



不同萱草和鸢尾品种的抗寒性比较

王 冲, 宋 阳

(辽宁林业职业技术学院 园林学院, 辽宁 沈阳 110101)

摘要:为比较北方常用园艺宿根花卉鸢尾和萱草的抗寒性,为园林绿化应用奠定基础,以5种鸢尾和3种萱草品种的实生苗为试验材料,研究了人工模拟低温处理后,叶片的相对电导率、可溶性糖含量、游离脯氨酸、可溶性蛋白的生理生化指标的变化规律。结果表明:通过多重比较分析得出,3个萱草品种的各项生理指标测定结果与5个鸢尾品种均存在显著差异,说明萱草和鸢尾的抗寒性存在显著差异($P<0.01$)。金娃娃萱草和海尔范萱草的电导率平均值最小,分别为44.42和46.95,均显著低于5个鸢尾品种;而3个萱草的可溶性蛋白、游离脯氨酸和可溶性糖的平均值均较高于5个鸢尾品种。综合说明,各项生理指标的测定结果比较一致,均可作为抗寒生理指标鉴定的依据。通过隶属函数对抗寒性进行综合分析,得出萱草的抗寒性高于鸢尾,几种鸢尾和萱草的抗寒性强弱顺序为:金娃娃萱草>北黄花菜>海尔范萱草>溪荪鸢尾>单花鸢尾>蓝蝴蝶鸢尾>粗根鸢尾>野鸢尾。

关键词:低温;宿根花卉;抗寒性;生理指标

随着生态文明城市建设的兴起,绿色植物扮演越来越重要的角色,宿根花卉在园林绿化中应用越来越广泛,观赏性强、花色艳丽、花型奇特、花期长、景观效果好的宿根花卉成为园林绿化的首选。北方地区冬季严寒,抗寒性强弱是宿根花卉在北方地区栽植的最主要考虑因素。因此,开展园林植物抗寒性研究成为当前的研究热点。萱草和鸢尾的品种较多、花色艳丽、花期较长,又有较强的抗寒抗旱能力,目前在北方城市绿化中应用较多。近几年园林应用的绿化品种主要是开黄色花的金娃娃萱草、开蓝色花的粗根鸢尾和溪荪鸢尾。目前,萱草和鸢尾的研究主要集中在野生资源的开发和利用、新品种的培育、繁殖栽培、品种分类以及园林应用等方面,有关抗寒性的研究较少。因此,本文以3种萱草和5种鸢尾植物为试材,测定人工模拟低温条件下的生理指标,探讨萱草和鸢尾不同花卉及不同品种间的耐寒能力强弱,为北方地区引种宿根花卉提供技术支持和理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

以北黄花菜、金娃娃萱草、海尔范萱草、单花鸢尾、蓝蝴蝶鸢尾、野鸢尾、溪荪鸢尾、粗根鸢尾8种植物实生苗的叶片为试验材料进行抗寒指标

测定,试验材料栽植于沈阳农业大学园艺基地。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2015年5月在沈阳农业大学园艺基地进行,采集时间为6:30,选择栽培管理条件和选取长势良好一致的植株,随机剪取生长叶片,装进塑料袋带回实验室,分别用自来水和蒸馏水对叶片进行冲洗并用滤纸吸净表面的水分,用保鲜袋包裹。

采用人工低温对8种植物叶片进行低温处理,温度梯度分别为0、-5、-10、-15、-20、-25、-30、-35℃,供试材料放入低温恒温槽,降温速度为2h,达到所需低温时,每个处理12h,然后进行生理指标测定,每个处理3次重复。

1.2.2 测定项目与方法 叶片除去中脉后,先用自来水冲洗干净,再用去离子水漂洗3次,在滤纸上吸干。用直径5~8mm的打孔器打取45片圆片叶(避开主脉),分3份,纱布包好,放入具塞试管后加入10mL蒸馏水。摇匀振荡1min后,第1次测电导率(E_0);然后室温下放置24h,充分摇匀后第2次测电导率(E_1);然后,把试管置沸水浴中15min后冷却,测定第3次电导率(E_2)。根据下面公式计算相对电导率。 $REC(\%) = (E_1 - E_0) / (E_2 - E_1) \times 100$ 。

相对电导率通过拟合 Logistic 方程 $y = k / (1 + ae^{-bt})$ 计算几种鸢尾和萱草的半致死温度(LT50),式中 y 代表相对电导率, t 代表处理温度, k 为细胞伤害率饱和容量, a, b 为方程参数。根据不同温度下的电导率值,通过直线回归方法求得 a, b 值及相关系数 r 。曲线拐点 $x = (\ln a) /$

收稿日期:2018-01-20

基金项目:辽宁省教育厅一般资助项目(L2014553)。

第一作者简介:王冲(1985-),女,博士,讲师,从事观赏植物遗传育种研究。E-mail:263038000@qq.com。

b,即为半致死温度。

游离脯氨酸含量采用酸性茚三酮法测定;可溶性糖含量采用蒽酮显色法测定;可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝法测定。

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2003 软件进行数据统计和作图,用 SPSS 17.0 软件进行方差分析和多重比较分析。

采用隶属函数值法对植物抗寒性进行综合评价。具体的计算方法如下:

如果某一生理指标与植物抗寒性呈正相关关系,则计算公式为: $R(X_i)=(X_i-X_{\min})/(X_{\max}-X_{\min})$;如果某一生理指标与植物抗寒性呈负相关关系,则计算公式为: $X(i)=1-(X_i-X_{\min})/(X_{\max}-X_{\min})$ 。式中 $R(X_i)$ 为某一生理指标的测定值; X_{\min} 为某一生理指标测定值中的最小值; X_{\max} 为某一生理指标测定值中的最大值。

所测数据中,可溶性蛋白质含量、可溶性糖含量、游离脯氨酸含量采用隶属函数计算,电导率用

反隶属函数的方法计算。

2 结果与分析

2.1 电导率变化及半致死温度

测定 5 种鸢尾和 3 种萱草叶片的相对电导率,从图 1 可知,随着处理温度的降低,几个鸢尾和萱草品种的相对电导率都呈现不断增加的趋势。在降温初期相对电导率急剧上升,当低温胁迫控制在 $-15\sim-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时趋于缓慢并稳定。不同品种电导率的具体变化幅度有差异,当胁迫稳定在 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,5 个鸢尾品种的相对电导率都超过了 50%,表明细胞膜被破坏的程度已经很严重;3 个萱草品种的相对电导率在各低温阶段均较低,在 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时达到最大值。从表 1 中方差分析结果看,萱草与鸢尾的相对电导率在不同低温胁迫下均存在显著差异($P<0.01$)。当胁迫低温在 $-30\sim-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,各品种之间的电导率均达到显著差异。

表 1 几种鸢尾和萱草低温胁迫下相对电导率的方差分析

Table 1 The variance analysis of relative conductivity in several kinds of *Iris* and *Hemerocallis* under different low temperatures

| 花卉材料 Flower materials | 相对电导率/% Relative conductivity | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 0 $^{\circ}\text{C}$ | -5 $^{\circ}\text{C}$ | -10 $^{\circ}\text{C}$ | -15 $^{\circ}\text{C}$ | -20 $^{\circ}\text{C}$ | -25 $^{\circ}\text{C}$ | -30 $^{\circ}\text{C}$ | -35 $^{\circ}\text{C}$ |
| 蓝蝴蝶鸢尾 | 15.37 d | 45.14 a | 64.86 a | 73.39 a | 82.95 b | 83.35 c | 82.97 e | 84.36 e |
| 粗根鸢尾 | 18.78 b | 27.67 d | 45.39 cd | 54.89 d | 65.67 | 87.22 b | 90.89 b | 90.52 b |
| 单花鸢尾 | 16.67 c | 35.55 b | 55.43 b | 69.31 b | 78.24 d | 87.63 b | 87.81 c | 87.68 c |
| 溪荪鸢尾 | 15.29 d | 28.02 d | 44.82 d | 60.20 c | 80.55 c | 94.67 a | 95.84 a | 95.84 a |
| 野鸢尾 | 19.30 a | 32.67 c | 47.25 c | 69.48 b | 84.65 a | 84.08 c | 84.29 d | 84.61 d |
| 金娃娃萱草 | 7.85 f | 13.11 f | 30.45 e | 47.14 ef | 62.23 g | 64.77 f | 64.98 h | 64.81 h |
| 海尔范萱草 | 8.12 f | 14.34 f | 32.55 f | 49.04 e | 65.72 f | 68.21 e | 69.16 g | 68.43 g |
| 北黄花菜 | 12.20 e | 20.83 e | 40.49 e | 45.68 f | 71.49 e | 77.46 d | 77.83 f | 77.74 f |

同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),下同。

Different lowercase after same column data indicate significant difference,the same below.

由表 2 显示,回归方程相关系数 r 介于 $0.862\ 5\sim0.978\ 3$,表明不同低温处理后的几种宿根花卉的相对电导率遵循 Logistic 方程的变化规律且与半致死温度呈线性关系,由拟合结果可知,蓝蝴蝶、粗跟鸢尾、单花鸢尾、溪荪鸢尾、野鸢尾、金娃娃萱草、海尔范萱草和北黄花菜的半致死温度分别为 $-7.13\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-12.30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-10.03\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-10.76\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-10.08\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-14.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-13.62\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-12.94\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。以低温半致死温度高低来判断植物抗寒能力的强弱,半致死温度越低,抗寒能力越

强,反之则相反。从低温半致死温度高低来看,几种鸢尾和萱草的抗寒性强弱顺序为:金娃娃萱草>海尔范萱草>北黄花菜>粗根鸢尾>溪荪鸢尾>野鸢尾>单花鸢尾>蓝蝴蝶鸢尾。

2.2 可溶性糖的变化

抗寒性强弱也与可溶性糖含量有直接关系,在气候逐渐变冷时,植物体内的可溶性糖会增加,用来调节细胞的渗透势,有研究发现在降温时植物的呼吸减弱,可溶性糖的消耗也慢慢减少,并且此时植物体内淀粉一部分也会转化成可溶性糖,

用来抵抗低温引起的伤害。从表 3 可以看出,鸢尾和萱草在低温条件下,可溶性糖含量都是随着温度降低呈现先增加后降低的趋势。几种萱草体内可溶性糖含量均在一25℃时达到最高,金娃娃萱草、海尔范萱草、北黄花菜分别达到 84.14、121.74、137.04 mg·g⁻¹,分别是 0℃(对照水平)的 6.26、3.82 和 4.85 倍。溪荪鸢尾、单花鸢尾体

内可溶性糖也在-25℃时达到最高,分别是 0℃时的 9.31 和 7.47 倍;野鸢尾、粗根鸢尾分别在-20℃达到最大值,增加幅度为 92.5%和 68.8%;而蓝蝴蝶鸢尾在-10℃时达到最高,且增加幅度最小,为 38.2%。从方差分析结果来看,当温度在一20~-25℃时,不同品种内可溶性糖含量均具有显著差异($P<0.01$)。

表 2 几种鸢尾和萱草相对电导率的参数变化

Table 2 The curve parameters change of relative conductivity in several kinds of *Iris* and *Hemerocallis*

| 花卉材料 Flower materials | 曲线参数 Curve parameters | | | | |
|--------------------------|-----------------------|--------|---------|---------------------|--------|
| | k | a | b | LT ₅₀ /℃ | r |
| 蓝蝴蝶鸢尾 | 112.3 | 2.4415 | -0.1252 | -7.13 | 0.9783 |
| 粗根鸢尾 | 107.6 | 4.8560 | -0.1283 | -12.30 | 0.9234 |
| 单花鸢尾 | 110.2 | 4.0559 | -0.1396 | -10.03 | 0.8748 |
| 溪荪鸢尾 | 115.7 | 6.8224 | -0.1781 | -10.76 | 0.8625 |
| 野鸢尾 | 120.1 | 3.8290 | -0.1331 | -10.08 | 0.8780 |
| 金娃娃萱草 | 111.8 | 5.3604 | -0.1472 | -14.15 | 0.9863 |
| 海尔范萱草 | 109.5 | 4.9596 | -0.1465 | -13.62 | 0.9726 |
| 北黄花菜 | 113.6 | 6.4835 | -0.1397 | -12.94 | 0.9294 |

表 3 几种鸢尾和萱草在不同低温下可溶性糖含量变化

Table 3 The change of soluble sugar content in several kinds of *Iris* and *Hemerocallis* under different low temperatures

| 花卉材料 Flower materials | 可溶性糖含量/(mg·g ⁻¹) Soluble sugar content | | | | | | | |
|--------------------------|--|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0℃ | -5℃ | -10℃ | -15℃ | -20℃ | -25℃ | -30℃ | -35℃ |
| 野鸢尾 | 4.54 h | 18.68 f | 24.58 d | 39.34 e | 60.34 e | 44.28 g | 23.48 e | 16.14 fg |
| 溪荪鸢尾 | 6.64 g | 13.97 g | 22.68 e | 34.89 g | 45.44 g | 61.84 f | 39.23 d | 19.44 f |
| 单花鸢尾 | 9.03 f | 13.77 g | 22.93 e | 38.72 ef | 56.74 f | 67.48 e | 51.34 c | 34.19 e |
| 粗根鸢尾 | 35.84 a | 48.12 b | 67.08 b | 87.54 b | 115.04 a | 92.74 c | 73.04 b | 55.45 d |
| 蓝蝴蝶鸢尾 | 25.44 d | 32.39 d | 41.14 c | 40.14 e | 29.99 h | 18.23 h | 15.87 f | 11.9 g |
| 金娃娃萱草 | 13.44 e | 24.59 e | 40.06 c | 59.88 d | 71.23 d | 84.14 d | 74.08 b | 58.54 c |
| 海尔范萱草 | 31.87 b | 54.34 a | 67.48 ab | 99.64 a | 108.21 b | 121.74 b | 111.13 a | 90.54 a |
| 北黄花菜 | 28.24 c | 39.40 c | 68.30 a | 83.48 c | 100.08 c | 137.04 a | 112.67 a | 87.74 b |

2.3 游离脯氨酸的变化

一般情况下,植物体内的游离脯氨酸含量较低,低温胁迫时,游离脯氨酸的含量增加,对细胞起保护作用。从表 4 中看到,所有品种的游离脯氨酸含量均呈现随着低温胁迫不断上升,然后又下降的趋势。其中,溪荪鸢尾、单花鸢尾、金娃娃萱草、海尔范萱草、北黄花菜均在一25℃时达到最大值,此时游离脯氨酸含量分别为 0℃(对照水平)的 13.36、5.93、17.18、16.24、8.81 倍,不同低温处理下的具体变化幅度各有差异;野鸢尾、粗根

鸢尾均在一20℃时达到最大值,此时游离脯氨酸含量分别为 0℃(对照水平)的 4.93、8.91 倍;而蓝蝴蝶鸢尾在-10℃时达到最大值,仅为对照的 2.82 倍,不同低温处理下的具体变化幅度各有差异。从方差分析结果来看,不同品种在同一低温条件下,体内的游离脯氨酸含量具有一定的差异性;随着温度逐渐降低,萱草几个品种间具有显著差异($P<0.01$);蓝蝴蝶鸢尾与其它几个鸢尾具有显著性差异,增加幅度最小,抗寒性最差($P<0.01$)。

2.4 可溶性蛋白的变化

从表 5 可以看出,可溶性蛋白含量也与抗寒性强弱有直接关系,随着温度降低,几种鸢尾和萱草的可溶性蛋白含量均呈现先升高后降低的过程,在-20~-25 ℃时达到最大值时,野鸢尾、溪荪鸢尾、单花鸢尾、粗根鸢尾达到最大值时的可溶性蛋白含量分别为 0 ℃(对照水平)的 29.3、29.6、19.5 和 7.9 倍,说明随着温度降低,蛋白质含量增加,抗寒性增强,但温度过低导致体内细胞膜开始遭受破坏,蛋白质含量也开始降低。在 0 ℃时(对照水平),蓝蝴蝶鸢尾的蛋白质含量最高,为 6.16 mg·g⁻¹,在低温胁迫过程中,其蛋白质含量的变化幅度却最小,仅为 38.5%,说明蓝蝴蝶鸢尾的抗寒性最差。金娃娃萱草和海尔范萱草在 0 ℃时的蛋白质含量较高,分别为 4.11 和 5.86 mg·g⁻¹,在-25 ℃时均达到最大值,蛋白质含量分别增加到 27.10 和 28.21 mg·g⁻¹,增加幅

度分别为 84.8%和 79.2%。

2.5 抗寒性综合评价

2.5.1 多重比较分析 对几个鸢尾和萱草品种的电导率、可溶性糖、可溶性蛋白、游离脯氨酸含量进行多重比较(表 6),可以看到,3 个萱草品种的四项生理指标测定结果与 5 个鸢尾品种的所有指标均存在显著差异,说明萱草和鸢尾的抗寒性存在显著差异($P<0.01$)。从电导率结果来看,金娃娃萱草和海尔范萱草的电导率平均值最小,其次为北黄花菜,均显著低于 5 个鸢尾品种;而 3 个萱草的可溶性蛋白、游离脯氨酸和可溶性糖的平均值均较高于 5 个鸢尾品种。电导率值越大,抗寒性越弱,而可溶性蛋白、游离脯氨酸和可溶性糖的值越大,抗寒性越强。综合说明,4 项生理指标的测定结果比较一致,均可作为抗寒生理指标鉴定的依据。

表 4 几种鸢尾和萱草在不同低温下游离脯氨酸含量变化
Table 4 The change of free proline content in several kinds of *Iris* and *Hemerocallis* under different low temperatures

| 花卉材料 Flower materials | 游离脯氨酸含量/(mg·g ⁻¹) Free proline content | | | | | | | |
|--------------------------|--|---------|---------|----------|---------|---------|---------|----------|
| | 0 ℃ | -5 ℃ | -10 ℃ | -15 ℃ | -20 ℃ | -25 ℃ | -30 ℃ | -35 ℃ |
| 野鸢尾 | 3.82 d | 6.82 d | 10.69 f | 13.73 e | 18.85 f | 16.24 d | 10.82 e | 6.85 e |
| 溪荪鸢尾 | 3.72 d | 11.27 b | 23.98 a | 27.44 b | 38.58 b | 49.69 b | 33.47 b | 25.69 b |
| 单花鸢尾 | 5.91 b | 9.18 c | 13.44 e | 17.34 c | 21.95 e | 35.06 c | 23.03 d | 15.62 cd |
| 粗根鸢尾 | 2.79 e | 6.10 de | 9.97 g | 15.68 cd | 24.86 d | 13.36 e | 8.33 e | 4.86 e |
| 蓝蝴蝶鸢尾 | 7.08 a | 15.19 a | 19.95 c | 16.22 c | 10.34 g | 6.73 f | 2.30 f | 1.54 f |
| 金娃娃萱草 | 3.44 d | 9.76 c | 21.43 b | 35.39 a | 46.11 a | 59.11 a | 42.05 a | 31.2 a |
| 海尔范萱草 | 3.06 de | 9.97 c | 16.55 d | 24.67 b | 33.98 c | 49.69 b | 34.79 b | 19.7 c |
| 北黄花菜 | 4.01 c | 9.33 c | 13.33 e | 18.33 c | 25.56 d | 35.32 c | 27.84 c | 15.32 d |

表 5 几种鸢尾和萱草在不同低温下可溶性蛋白质含量变化
Table 5 The change of soluble protein content in several kinds of *Iris* and *Hemerocallis* under different low temperatures

| 花卉材料 Flower materials | 可溶性蛋白质含量/(mg·g ⁻¹) Soluble protei <h> content</h> | | | | | | | |
|--------------------------|---|--------|---------|---------|----------|----------|---------|----------|
| | 0 ℃ | -5 ℃ | -10 ℃ | -15 ℃ | -20 ℃ | -25 ℃ | -30 ℃ | -35 ℃ |
| 野鸢尾 | 0.70 c | 2.20 b | 6.19 b | 14.38 b | 20.51 b | 15.84 bc | 9.17 c | 3.32 d |
| 溪荪鸢尾 | 0.19 cd | 0.76 d | 2.19 d | 3.11 f | 3.98 f | 5.63 e | 4.35 d | 2.17 d |
| 单花鸢尾 | 0.93 c | 2.63 b | 5.52 b | 10.11 c | 13.23 c | 18.11 b | 15.34 b | 9.77 c |
| 粗根鸢尾 | 0.83 c | 1.74 c | 3.03 cd | 4.97 e | 6.61 e | 5.46 e | 2.19 d | 1.16 e |
| 蓝蝴蝶鸢尾 | 6.16 a | 7.21 a | 10.01 a | 8.33 d | 6.94 e | 3.86 f | 3.54 d | 2.89 d |
| 金娃娃萱草 | 4.11 b | 7.93 a | 11.22 a | 17.55 a | 22.49 a | 27.10 a | 21.21 a | 18.94 a |
| 海尔范萱草 | 5.86 ab | 8.13 a | 11.95 a | 14.63 b | 21.20 ab | 28.21 a | 23.34 a | 15.85 ab |
| 北黄花菜 | 0.87 c | 2.67 b | 4.88 bc | 7.47 d | 9.43 d | 12.23 cd | 10.72 c | 7.62 c |

表 6 几种鸢尾和萱草低温胁迫下各生理指标的多重比较分析

Table 6 Multiple comparisons and analysis of physiological indices in several kinds of *Iris* and *Hemerocallis* under low temperatures

| 花卉材料 Flower materials | 电导率/% Conductivity | 可溶性蛋白/(mg·g ⁻¹) Soluble protein | 游离脯氨酸/(μg·g ⁻¹) Free proline | 可溶性糖/(mg·g ⁻¹) Soluble sugar |
|--------------------------|-----------------------|--|---|---|
| 野鸢尾 | 63.29 BC | 9.04 C | 10.98 D | 28.92 EF |
| 溪荪鸢尾 | 64.40 B | 22.38 A | 26.73 B | 30.52 DE |
| 单花鸢尾 | 64.79 B | 9.45 C | 17.69 C | 36.78 D |
| 粗根鸢尾 | 60.13 C | 3.25 E | 10.74 D | 71.85 B |
| 蓝蝴蝶鸢尾 | 66.55 A | 6.12 D | 9.92 D | 26.89 F |
| 金娃娃萱草 | 44.42 E | 16.32 B | 31.06 A | 53.20 C |
| 海尔范萱草 | 46.95 E | 16.14 B | 24.05 BC | 85.62 A |
| 北黄花菜 | 52.97 D | 6.99 D | 18.63 C | 82.12 A |

同列数据后不同大写字母表示差异显著($P<0.05$).
Different capital letters after same column data indicate significant difference.

2.5.2 抗寒性综合评价 植物的抗寒性是较为复杂的生理、生化过程,且各生理生化指标之间相互影响、相互作用。本文主要采用隶属函数法对几种鸢尾和萱草的抗寒性进行综合评定,从表 7 中可以看到,金娃娃萱草隶属度最大,为 0.487 5,其次为北黄花菜、海尔范萱草、溪荪鸢尾,隶属度分别为 0.469 9、0.468 1、0.450 6,单花鸢尾、蓝

蝴蝶鸢尾、粗根鸢尾、野鸢尾的隶属度较小,分别为 0.424 7、0.419 8、0.413 5、0.410 7。因此,通过对几个生理指标进行综合评价,得出萱草的抗寒能力强于鸢尾,几种鸢尾和萱草的抗寒性强弱顺序为:金娃娃萱草>北黄花菜>海尔范萱草>溪荪鸢尾>单花鸢尾>蓝蝴蝶鸢尾>粗根鸢尾>野鸢尾。

表 7 几种鸢尾和萱草抗寒性综合评价

Table 7 Comprehensive evaluation of cold resistance in several kinds of *Iris* and *Hemerocallis*

| 花卉材料 Flower materials | 电导率 Conductivity | 可溶性糖 Soluble sugar | 游离脯氨酸 Free proline | 可溶性蛋白 Soluble protein | 隶属度 Membership |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| 野鸢尾 | 0.3089 | 0.4369 | 0.4762 | 0.4209 | 0.4107 |
| 溪荪鸢尾 | 0.3901 | 0.4325 | 0.5005 | 0.4793 | 0.4506 |
| 单花鸢尾 | 0.3238 | 0.4747 | 0.4042 | 0.4962 | 0.4247 |
| 粗根鸢尾 | 0.4203 | 0.4548 | 0.3604 | 0.4185 | 0.4135 |
| 蓝蝴蝶鸢尾 | 0.2583 | 0.5126 | 0.4551 | 0.4533 | 0.4198 |
| 金娃娃萱草 | 0.3598 | 0.5630 | 0.4962 | 0.5310 | 0.4875 |
| 海尔范萱草 | 0.3639 | 0.5981 | 0.4502 | 0.4602 | 0.4681 |
| 北黄花菜 | 0.3789 | 0.4952 | 0.4669 | 0.5384 | 0.4699 |

3 结论与讨论

大量研究表明,在测定不同低温下植物抗寒性大小时,其 REC 曲线呈“S”形,测定电导率配合 Logistic 方程求出“S”形曲线的拐点温度,能较准确地估计出植物组织的低温半致死温度,且低温半致死温度(LT₅₀)可作为鉴定植物抗寒性强弱的指标。

人工低温是通过人为设定温度模拟自然低温

环境,与自然低温相比,不仅可以较自由地控制试验条件,在某种程度上弥补自然降温复杂多变的不足,能突出研究温度胁迫对植物生理结构的影响。人工低温处理的结果可以反映植物的抗寒能力大小,但不能完全反映植物在自然条件下的冻害程度。

测定植物抗寒性的方法很多,其中相对电导率是比较常用的方法。植物在低温胁迫时,膜系

统是遭受低温伤害的关键结构,低温对膜的伤害可导致电解质渗透率增加,电导率大小与组织受寒害的程度呈正相关。宋尚伟等以石榴枝条为试验材料,进行了相对电导率的测定,得出相对电导率越小的品种抗寒性越强;反之,抗寒性越弱。此外,可溶性蛋白、MDA、可溶性糖和游离 Pro 含量也常被作为重要的抗寒生理指标。可溶性蛋白与植物抗寒性的关系一方面表现在可溶性蛋白随温度的降低而增加;另一方面表现在抗寒性强的品种,具有更高的可溶性蛋白质量分数。可溶性糖作为主要的渗透调节物质,在植物遭遇低温胁迫时,可溶性糖的积累可以提高细胞液的浓度,降低渗透势,增加保水能力,从而使冰点下降,保持细胞不致遇冷凝固,提高植物机体抗寒能力。脯氨酸与植物抗寒性的关系尚不统一。一种观点认为脯氨酸的累积与植物抗寒性之间有一定的相关性,随着温度的降低,游离脯氨酸呈明显增加趋势;另一种观点与此相反,认为脯氨酸的累积与抗寒性无关。

本试验中,几种鸢尾和萱草在人工低温条件下,体内的可溶性糖、游离脯氨酸、可溶性蛋白含量都随温度的降低呈现先升高后降低的趋势。从多重比较分析结果来看,3 个萱草品种的 4 项生理指标测定结果与 5 个鸢尾品种的所有指标均存在显著差异,说明萱草和鸢尾的抗寒性存在显著差异($P<0.01$)。金娃娃萱草和海尔范萱草的电

导率平均值最小,其次为北黄花菜,均显著低于 5 个鸢尾品种;而 3 个萱草的可溶性蛋白、游离脯氨酸和可溶性糖的平均值均较高于 5 个鸢尾品种。综合说明,各项生理指标的测定结果比较一致,电导率与抗寒性呈一定的负相关性,可溶性蛋白、游离脯氨酸和可溶性糖与抗寒性呈一定的正相关性,均可作为抗寒生理指标鉴定的依据。通过隶属函数分析得出,萱草的抗寒能力强于鸢尾,抗寒性按由强到弱,依次为:金娃娃萱草>北黄花菜>海尔范萱草>溪荪鸢尾>单花鸢尾>蓝蝴蝶鸢尾>粗根鸢尾>野鸢尾。

参考文献:

- [1] 李合生. 植物生理生化实验原理与技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [2] 王会良,何华平,龚林忠,等. 植物抗寒性研究进展[J]. 湖北农业科学,2011,50(6): 1091-1094.
- [3] 王喆,朱春云. 3 种彩色树木抗寒生理指标测定与分析[J]. 青海大学学报(自然科学版),2010,28(5): 10-14.
- [4] 袁方,苏卫国,张振. 不同无花果品种抗寒性的测定[J]. 安徽农业科学,2014,42(14): 4183-4184,4285.
- [5] 陆国权,王晨静,赵习武,等. 彩叶芋 2 个品种抗寒性的比较[J]. 浙江农林大学学报,2014,31(2): 285-290.
- [6] 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): 101-103.
- [7] 许卉,赵丽萍,陈莉. 6 种宿根花卉抗寒性比较研究[J]. 北方园艺,2007(6): 140-142.
- [8] 徐基艳,雷家军,胡新颖,等. 地被菊抗寒生理生化特性研究[J]. 沈阳农业大学学报,2010,41(1): 23-26.

Comparision of Cold Resistance of Different Varieties of *Iris* and *Hemerocallis*

WANG Chong, SONG Yang

(College of Landscape, Liaoning Forestry Vocation-Technical College, Shenyang 110086, China)

Abstract: In order to compare the cold-resistance of *Iris* and *Hemerocallis*, the gardening and perennial flowers used in northern China, the seedlings of five *Iris* and three *Hemerocallis* varieties were used as materials, the change regulation of the physiological and biochemical indicators, including relative conductivity, soluble sugar content, dissociative proline content and soluble protein content were measured under low temperature stress for application of garden greening. The results showed that the differences at different varieties between five *Iris* and three *Hemerocallis* were achieved conspicuous level ($P<0.01$). The relative conductivity of *Hemerocallis* 'Stella Deoro' and 'Frans Hals' were the lowest of 44.42 and 46.95 respectively than five *Iris* varieties evidently, the soluble sugar content, dissociative proline content and soluble protein content of three *Hemerocallis* varieties were higher than five *Iris* varieties evidently. Comprehensive analysis showed that the four physiological indicators could be considered as initial indicators of cold resistance. By using fuzzy mathematics method, the cold tolerance of eight perennial flowers species from strong to weak was showed as *Hemerocallis*, *Stella Deoro*, *Hemerocallis lilioasphodelus*, *Hemerocallis*, *Frans Hals*, *Iris sanguinea*, *Iris. uniflora*, *Iris tectorum*, *Iris tigridia*, and *Iris dichotoma*.

Keywords: low temperature; perennial; cold resistance; physiological indicators