedera nepalensis*' reducing temperature effect reached the lowest degree, which was only 0.09°C per day; And the amount of release water of *Magnolia grandiflora* only reached 505.44 g/m² per day; the reducing temperature and increasing humidity capacity was varied significantly for different species in the same road, also for the same species in different roads. The order of the reducing temperature effect of these 15 species were as follows: *Cinnamomum glanduliferum* (0.22°C) > *Cinnamomum camphora* (0.21°C) > *Cinnamomum pedunculatum* (0.157°C) > *Ligustrum quihoui* (0.15°C) > *Prunus cerasifera* (0.14°C) > *Photinia serrulata* (0.13°C) > *Celtis kunmingensis* (0.12°C) > *Ginkgo biloba* (0.118°C) > *Fatsia japonica* (0.11°C) > *Ficus concinna* (0.10°C) > *Hedera nepalensis* (0.09°C). However, the reducing temperature effect reached about 0.09°C among the *Rhododendron simsii*, *Magnolia grandiflora*, *Camellia sasanqua* and *Camellia japonica*, which had little difference. The order of the increasing humidity effects of these 15 species were as follows: *Cinnamomum glanduliferum* (1 195.56 g/m²) > *Cinnamomum camphora* (1 086.39 g/m²) > *Prunus cerasifera* (749.16 g/m²) > *Ligustrum quihoui* (743.31 g/m²) > *Cinnamomum japonicum* (726.66 g/m²) > *Photinia serrulata* (698.94 g/m²) > *Celtis kunmingensis* (664.56 g/m²) > *Fatsia japonica* (623.52 g/m²) > *Ginkgo biloba* (617.58 g/m²) > *Rhododendron simsii* (586.98 g/m²) > *Ficus concinna* (580.02 g/m²) > *Camellia sasanqua* (539.46 g/m²) > *Camellia japonica* (524.70 g/m²) > *Hedera nepalensis* (506.52 g/m²) > *Magnolia grandiflora* (505.44 g/m²). On the whole, the reducing temperature and increasing humidity capacity of these species were as follows: Evergreen trees > Deciduous trees > shrubs. In conclusion, the species with higher reducing temperature and increasing humidity capacity, such as evergreen trees, were maily supposed to choose, in order to beautify the environment and increase the reducing temperature and increasing humidity effect significantly.

Keywords: Kunming city; road green space; greening tree species; reducing temperature and increasing air humidity