

文章编号:1001-7380(2020)02-0044-04

不同生活型园林植物固碳能力统计分析

郜 晴¹, 马锦义^{1,2*}, 邵海燕¹, 陈颖明³

(1. 南京农业大学园艺学院, 江苏 南京 210095; 2. 农业农村部景观农业重点实验室, 江苏 南京 210095;
3. 南京理工大学环境与生物工程学院, 江苏 南京 210094)

摘要:植物通过光合作用进行固碳,可消减因温室气体增加所造成的全球气候变暖的影响。植物种类不同,其固碳能力也各有差异。该文通过检索中国知网(CNKI),筛选出82篇研究园林植物固碳能力的论文,将所涉的450种植物分为6个不同生活型,对各生活型园林植物固碳能力进行分析,得出其单位叶面积日固碳量由大到小的顺序结果为草本花卉>落叶灌木>落叶乔木>常绿灌木>常绿乔木>藤本,而单位覆盖面积日固碳能力排序则为草本花卉>落叶乔木>常绿灌木>落叶灌木>常绿乔木>藤本。基于此结果,作者认为拓展园林绿地固碳能力较强的植物应用途径,有助于增加高固碳能力植物种群个体数量,增加植物群落结构中固碳能力较强的植物种类,增加植物群落景观的结构层次。

关键词:园林植物;生活型;单位叶面积日固碳量;单位覆盖面积日固碳量;统计;分析

中图分类号:Q945.11; S688

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2020.02.009

随着城市化进程的加快,环境问题日益增多,作为天然碳汇体的园林植物,可通过光合作用有效固碳,减缓城市热岛效应^[1]。而园林植物的应用,经常按照生活型的不同来进行具体安排。生活型是植物对环境条件适应后在其生理、结构,尤其是外部形态上的一种具体反映^[2]。本文按照园林植物常见的生活型差异,将其分为常绿乔木、落叶乔木、常绿灌木、落叶灌木、藤本、花草6种类型。由于不同植物的固碳能力各不相同,如何在有限的土地上最大程度发挥植物的固碳作用,则需要对各类生活型植物的固碳能力进行分析比较。但目前相关研究大多侧重于少数植物种类的固碳能力,系统性批量化的固碳能力比较分析研究成果鲜有报道。因此,本文对前人零散的植物固碳能力研究数据进行系统的归纳和分类比较,为低碳型园林绿地建设,特别是在发挥不同类型园林植物高固碳效益方面,提供科学依据和应用参考。

1 指标选取与数据来源及处理

1.1 指标选取

园林植物固碳是指园林植物通过光合作用吸

收大气中的二氧化碳并将其转换为有机物,从整体上减少空气中二氧化碳,增加氧气的过程。反映园林植物叶片光合效率(即园林植物固碳能力)的一个重要指标是单位叶面积日固碳量,是指植物单位面积叶片在单位时间内所固定二氧化碳的质量 $[g/(m^2 \cdot d)]$,这一指标虽然反映了园林植物固碳能力,但不能直接衡量园林绿地的固碳能力高低。因为不同种类园林植物形态特征变化较大,植株单位覆盖(或称投影)面积上叶片总面积值(通常用叶面积指数来表示)存在较大差异,即使2种植物的单位叶面积日固碳量相近,但如果其叶面积指数差异较大,即使2者以相同方式应用于园林绿地,园林绿地单位面积固碳能力也具有明显差异。园林植物单位覆盖面积日固碳量表示园林植物整株单位投影面积上所有叶片在单位时间内所固定二氧化碳的质量 $[g/(m^2 \cdot d)]$,这一指标基于单位叶面积日固碳量和叶面积指数计算而来,叶面积指数测定也会受到植物生长期以及生长状况等因素的影响,但对提高绿地固碳能力的园林植物应用来说,更具直接参考价值。因此,本文同时选取植物单位叶面积日固碳量和单位覆盖面积日固碳量2个指标进行研究

收稿日期:2020-02-14;修回日期:2020-02-28

作者简介:郜 晴(1997-),女,河南新乡人,硕士研究生。研究方向为风景园林规划设计。

* 通信作者:马锦义(1964-),男,江苏南通人,副教授,大学本科毕业。主要从事各类风景园林绿地规划设计与园林植物造景研究。Tel:13776685085; E-mail:majinyi2008@njau.edu.cn。

分析。

1.2 数据来源及处理方法

通过主题词“园林植物”“固碳”在中国知网 (CNKI)检索,查阅近 25 a 已公开发表的园林植物固碳相关学术论文共 153 篇。通过阅读,首先筛选出有试验数据的文章,再对试验数据进行统计,剔除试验数据重复或为包含关系的文章,如遇同种植物试验数据差异过大的情况,通过对数据所在文章进行数据准确性的整体比较,优先选取核心期刊、试验周期更长、试验过程更缜密的 文章数据,并剔除数据相对不准确的文章,最终筛选得到学术论文 82 篇。对其中的植物单位叶面积日固碳量以及单位覆盖面积日固碳量研究数据进行归纳、统计与分析,共涉及植物 445 种。

利用 Excel 表对入选论文中各种植物的固碳数据先进行汇总整理,对于不同作者测定相同树种取得的多个不同数据,剔除与多数试验结果对比明显过高或过低的数据,剩下数据取平均值,即代表该树种的固碳能力数据。之后按不同生活型对各种植物固碳能力数据进行分类,列表排序。

2 结果与分析

2.1 不同生活型植物单位叶面积日固碳量比较

445 种植物按生活型分类,种数最多的是落叶乔木(118 种),种数最少的是藤本(33 种),各生活型植物种数与其单位叶面积日固碳量平均值、最高值和最低值统计结果见表 1^[3-12]。

表 1 不同生活型植物单位叶面积日固碳量 g/(m ² ·d)				
生活型	种数	平均值	最高值	最低值
常绿乔木	77	7.81	20.09(云杉)	1.03(富贵竹)
落叶乔木	118	9.75	34.10(新疆杨)	0.68(美丽异木棉)
常绿灌木	80	7.99	21.72(大花水榭木)	0.90(花叶蔓长春)
落叶灌木	56	10.05	36.21(大叶铁线莲)	1.50(多花蔷薇)
藤本植物	33	3.70	11.90(小叶扶芳藤)	0.02(何首乌)
草本花卉	81	12.16	88.64(鹅绒委陵菜)	0.41(田旋花)

由表 1 可知,草本花卉的单位叶面积日固碳量平均值最高,藤本植物的单位叶面积日固碳量平均值最低,前者是后者的 3.29 倍。草本花卉之所以固碳能力最强,这可能与草本花卉生长期短,生长迅速,试验测得的光合速率值高有关。按平均值高低 6 类生活型排序为草本花卉>落叶灌木>落叶乔木>常绿灌木>常绿乔木>藤本。单个植物种类单位叶面积日固碳量最高的是草本花卉鹅绒委陵菜,最低

的是藤本植物何首乌,前者是后者的 4 432 倍。可见,不同生活型植物的单位叶面积日固碳量差异较大。

2.2 不同生活型植物单位覆盖面积日固碳量比较分析

6 种生活型植物单位覆盖面积日固碳量平均值如图 1。最高的生活型为草本花卉,最低的生活型为藤本植物,这与单位叶面积日固碳量比较结果相同。这是因为草本花卉的叶面积指数同样比藤本植物高,但前者是后者的 4.27 倍,这说明叶面积指数的差异更大。按平均值高低,6 类生活型园林植物固碳能力的排序为草本花卉>落叶乔木>常绿灌木>落叶灌木>常绿乔木>藤本,此结果与单位叶面积日固碳量比较结果有所不同,落叶灌木从第 2 降到第 4,其他顺序不变,这是因为虽然落叶灌木比落叶乔木、常绿灌木的单位叶面积日固碳量平均值稍高一些,但落叶灌木的叶面积指数比落叶乔木和常绿灌木都要低,这就导致其单位覆盖面积日固碳量排序后移。除落叶灌木外,大部分生活型植物的单位覆盖面积日固碳量排序与单位叶面积日固碳量排序具有一致性,说明植物单位叶面积日固碳量是影响植物单位覆盖面积日固碳量的重要因素。

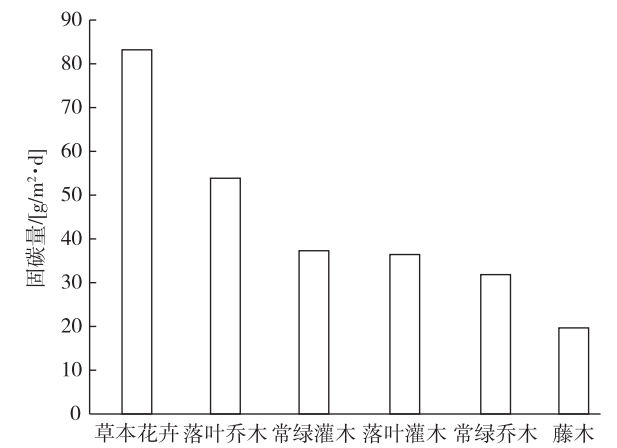


图 1 不同生活型园林植物单位覆盖面积日固碳量

2.3 各生活型园林植物单位叶面积日固碳量前 10 位排序

由于不同研究者所选样本植物个体存在差异,导致植物的叶面积指数测定有一定偏差,因此,本文以植物单位叶面积日固碳量作为指标,对各生活型园林植物固碳能力进行排序,最后得到各生活型中固碳能力较高的前 10 种园林植物,结果如表 2。根据植物固碳量的计算方法可知,植物的单位叶面积日固碳量与植物光合速率呈现正相关^[13],因此表

2 中的排列顺序也反映了植物光合速率的排序,而根据植物叶经济谱包括叶片功能性状的相关研究可知,呈现此种排列顺序可能与这些前 10 位植物比叶面积大、叶氮含量高,因而能快速储存周边环境中的养分有关^[14]。

表 2 不同生活型植物单位叶面积日固碳量前 10 位排序

生活型	前 10 植物名称及其固碳量/[g/(m ² ·d)]
常绿乔木	云杉(20.09)、蚊母树(18.14 [*])、假槟榔(13.12)、酒瓶椰子(13.00)、油杉(12.57)、女贞(12.12 [*])、侧柏(11.92)、冬青(11.83 [*])、长芒杜英(11.81)、加拿利海枣(11.59)
落叶乔木	新疆杨(34.10 [*])、楸子(29.96)、文冠果(29.84 [*])、红花碧桃(20.58 [*])、大叶白蜡(20.03)、苹果(17.18)、小叶白蜡(16.61)、糖槭(16.60 [*])、银中杨(16.47 [*])、白桦(16.13 [*])
常绿灌木	大花水榭木(21.72 [*])、叉子圆柏(20.10 [*])、胶东卫矛(19.07)、金叶榆(18.80)、金边六月雪(18.68)、伞房决明(17.39)、火棘(15.87 [*])、雀舌黄杨(15.38)、夹竹桃(12.78 [*])、胡颓子(12.31 [*])
落叶灌木	大叶铁线莲(36.21)、重瓣榆叶梅(32.71)、龙牙花(24.42)、卫矛(17.98 [*])、紫荆(15.17 [*])、黄刺玫(14.03 [*])、木芙蓉(12.30 [*])、迎春(12.13 [*])、黄栌(11.95 [*])、风箱果(11.89 [*])
藤本	小叶扶芳藤(11.90)、白花油麻藤(11.35)、异叶爬山虎(8.48)、扶芳藤(8.25 [*])、木通(7.77)、海刀豆(7.30)、常春藤(6.44 [*])、凌霄(6.02 [*])、五叶地锦(5.40 [*])、紫藤(5.05 [*])
草本花卉	鹅绒委陵菜(88.64 [*])、芙蓉葵(72.95)、蜀葵(71.24)、常夏石竹(69.18)、日光菊(68.64)、黑心菊(66.31)、紫茉莉(58.48)、斑叶堇菜(57.44)、紫苜蓿(44.72)、二色补血草(44.22)

注: * 为多数数据平均值。

3 提升园林绿地固碳能力的植物应用途径分析

3.1 增加高固碳效应植物种群个体数量

园林绿地中具有高固碳能力的植物数量越多,则绿地固碳效益就越高,所以,可通过增加高固碳能力的园林植物种群个体数量,直接扩大高固碳能力植物的覆盖面积,来提升园林绿地的固碳能力。如城市绿地系统树种规划中的基调树种,是城市园林绿地系统中种群个体数量最大的树种,分布面广,覆盖面积大,如果采用适宜的高固碳能力树种,就能提高城市园林绿地的固碳效应,并有效应对气候变暖问题。表 2 中列出的乔木、灌木植物种类单位叶面积日固碳量较高,各地可以根据当地的气候特点、植物的生态习性、观赏特点等,选择其中适宜的树木种类作为园林绿地植物规划设计应用的基调树种,如榆叶梅、红花碧桃、蚊母树、夹竹桃、紫荆、卫矛、木芙蓉、胡颓子等可作为不同地区园林绿地的高固碳基调树种。

3.2 增加固碳能力相对较强的园林植物种类

园林绿地植物景观强调多样性和丰富性,城市绿地系统植物规划除基调树种外,还包括骨干树种、一般树种和大量草本植物。除基调树种应选择高固碳能力树种外,其他植物也可以在满足有关功能要求的基础上,选择应用固碳能力相对较高的植物种类。例如骨干树种,在城市绿地分布范围广,且分布量和覆盖面积都很大,其种数也比基调树种

多,通常为 30—50 种。选择高固碳效应树种作为骨干树种,也能显著提高城市园林绿地的整体固碳效应。如表 2 中的新疆杨、大叶白蜡、侧柏、云杉、假槟榔、加拿利海枣、糖槭、冬青、女贞、黄栌等植物种,既有较好的观赏效果,又具有相对较高的固碳能力,因此可在城市骨干树种的选择中优先考虑此类树种。另外,草本植物,特别是草本地被植物在城市绿地中应用也十分广泛,并具有较大的覆盖面积,而草本花卉又是各类生活型植物中单位叶面积日固碳量最高的,若能选择其中固碳能力相对更高的加以应用,无疑将会使园林绿地的整体固碳效应得到进一步提升。

3.3 增加园林植物群落景观结构层次

提高园林绿地固碳效应的另一个途径,则是增加植物群落景观的结构层次,以增加植物复合固碳效应的方式提升园林绿地固碳能力。绿地植物群落尽量避免单层设计,多采用乔、灌、草相结合的多层结构,增加单位面积植物群落叶面积复合指数,使得单位面积土地上有更多植物进行光合作用,从而增加绿地固碳效益。各地根据气候特点、植物生长习性以及绿地特定功能要求,将表 2 中的植物进行合理搭配,设计多层次结构的植物景观群落,并将固碳能力较强的乔、灌、草植物进行组合,形成多种可供参考的高固碳植物配合模式,不仅使得单位绿地面积固碳能力较强的植物种数增多,同时也加大了园林绿地综合叶面积指数,从而更进一步提升了园林绿地单位面积的固碳效应和综合固碳能力。

4 结语

在对各类生活型植物固碳量数据进行统计的过程中,存在各种植物的数据量不同,部分植物数据为单一值(此种情况在草本花卉中尤为明显),同种植物重复研究多个成果数据还存在最大值和最小值差距很大的情况,并发现对同种植物固碳量数据的测定条件和方法有差异,所以通过取多数据平均值来排序,可以减少各种因素对排序结果的影响。另外,已有的研究仅为单层植物的固碳能力研究,文中数据也只是针对单个植物的测定,而对于植物群落复合结构中处于中下层的植物,其固碳能力如何,目前尚未见相应研究成果报道,而且现有相同气候带条件下可供应用参考的种类数量还非常有限。园林植物固碳效应的进一步深入系统研究,可为低碳型植物景观应用提供更多和更有价值的科学指导,从而在消减温室气体,应对全球气候变暖方面发挥园林行业应有的作用。

参考文献:

- [1] 冀媛媛,罗杰威,王 婷.建立城市绿地植物固碳量计算系统对于营造低碳景观的意义[J].中国园林,2016,32(8):31-35.
- [2] 高贤明,陈灵芝.植物生活型分类系统的修订及中国暖温带森

林植物生活型谱分析[J].植物学报,1998,40(6):553-559.

- [3] 董 谦,李 艳,李佳琦,等.保定 10 种野生地被植物的生态效益研究[J].西部林业科学,2016,45(5):108-112.
- [4] 王彦宏.10 种大庆地区野生草本地被植物生态效益评价[J].园艺与种苗,2016(11):50-52.
- [5] 郝鑫杰,李素英,王继伟,等.呼和浩特市 13 种绿化植物固碳释氧效率的比较研究[J].西北植物学报,2017,37(6):1196-1204.
- [6] 陈少鹏,庄倩倩,郭太君,等.长春市园林树木固碳释氧与降温降温效应研究[J].湖北农业科学,2012,51(4):750-756.
- [7] 卓春丽.基于生态效益的成都市中心城区立体绿化形式与配置模式研究[D].雅安:四川农业大学,2011.
- [8] 林 萌,郭太君,代新竹.9 种园林树木固碳释氧生态功能评价[J].东北林业大学学报,2013,41(6):29-32.
- [9] 吴金山,王亚沉,徐诗涛,等.3 种木棉光合特性及碳汇能力研究[J].华中师范大学学报(自然科学版),2017,51(1):72-78.
- [10] 陈少鹏.长春市 30 种主要园林树木物候相及生态功能研究[D].长春:吉林农业大学,2011.
- [11] 贾婷婷.吉林省 7 种常见室内植物固碳释氧、释水吸热能力研究[D].吉林:北华大学,2017.
- [12] 徐冬云,周 媛,童 俊,等.42 种攀援植物固碳释氧和降温增湿效应研究初探[J].江西农业学报,2015,27(4):62-65.
- [13] 赵 萱,李海梅.11 种地被植物固碳释氧与降温增湿效益研究[J].江西农业学报,2009,21(1):44-47.
- [14] 曲 鹏,邢亚娟,王庆贵.植物经济谱研究进展[J].中国农学通报,2018,34(10):88-94.

(上接第 43 页)

参考文献:

- [1] 卢 瑛,甘海华,史正军.深圳城市绿地土壤肥力质量评价及管理对策[J].水土保持学报,2005,19(1):153-156.
- [2] 项建光,方海兰,杨 意.上海典型新建绿地的土壤质量评价[J].土壤,2004,36(4):424-429.
- [3] JIM C Y. Physical and chemical properties of a Hong Kong roadside soil in relation to urban tree growth [J]. Urban Ecosystems,1998,2(2):171-181.
- [4] GILL S E, HANDLEY J F, ENNOS A R, et al. Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure [J]. Built Environment, 2007, 33(1):115-133.
- [5] 伍海兵,方海兰.绿地土壤入渗及其对城市生态安全的重要性[J].生态学杂志,2015,34(3):894-900.
- [6] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,2000.
- [7] 中华人民共和国住房和城乡建设部.绿化种植土壤: CJ/T 340-

2016[S].北京:中国标准出版社,2016.

- [8] 韩继红,李传省,黄秋萍.城市土壤对园林植物生长的影响及其改善措施[J].中国园林,2014,19(7):74-76.
- [9] 乔红霞,蒋 媛,付子斌,等.滨湖城市典型公园化河口岸带土壤理化性状研究[J].土壤,2019,51(3):507-516.
- [10] 李 凯.硅酸钙与生物有机肥配施对盐碱土改良效果研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2018.
- [11] 王子腾,耿元波,梁 涛,等.减施化肥和配施有机肥对茶园土壤养分及茶叶产量和品质的影响[J].生态环境学报,2018,27(12):2243-2251.
- [12] 邱传明.土壤有机质提升技术[J].土壤与肥料,2019(5):69-71.
- [13] 伍海兵.上海中心城区典型绿地土壤物理性质特征研究[J].土壤,2018,50(1):155-161.
- [14] 李 聪.不同林型对林下土壤理化性质与土壤细菌多样性的影响[D].哈尔滨:东北林业大学,2013.
- [15] 邹 莉,于 洋,孙婷婷,等.原始红松林土壤微生物量动态及其与土壤理化性质的关系[J].草业科学,2014,31(1):15-21.