

王 宾,温永宏. 寒旱地区屋顶绿化植物抗寒性测定方法比较研究[J]. 江苏农业科学,2018,46(21):157-159.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.21.039

寒旱地区屋顶绿化植物抗寒性测定方法比较研究

王 宾¹, 温永宏^{1,2}

(1. 银川能源学院,宁夏银川 750105; 2. 宁夏第二建筑有限公司,宁夏银川 750021)

摘要:为研究寒旱地区屋顶绿化植物的抗寒性及不同试验测定方法对抗寒性强弱的影响,采用 4 种不同方法对 8 种植物的细胞质膜透性、组织含水量(RWC)、丙二醛(MDA)含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性等抗寒性指标进行试验测定。结果表明,4 种测定方法中组织含水量的差异性最显著,抗寒性强弱次序为胭脂红景天>尖叶石竹>三叶草>垂盆草>草地早熟禾>反曲景天>八宝景天>佛甲草。4 种测定方法在抗寒性强弱影响因素方面没有表现出一致性,但总体可以分为 2 类:抗寒性强的为胭脂红景天、尖叶石竹、三叶草、垂盆草,抗寒性弱的为草地早熟禾、反曲景天、八宝景天、佛甲草。对测定方法进行比较,如果只是初步测定植物抗寒性的强弱可以采用组织含水量测定进行分析;若要精细测定抗寒性,可选取多个指标进行综合分析。

关键词:屋顶绿化;抗寒性;细胞质膜透性;MDA 含量;SOD 活性;RWC

中图分类号: S184;Q945.78 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)21-0157-03

随着城市化进程的加快、排放物的增多和城市绿化面积的大量减少,导致 PM_{2.5} 逐渐增加^[1]。屋顶绿化能有效地利用屋面裸露的空间进行绿化,在城市绿化用地日益紧张的今天,屋顶绿化在越来越多的城市中被采用和推广。在寒冷干旱地区屋顶绿化实施的关键在于植物能否安全越冬。屋顶的生态环境决定了屋顶绿化植被的选择应重点考虑植物的抗寒性。

国内学者在植物抗寒性鉴定方法和生理指标测定方面开展了一些研究。裴文等对 9 种不同的木兰科植物进行试验,主要研究植物相对电导率、可溶性糖含量的变化对抗寒性的影响,结果表明木兰科植物的抗寒性强弱可以通过可溶性蛋白质含量和游离脯氨酸含量的变化进行测定^[2]。娄晓鸣等对 10 种景天植物的抗寒性进行研究,主要测定相对电导率和水分含量 2 个抗寒性指标,并研究所测指标与景天植物抗寒性的关系^[3]。李秋娜等为研究佛甲草地上部分冬季温度变化对生理指标的影响,采用测定电解质渗透率、丙二醛(MDA)和可溶性糖含量的方法进行研究,并分析了佛甲草的抗寒性影响指标^[4]。林艳等主要利用电导率试验测定方法,在冬季低温条件下,对平枝枸子等 5 种冬季宿果植物进行抗寒性测定,以此判断抗寒性的差异^[5]。张杰等对六角、夏辉等景天植物的抗寒性进行研究,其测定指标主要是电导率、叶片孔隙率^[6]。宋丽华等为研究银杏等乔木的抗寒性,采用低温处理试验,对 MDA 含量、可溶性糖含量、脯氨酸含量、电导率指标进行测定,分析低温胁迫对抗寒性的影响^[7]。周伟伟为研究不同屋顶绿化植物对干旱、高温、低温的适应性,对 10

余种植物进行试验,主要测定叶片相对含水量、细胞质膜透性(RP)、MDA 含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性等指标^[8]。综上所述,在植物抗寒性的测定方法方面,主要测定相对电导率、可溶性糖含量、水分含量、MDA 含量、脯氨酸含量、SOD 活性等指标。但针对寒冷干旱地区屋顶绿化植物抗寒性测定方法的研究未见报道。

本研究对适宜寒冷地区屋顶绿化的低矮植物进行初步筛选,确定 8 种不同的植物,通过测定并对比 RP、组织含水量(RWC)、MDA 含量、SOD 活性 4 个指标,初步确定屋顶绿化植物的抗寒性强弱,为寒冷干旱地区实施屋顶绿化提供一定的参考。

1 材料与方法

1.1 材料

试验材料为八宝景天、反曲景天、胭脂红景天、佛甲草、草地早熟禾、垂盆草、三叶草、尖叶石竹,这 8 种绿化植物均具有一定的抗寒性。8 种植物设 3 个重复,盆栽于宁夏银川市园林场内某二层仓库屋顶(106.049°E,38.491°N),生长期间进行常规施肥和养护。

1.2 方法

1.2.1 低温胁迫处理 银川地区冬季寒冷干旱,多数植被茎叶干枯,本次试验主要针对植物根系进行数据测定。考虑到根系的特殊性,其组织含水量的测定采用室外植株根系直接取样,根据天气预报及室外气温的变化,于 2017 年 1 月 19 日凌晨 8 点(当天气温最高 -3℃,最低 -16℃)在试验地点挖出待测植物的根系若干,去掉杂质用自来水冲洗干净。参考相关文献的做法^[9],将冲洗干净的根系用去离子水冲洗 3 次,再将根系包裹在用去离子水浸泡过的纱布内,用聚乙烯薄膜包好放在 -15℃ 冰箱内处理 12 h,然后将根系置于 0℃ 的冰箱中放置 24 h,让根系充分解冻。对根系进行处理,选取生理功能无损伤的根系样品进行相关指标测定。

1.2.2 指标测定 样品在经过低温胁迫、解冻处理后,分别

收稿日期:2017-06-24

基金项目:宁夏高等学校科学技术研究项目(编号:NGY2016243);宁夏大学生校外实践教育基地项目(宁高教办[2014]142号)。

作者简介:王 宾(1984—),男,山东潍坊人,硕士,讲师,主要从事旱区节水灌溉及屋顶绿化技术研究。Tel: (0951) 7831715; E-mail: ecabc@qq.com。

测定 RP、RWC、MDA 含量、SOD 活性。4 个指标测定方法:RP 采用雷磁 DDS-11D 型电导仪进行电导率的测定;RWC 的测定:选取解冻后的处理根系,称取鲜质量(WF)后,放入烘箱内,80℃烘至恒干,冷却后称取干质量(WD), $RWC = (WF - WD) / WF \times 100\%$;MDA 含量测定采用硫代巴比妥(TBA)显色法;SOD 活性测定采用氮蓝四唑(NBT)显色法。每个样品测定 3 次,根据所测得的数据,分别计算各低温处理及对照 4 个指标的平均值,并进行方差分析。

1.2.3 数据处理 用 Excel 2010 软件对原始数据进行处理,并作图;采用 SPSS 18.0 统计分析软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 RP 测定结果与分析

植物受到低温胁迫后,细胞膜会不同程度地受到破坏,进而导致膜透性增大,使细胞内物质(尤其是电解质)大量渗出,引起植物细胞浸提液电导率的变化。抗逆性较强的植物,其细胞质膜透性增幅较小,并且会在逆境胁迫消失后,趋于正常。反之,抗逆性较弱的植物,细胞质膜透性增幅较大,而且在逆境胁迫消失后,不能恢复,造成植物逆境伤害,甚至死亡。植物的抗寒性强弱可以采用电导法测定细胞质膜透性来判断。本试验在不同低温胁迫条件下测得 8 种不同植物根系相对电导率,结果见图 1。为分析 8 种植物相对电导率的差异,对试验数据进行方差分析。由表 1 可知, $P = 6.79 \times 10^{-12}$,远远小于 0.01,可以判定 8 种植物间的相对电导率达极显著差异。相对电导率越大,表示该植物抗寒性越弱,反之越强。由图 1 可以看出,8 种植物抗寒性由弱到强依次为佛甲草、八宝景天、反曲景天、草地早熟禾、垂盆草、三叶草、胭脂红景天、尖叶石竹。

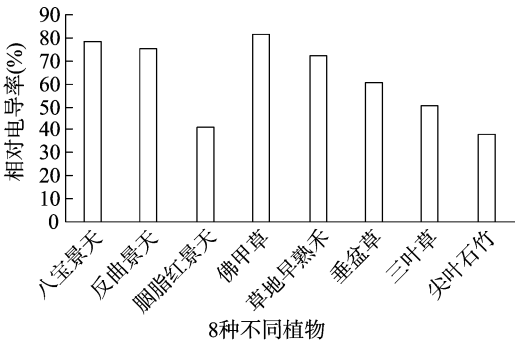


图1 低温胁迫对植物根系组织相对电导率的影响

表 1 RP 方差分析					
变因	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
组间	0.838	7	0.120	27.860	6.79×10^{-12}
组内	0.137	32	0.004		
总数	0.975	39			

2.2 RWC 测定结果与分析

RWC 的大小直接影响植物的生理代谢。寒冷干旱地区,低温胁迫下植物通过降低根系内水分含量、增加细胞液浓度来降低结冰的可能性。根系含水量大的植物,在极度寒冷的条件下,会出现根系冻伤甚至死亡。根系含水量少的植物,出现冻伤的概率会少很多。植物抗寒性的大小可以用 RWC 来判断,本试验在低温胁迫条件下,测得 8 种不同植物根系

RWC 的变化,结果见图 2。为分析 8 种植物 RWC 差异,对试验数据进行方差分析。由表 2 可知, $P = 1.15 \times 10^{-16}$,远远小于 0.01,可以判定 8 种植物间的 RWC 均达极显著差异。叶片含水量越大,表示该植物抗寒性越弱,反之越强。由图 2 可以看出,8 种植物抗寒性由弱到强依次为佛甲草、八宝景天、反曲景天、草地早熟禾、垂盆草、三叶草、尖叶石竹、胭脂红景天。

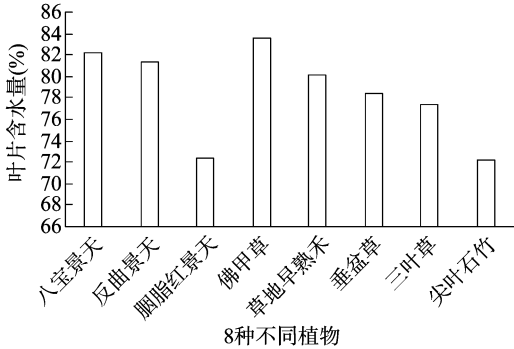


图2 低温胁迫对植物根系组织相对含水量的影响

表 2 RWC 方差分析					
变因	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
组间	0.090	7	0.013	60.604	1.15×10^{-16}
组内	0.007	32	0.000		
总数	0.096	39			

2.3 MDA 含量测定结果与分析

植物在逆境条件下,会产生膜脂过氧化,植物细胞膜脂过氧化程度的体现之一为 MDA 含量的变化,MDA 含量越高,说明膜脂过氧化程度高,植物细胞膜受损严重。因此,可以通过 MDA 含量的多少来判定植物抗寒性的强弱。本试验在不同低温胁迫条件下测得 8 种不同植物根系 MDA 含量的变化结果,见图 3。为分析 8 种植物 MDA 含量的差异,对试验数据进行方差分析。由表 3 可知, $P = 2.97 \times 10^{-6}$,远远小于 0.01,可以判定 8 种植物间的 MDA 含量均达极显著差异。MDA 含量越大,表示该植物抗寒性越弱,反之越强。由图 3 可以看出,8 种植物抗寒性由弱到强依次为佛甲草、八宝景天、反曲景天、草地早熟禾、尖叶石竹、垂盆草、三叶草、胭脂红景天。

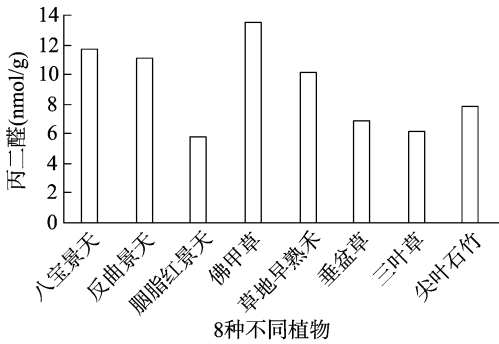


图3 低温胁迫对植物根系组织 MDA 含量的影响

2.4 SOD 活性测定结果与分析

植物受到低温胁迫时,体内活性氧失去平衡,导致超氧离子含量增加。植物体内 SOD 在植物细胞受到逆境胁迫时,能有效降低超氧离子,防止细胞膜受到损坏,同时能降低 MDA

表 3 MDA 含量方差分析

变因	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
组间	289.870	7	41.410	9.325	2.97×10^{-6}
组内	142.107	32	4.441		
总数	431.976	39			

含量。因此,在低温胁迫下 SOD 活性的高低,可以反映植物抗寒性的强弱,SOD 活性越大,植物抗寒性越强。本试验在低温胁迫条件下测得 8 种不同植物根系 SOD 活性的变化,结果见图 4。为分析 8 种植物 SOD 活性的差异,对试验数据进行方差分析。由表 4 可知, $P = 3.62 \times 10^{-9}$,远远小于 0.01,可以判定 8 种植物间的 SOD 活性均达极显著差异。SOD 活性越大表示该植物抗寒性越强,反之越弱。由图 4 可以看出,8 种植物抗寒性由弱到强依次为佛甲草、反曲景天、八宝景天、草地早熟禾、三叶草、垂盆草、尖叶石竹、胭脂红景天。

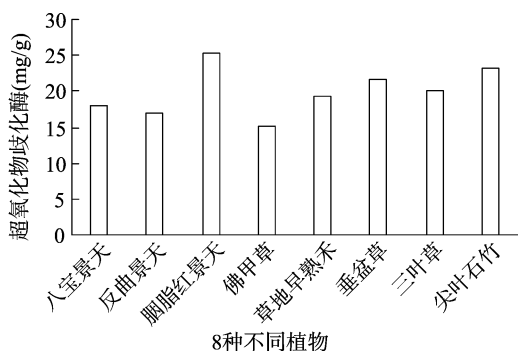


图4 低温胁迫对植物根系组织 SOD 活性的影响

表 4 SOD 活性方差分析

变因	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
组间	2 091.106	7	298.729	17.064	3.62×10^{-9}
组内	560.204	32	17.506		
总数	2 651.310	39			

2.5 8 种植物抗寒性综合分析

对 8 种植物的 4 个抗寒性指标进行测定,结果发现每个抗寒性指标强弱存在一定差异,但对每个指标进行方差分析,各种植物间均表现出极显著差异,说明选取的指标均能影响植物的抗寒性。对比 4 个测定指标数值的差异性发现,RWC 测定结果差异性最显著。综合 8 种植物 4 个指标的抗寒性表现可知,胭脂红景天、尖叶石竹、三叶草、垂盆草的抗寒性优于其他 4 种,其中胭脂红景天在 3 种测定指标下抗寒性最强(表 5)。尖叶石竹、三叶草、垂盆草则表现出不一致性。无论何种测定方法,8 种植物中草地早熟禾、反曲景天、八宝景天、佛甲草 4 种植物抗寒性表现一致,其中佛甲草的抗寒性最弱。

3 结论与讨论

本研究选取 RP、RWC、MDA 含量、SOD 活性共 4 个抗寒性指标进行测定,通过分析可知,4 个指标均可以判断 8 种试验植物的抗寒性大小。试验选取低温气温条件下的植物根系组织,测定具有一定的可行性。从测定方法看,RP、RWC 的测定方法较为简单,MDA 含量、SOD 活性的测定方法较为繁琐,但是相关研究表明 MDA 含量、SOD 活性更能从生理上反映植物的抗寒性强弱。从各指标的灵敏性看,依次对比分析

表 5 不同测定指标下 8 种植物抗寒性分析

序号	8 种植物抗寒性由强到弱			
	RP	RWC	MDA 含量	SOD 活性
1	尖叶石竹	胭脂红景天	胭脂红景天	胭脂红景天
2	胭脂红景天	尖叶石竹	三叶草	尖叶石竹
3	三叶草	三叶草	垂盆草	垂盆草
4	垂盆草	垂盆草	尖叶石竹	三叶草
5	草地早熟禾	草地早熟禾	草地早熟禾	草地早熟禾
6	反曲景天	反曲景天	反曲景天	八宝景天
7	八宝景天	八宝景天	八宝景天	反曲景天
8	佛甲草	佛甲草	佛甲草	佛甲草
P 值	6.79×10^{-12}	1.15×10^{-16}	2.97×10^{-5}	3.62×10^{-9}

4 个指标测定方法的差异性,RWC 测定结果差异性最显著。这说明在寒冷干旱地区低温胁迫下,8 种植物中植物 RWC 的大小对抗寒性有重要的影响,本研究中 8 种植物抗寒性强弱次序为胭脂红景天>尖叶石竹>三叶草>垂盆草>草地早熟禾>反曲景天>八宝景天>佛甲草。从整个试验结果来看,4 个指标测定方法在抗寒性的强弱方面没有表现出完全的一致性,但总体可以分为 2 类:抗寒性强的为胭脂红景天、尖叶石竹、三叶草、垂盆草,抗寒性弱的为草地早熟禾、反曲景天、八宝景天、佛甲草,其中胭脂红景天在 3 种测定指标中均表现出较强的抗寒性。

通过 4 个指标测定方法的对比分析,如果试验条件有限,只是想初步测定植物抗寒性的强弱可以采用 RWC 测定进行分析。植物抗寒性的影响因素较多,且各影响因素之间存在相互影响,在试验条件允许的情况下,应尽可能地测定多个指标,通过科学合理的分析方法分析每一个测定指标的影响差异。本研究选取的根系组织是在低温条件下取样,有一定的合理性,各测定指标的变化可以反映出植物在低温胁迫下的适应能力。在今后的研究过程中应侧重不同低温胁迫条件下,分析不同植物各抗寒指标的变化情况,分析其抗寒性的强弱将更为科学合理。

参考文献:

- [1]Wong N H,Chen Y,Ong C L,et al. Investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical environment [J]. Building & Environment,2003,38(2):261-270.
- [2]裴文,李鹏,裴海潮,等. 低温条件下 9 种木兰科植物抗寒性研究[J]. 河南农业科学,2014,43(4):101-105.
- [3]姜晓鸣,吕文涛,张文婧. 景天属植物抗寒性调查及抗寒生理指标[J]. 江苏农业科学,2012,40(3):150-151.
- [4]李秋娜,孔郑,张身嗣. 佛甲草对冬季自然温度变化的生理响应[J]. 江苏农业科学,2012,40(6):175-177.
- [5]林艳,郭伟珍,黄印冉. 五种冬季宿果植物抗寒性及电导率变化规律研究[J]. 北方园艺,2010(1):142-143.
- [6]张杰,李海英. 轻型屋顶绿化景天属植物的耐寒性[J]. 中国农学通报,2010,26(23):249-253.
- [7]宋丽华,宋永艳. 几种乔木绿化树种抗寒性比较[J]. 中国城市林业,2010,8(1):7-9.
- [8]周伟伟. 北京地区屋顶绿化地被植物的抗逆性研究[D]. 北京:中国林业科学研究院,2008.
- [9]高青海,吴燕,徐坤,等. 茄子嫁接苗根系对低温环境胁迫的响应[J]. 应用生态学报,2006,17(3):390-394.