

14种耐荫植物对兰州市特殊空间的适应性研究

江迪¹, 肖雯^{1*}, 丁品¹, 吴永华², 杨永花², 孙学刚¹

(1. 甘肃农业大学, 甘肃 兰州 730070; 2. 兰州市园林科学研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要:通过对引种栽培在兰州市特殊空间生态环境的14种耐荫植物的叶绿素和膜脂过氧化指标—丙二醛(MDA)含量的测试研究。结果表明,(1)兰州市城建绿化引进栽培的14种耐荫植物的耐荫能力均有所提高;在本地耐荫能力强弱的顺序是:藤本植物为小叶扶芳藤、金银花、五叶地锦、中华常春藤、三叶地锦、鹅绒藤;地被植物为宽叶麦冬、八宝景天、苔草、玉簪、小冠花、紫花地丁、松塔景天、德国景天。(2)叶绿素a/b值是高原地区界定和评价植物耐荫性强弱的最为可靠和准确的直接指标;a/b值的大小与MDA含量的高低呈正相关,是抗逆性指标中最重要的参数。

关键词:耐荫植物抗逆性;适应性;特殊空间;叶绿素;丙二醛

中图分类号:Q948.13

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2007)02-0028-05

A Study on the Adaptability of Fourteen Types of Shade-tolerance Plants in the Special Space in Lanzhou City

JIANG Di¹, XIAO Wen^{1*}, DING Pin¹, WU Yong-hua², YANG Yong-hua², SUN Xue-gang¹

(1. Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China; 2. Lanzhou Academy of Landscape Gardening, Lanzhou, Gansu 730070, China)

万方数据

Abstract: The contents of chlorophylls and malondialdehyde (MDA) contained in the leaves of 14 shade-tolerant plant species introduced in Lanzhou were measured to study their adaptabilities. The results were as follows. (1) The shade tolerance of plants introduced in the Lanzhou city all increased, the shade tolerance of vine was in the order of *Euonymus fortunei* var. *radicans* > *Lonicera japonica* > *Parthenocissus quinquefolia* > *Hedera nepalensis* var. *sinensis* > *P. tricuspidata* > *Cynanchum Chinense*; the shade tolerance of ground cover plants was in the order of *Liriope platyphylla* > *Sedum spectabile* cv. *carmen* > *Achillea sibirica* > *Hosta plantaginea* > *Coronilla varia* > *Viola philippica* > *Sedum necaense* > *Gynura segetum*. (2) The ratio of chlorophyll a and b (a/b) was an accurate and direct parameter to evaluate the plant shade-tolerance in the area of plateau; the a/b values showed positive correlation with the content of MDA.

Key words: shade-tolerance plant; resistance; adaptability; special space; chlorophyll; malondialdehyde

兰州深居我国内陆腹地,生态环境脆弱、地理位置独特。随着建设工程的高速发展,一座座连接黄河北两岸的高速通道和立交桥构成了兰州市新的景观形态。墙面、庭廊、立柱、河堤、立交桥等多种特殊空间绿化是立体绿化的重要组成部分,而这些特殊空间“绿地”的立地条件相对较差,在特殊空间下光照、温度条件差异很大;人为干扰严重,又受来

往车辆尾气和工业、生活垃圾等诸多不良环境污染的影响。为此,需要对引种的绿化物种及栽培品种进行对比、筛选、研究。国内外许多学者对植物的耐荫性^[1-3]、耐寒性^[4-6]、抗污染性^[7-9]进行了研究。本文依据兰州市区的自然状况和绿化空间的立地生态环境,借鉴有关研究成果和城市绿化经验,探讨引种栽培植物对特殊空间立地环境的适应性变化趋势。对

收稿日期:2006-06-01 修回日期:2006-07-10

基金项目:兰州市科技创新项目“特殊空间绿化技术研究”

作者简介:江迪(1978-),女,上海人,硕士,研究方向为植物抗逆性研究。E-mail: jiangdi919@126.com

* 通讯作者:肖雯,博士,副教授,主要从事抗逆性方面的研究。

兰州市特殊空间生境条件下生长的14种耐荫植物的耐荫性、耐寒性、抗污染性进行研究,以最大程度的发挥垂直绿化所具有的降温、增湿、滞尘、杀菌和减弱噪音等功效,改善生活、生存环境。为兰州市和类似区域城市进行特殊空间绿化中的耐荫植物的选择及绿化模式提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

兰州市地处黄土高原西部的黄河上游河谷盆地,地势东低西高、地形东西狭长如“蚁状”,城市傍河而建,南北二山相拥。特殊的地理环境形成了兰州市风速小、污染源流动性差等特点,是全国乃至世界上空气污染最严重的城市之一。市区平均海拔1520 m左右。年均地面温度11.3℃;年均日照时数为2607.6 h;无霜期189 d。植物栽培土为富含有机质的“客土”,pH值6.8~8.0。灌溉水为黄河水,pH值约为8.0左右。

1.2 试验材料

14种供试材料的编号及名称为:(1)五叶地锦(*Parthenocissus quinquefolia*);(2)三叶地锦(*P. tricuspidata*);(3)中华常春藤(*Heddera nepalensis* var. *sinensis*);(4)小叶扶芳藤(*Euonymus fortunei* var. *radicans*);(5)鹅绒藤(*Cynanchum chinese*);(6)金银花(*Lonicera japonica*);(7)八宝景天(*Sedum spectabile* cv. *carmen*);(8)德国景天(*S. hybridum*);(9)珠芽景天(*S. bulbiferum*);(10)宽叶麦冬(*Liriope platyphylla*);(11)玉簪(*Hosta plantaginea*);(12)瞿草(*Achillea alpina*);(13)小冠花(*Coronilla varia*);(14)紫花地丁(*Viola philippica*);均为生长表现较好、能安全越冬。以引种栽培在兰州市植物园的对照。

1.3 样地分布

采样地点为:兰州市雁盐黄河大桥、小西湖黄河大桥、银滩黄河大桥、解放门立交桥下特殊空间及兰州市植物园(对照区)等5个固定绿化试区。

1.4 采样方法

为确保所测生理指标数据的可靠性和准确性。采用大样本、随机抽样的方法,在植物生长旺盛期(7~9月),从固定样区采样。每供试物种随机选取3~5株,并按上、中、下3个部位,分别摘取成熟、无病、无残缺的叶片3~5枚,用水分饱和的纱布包裹后,依序标号放入取样袋中(即每测试植株采集分上、中、下3个样本单元);返回实验室后,及时进行抗逆

性生理指标的测定工作^[10-12]。本次共采集有效样本单元779个。

1.5 耐荫性的测定

1.5.1 耐荫性指标的不同处理方式 分为3种方式:常温、冷冻(-3℃)、冷藏(2℃);各处理1 h。

1.5.2 耐荫性的测定方法 (1)用纯chl_a、chl_b校正724微机型可见(上海光学仪器厂制造)分光光度仪;(2)从取样袋中取出样本单元,剪碎(避开主叶脉),混匀后称取新鲜叶片0.04 g共3份,分别加入10 mL(丙酮、无水乙醇、蒸馏水混合后的提取液其比例为4.5:4.5:1)和适量石英砂,放入研钵中、研磨至匀浆,依次倒入有编号的试管中;(3)放入暗室处理24 h;(4)以提取液作参照,调好分光光度仪(打开时0,关上100),量取一定体积的测试液倒入比色皿中进行比色,分别记录。

1.6 植物组织中丙二醛(MDA)含量的测定

植物器官衰老或在逆境下遭受伤害,往往发生膜脂过氧化作用,MDA是膜脂氧化的最终分解产物,MDA的积累可能对膜和细胞造成一定的伤害。MDA是常用的膜脂过氧化指标。

1.6.1 低温胁迫处理 剪碎同一编号的植物叶片3~5枚,分别放入温度为2℃(冷藏)和-3℃(冷冻)的冰箱中,处理1~2 h后取出,进行待测处理。

1.6.2 SO₂气体胁迫处理 (1)剪碎3~5枚同一编号的待测植物叶片,放入自封袋内;(2)提取浓硫酸约2 mL加入大试管中,加入少量纯铜片;加热试管,待导管口的SO₂气流稳定时,将导气管伸入“自封袋”内;浓度设计为1 min和2 min(通气时间)2种;通气结束,即将“自封袋”封闭,处理1~2 h后取出,进行待测处理。

1.6.3 丙二醛(MDA)含量的测定步骤 (1)取经过SO₂或低温处理的植物园处理叶片,剪碎称取1 g 2份,分别放入研钵,加入10%TCA 2 mL和适量石英砂,研磨至匀浆,再加入8 mL TCA进一步研磨,匀浆4 000×g离心10 min,去上清液作为样品提取液,每个处理3个重复。

(2)显色反应及测定:分别分为2组,一组吸取提取液2 mL,另一组加入2 mL蒸馏水;2组都加入2 mL 0.6%TBA(用1 mmol/L NaOH少量溶解),混匀后于沸水浴上反应15 min,迅速冷却后再离心。取上清液测定532、600、450 nm波长下的吸光值。

(3)计算公式为: $C_{\text{可溶性糖}}(\text{mmol/L}) = 11.71 D_{450}$; $C_{\text{MDA}}(\mu\text{mol/L}) = 6.45(D_{532} - D_{600}) - 0.56D_{450}$

2 结果与分析

2.1 绿色植物的耐荫性

叶绿素含量随光量子密度的降低而增加,但叶绿素的 a/b 值却减小^[13]。由于叶绿素 a 和叶绿素 b 对光的吸收具有不同的选择性;叶绿素 a 在红光部分的吸收带偏向长光波;而叶绿素 b 在蓝紫光部分的吸收带较宽,其含量相对提高(a/b 值减小),能使植物更有效的捕获和充分利用低光量子密度的能量(散射光)。这也是植物在隐蔽条件下,对生态环境的适应性变化趋势和表达形式。因此,一般均以 a/b 值 3 作为区分植物阳生或阴生特性的标准,本研究以 2.3 作为植物耐荫性强弱的评价标准^[13]。

2.1.1 叶绿素含量的测定与分析 虽然 LSP 与 LCP 代表了植物光合作用光强度的上限和下限,反映了植物叶片对强、弱光量子的利用能力。鉴于特殊空间环境,光强度不断有所改变的实际^[13],该研究仅对引种栽培在兰州市桥体建筑特殊空间的 14 藤本植物和地被植物的叶绿素含量,进行了较为全面的测定。

表 1 五叶地锦的叶绿素含量
Table 1 The content of chlorophyll of *Parthenocissus quinquefolia*

样地	采样部位	样本数	/(mg · g ⁻¹)			
			叶绿素 a	叶绿素 b	a/b	a/b 平均值
雁盐黄河大桥	上	3	0.77	0.74	1.04	
	中	6	1.64	1.50	1.09	1.10
	下	3	1.00	0.89	1.12	
小西湖黄河大桥	上	12	1.16	1.06	1.09	
	中	12	1.36	1.18	1.15	1.11
	下	12	1.59	1.45	1.10	
解放门立交桥	上	15	1.24	1.19	1.04	
	中	15	1.80	1.60	1.13	1.10
	下	12	1.87	1.67	1.12	
银滩黄河大桥	上	9	1.17	1.06	1.10	
	中	6	1.36	1.31	1.04	1.11
	下	3	1.40	1.17	1.20	
植物园(对照)	上	3	0.48	0.43	1.12	
	中	3	1.06	0.95	1.12	1.14
	下	3	0.37	0.31	1.19	

注:表中数据为加权平均值

表 1 对五叶地锦叶绿素含量的测定数据表明:(1)五叶地锦叶绿素含量,因栽培点的不同、遮荫程度的差异、采样植株个体不同和采样部位的区别,叶绿素含量均不相同,且差异明显,变化无序可循。(2)同一栽培点,栽培群体的不同采样部位 a/b 值的

差异,反映了光强因子的强弱变化。(3)不同特殊空间,植物叶绿素 a/b 的加权平均值,基本稳定在 1.10~1.11;说明同物种在不同特殊空间栽培条件下的植物叶绿素 a/b 的加权平均值,具有一致性和稳定性,且对其他物种的测试统计值也佐证了这一点。而植物园(对照区)全光照栽培条件下的五叶地锦,叶绿素含量较低,a/b 值也稍大,但基本稳定在 1.14 左右。(4)以叶绿素 a/b 值的大小,作为界定植物阳生或阴生属性的标准,是较为准确和简单易行的有效方法。

2.1.2 耐荫植物的适应性变化趋势 植物叶片内叶绿素含量与 a/b 值的大小,不仅取决于该植物种的生理特性和生化反应能力,也取决于栽培物种对生态环境的适应性(抗逆性)应变能力。本栽培环境为黄土高原西部的高海拔区域,年均日照时数高达 2 600 h 以上,光照充裕且紫外光辐射强烈。表 2 是对兰州市引种栽培的 6 种藤本植物及 8 种地被植物的 361 个有效样本单元,叶绿素含量的加权平均测定值。测试数据表明:(1)各种植物在遮荫或全光照生长条件下的叶绿素含量的变化基本相同:叶绿素总量呈下降趋势,而 a/b 值的变化幅度不大,特殊空间与对照群体 a/b 比值,在 0.00~0.08 波动。表明以叶绿素 a/b 值作为植物耐荫性强弱的界定标准,是稳定、可靠和准确的。(2)根据表 2 测定数据,兰州市城市特殊空间栽培的 14 种植物耐荫性强弱的排序是:6 种藤本植物为小叶扶芳藤、金银花、五叶地锦、中华常春藤、三叶地锦、鹅绒藤;8 种地被植物为宽叶麦冬、八宝景天、瞿草、玉簪、小冠花、紫花地丁、松塔景天、德国景天。(3)所测 14 种耐荫植物叶绿素含量及 a/b 值,均低于东南沿海及低海拔地区城市的测定值^[14-16],表现出极强的耐荫性。而 a/b 值呈现降低的趋势,不仅反映了植物耐荫性的增强,同时也揭示了栽培植物在高寒地区对光照条件(紫外光照强烈)的适应性变化规律。参照近年来,兰州市城市特殊空间已引种栽培的紫叶小檗(*Berberis thunbergii*)、金叶女贞(*Ligustrum vicaryi*)及小叶黄杨(*Buxus microphylla*)等植物的良好生长表现。为该地或类似地区城市园林绿化植物的选育、提供了可鉴的实例与理论依据。

2.2 耐寒性和抗污染性的测定与分析

对 14 种植物低温和 SO₂ 胁迫处理下 MDA 含量进行了测定(表 3)。

(1)依据表 3 测定数据,参照供试植物的安全越冬能力和生长表现,藤本植物三叶地锦的耐寒性与抗污染性表现较差,且测定数据也说明了这一点。(2)从表 3 测定数据结果可以看出,具有较强耐荫性

的植物,同样也具有较强的耐寒能力和抗污染能力; 寒性与抗污染性能力均较藤本植物为高。由于物种、配置与结构层次的不同,使地被植物的耐

表 2 14 种植物的叶绿素含量

Table 2 The content of chlorophylls of 14 plant species

/(mg · g⁻¹)

序号	植物种类	叶绿素总量	叶绿素 a	叶绿素 b	叶绿素 a / 叶绿素 b	样本数	a/b 平均值
1	五叶地锦	3.05	1.60	1.45	1.10	126	1.10
对照	五叶地锦	2.03	1.08	0.95	1.14	9	
2	三叶地锦	1.68	0.91	0.77	1.18	9	1.20
对照	三叶地锦	1.06	0.58	0.48	1.21	9	
3	中华常春藤	3.05	1.58	1.37	1.15	9	1.16
对照	中华常春藤	1.15	0.62	0.53	1.17	9	
4	小叶扶芳藤	2.98	1.50	1.46	1.03	55	1.04
对照	小叶扶芳藤	1.19	0.62	0.57	1.09	9	
5	鹅绒藤	1.46	0.87	0.59	1.48	9	1.48
6	金银花	3.47	1.79	1.66	1.08	6	1.08
7	八宝景天	0.64	0.33	0.31	1.06	6	1.06
8	德国景天	0.89	0.49	0.40	1.22	6	1.20
对照	德国景天	0.27	0.14	0.12	1.17	6	
9	珠芽景天	1.06	0.57	0.48	1.19	6	1.16
对照	珠芽景天	0.79	0.42	0.37	1.14	6	
10	宽叶麦冬	1.53	0.78	0.75	1.04	9	1.04
11	玉簪	2.30	1.22	1.06	1.15	9	1.12
对照	玉簪	2.30	1.19	1.10	1.08	9	
12	薹草	1.90	0.99	0.88	1.13	21	1.11
对照	薹草	1.32	0.68	0.64	1.06	9	
13	小冠花	2.89	1.52	1.36	1.12	6	1.12
对照	小冠花	1.79	0.94	0.84	1.12	9	
14	紫花地丁	3.48	1.82	1.66	1.10	6	1.15
对照	紫花地丁	1.81	0.98	0.83	1.18	9	

注: 平均值为该物种在不同立地条件下的加权平均值,对照为植物园全光照条件下的测试数据。

表 3 各种植物的丙二醛含量

Table 3 The content of MDA in the plants

/(μmol · g⁻¹)

植物	样本数	冷藏 2℃	样本数	冷冻 -3℃	样本数	SO ₂ (1 s)	样本数	SO ₂ (2 s)
五叶地锦	28	4.06	35	4.66	6	8.73	6	9.29
三叶地锦	8	9.32	6	11.28	6	18.02	3	17.10
中华常春藤	6	5.78	11	8.68	7	5.83	9	5.99
小叶扶芳藤	18	5.38	11	6.87	9	7.01	8	5.21
鹅绒藤	5	3.74	9	7.42	—	—	—	—
八宝景天	6	0.93	—	—	4	1.23	5	1.30
德国景天	9	2.34	—	—	5	1.56	2	1.86
珠芽景天	5	1.18	—	—	7	1.14	4	1.47
玉簪	—	—	—	—	8	4.69	8	5.07
薹草	18	3.73	11	3.83	5	5.00	2	5.26
小冠花	6	4.87	—	—	9	3.97	5	5.16
紫花地丁	3	2.49	—	—	7	3.82	4	4.43

注: 部分植物的样本单元,因叶片剪碎胁迫处理后的重量不足 1 g,而未能如期测定。

3 结论与讨论

植物叶绿素 a/b 值的高低是该域评价植物耐荫能力的最为可靠和准确的直接指标,也是该区今后引种、选育、栽培的主要依据之一。

6 种藤本植物和 8 种地被植物在研究区的耐荫强弱的排序分别为:小叶扶芳藤、金银花、五叶地锦、中华常春藤、三叶地锦、鹅绒藤和宽叶麦冬、八宝景天、薹草、玉簪、小冠花、紫花地丁、松塔景天、德国景天。

在该区域栽培的 14 种耐荫植物的叶绿素 a/b 值普遍呈下降趋势,表现了极强的耐荫特性(1.04~1.48)和适应变化能力。

有待完善的 14 种耐荫植物的耐寒性和抗污染性生理指标的测定(表 3),仍然可以看出,由于组合群落、物种与配置结构层次的不同,地被植物的耐寒性和抗污染性生理指标,在整体上高于藤本植物,且强弱排序与叶绿素 a/b 值的大小存在的某种正相关性^[18],还须进一步研究探讨。

参考文献:

[1] 王雁,马武昌.扶芳藤、紫藤等 7 种藤本植物光能利用特性及耐荫性研究[J].林业科学研究,2004,17(3):305-309.
 [2] Abrams M D. Leaf structural characteristics of 31 hard wood and conifer tree species in central Wisconsin; influence of light regime and shade-tolerance rank[J]. Forest Ecology and Management, 1990, 31: 245-253.
 [3] 岳华.常春藤在室内生长适宜光照范围研究[J].植物研究,

2004, 24(2): 179-183.
 [4] 沈漫.不同温度条件下常春藤叶片磷脂变化的比较分析[J].园艺学报, 2003, 30(4): 431-435.
 [5] 董丽,黄亦工,贾奕娥,等.北京园林主要常绿阔叶植物抗冻性及其测定方法[J].北京林业大学学报, 2002, 24(3): 197-204.
 [6] 刘慧民,王昆,李奇石,等.五叶地锦低温处理条件下与抗寒相关的部分生理生化指标的变化规律[J].东北林业大学学报, 2003, 31(4): 74-75.
 [7] 张德强,褚国伟,余清发,等.园林绿化植物对大气二氧化硫和氟化物污染的净化能力及修复功能[J].热带亚热带植物学报, 2003, 11(4): 336-340.
 [8] 李淑娟,李汝娟,王景红.2002 年西安地区常绿园林植物冻害分析[J].西北林学院学报, 2005, 20(2): 147-151.
 [9] 苏行,胡迪琴,林植芳,等.广州市大气污染对两种绿化植物叶绿素荧光特性的影响[J].植物生态学报, 2002, 26(5): 599-604.
 [10] 张志良.植物生理学实验指导(第二版)[M].北京:高等教育出版社, 1990.
 [11] 陈辉蓉,吴振斌.植物抗逆性研究进展[J].环境污染治理技术与设备, 2001, 6(3): 7-13.
 [12] 王雁,苏雪痕,彭镇华.植物耐荫性研究进展[J].林业科学研究, 2002, 15(3): 349-355.
 [13] 伍世平,王君健,于志熙.11 种地被植物的耐荫性研究[J].武汉植物学研究, 1994, 12(4): 360-364.
 [14] 张庆费,夏楷,钱又字.城市绿化植物耐荫性的诊断指标体系及其应用[J].中国园林, 2000, (6): 93-95.
 [15] 白伟岚,任建武,高永伟,等.园林植物的耐荫性研究[J].林业科技通讯, 1999, (2): 12-15.
 [16] 丛者福. SO₂ 污染空气影响下树木叶片叶绿素含量的动态变化[J].新疆农业大学学报, 1998, 21(4): 297-300.

西北农林科技大学林学院 2006 年喜获 三项科研成果和四项国家发明专利

在 2006 年下半年结束的陕西省科学技术奖评选工作中,我院孙润仓教授主持的“农林废弃物资源转化基础研究”和符毓秦研究员主持的“84K 杨引种与遗传改良研究”成果同时获得了陕西省科学技术一等奖,由吴万兴副研究员主持的“魔芋北移引种产业化技术及魔芋精粉标准研究”成果获得陕西省科学技术二等奖。由董娟娥副教授主持的“绿色杜仲雄花蕾茶的制备方法”、“一种脱除杜仲叶苦涩异味的方法”以及张存莉副教授主持的“一种利用菊苣制备菊苣酸的工艺”和张睿副研究员主持的“二步变馏式回水蒸馏法提取玫瑰油的工艺”分获国家发明专利。