

多效唑对水仙生长发育的影响

陈健辉, 王厚麟

(广州大学 生命科学学院 生物系, 广州 510006)

摘要: 为提高水仙的观赏价值, 探讨复合多效唑对水仙生长发育的影响, 用不同的多效唑溶液对水仙鳞茎进行处理。结果表明: 多效唑能抑制水仙的营养生长, 使植株矮化粗壮, 叶片碧绿、挺拔, 不易倒伏, 根白、短而壮; 复合多效唑配方使平均叶长减少 37.7%, 花期延长 2 d, 花朵直径增加 18.3%, 延缓黄化叶片的出现, 减慢叶肉薄壁细胞及其中叶绿体的解体, 在后期维管束的结构相对完整, 有效提高观赏价值。

关键词: 水仙; 复合多效唑; 叶; 发育; 矮化

中图分类号: Q944 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2010)02-0161-05

Effect of paclobatrazol on the growth and development of *Narcissus tazetta* var. *chinensis*

CHEN Jian-Hui, WANG Hou-Lin

(Department of Biology, School of Life Sciences, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: To raise ornamental values of *Narcissus tazetta* var. *chinensis*, and to study the effects of compound paclobatrazol on the growth and development of narcissus, this plant was soaked in paclobatrazol of different concentrations. The results showed that paclobatrazol can inhibit the narcissus's growth, dwarf the plants, strengthen the leaves while making them greener, prevent lodging, and make the roots stronger and shorter. An application of compound paclobatrazol has an effect of dwarfing 37.7% in the vegetative growth stage, prolonging the blooming for 2 days, increasing the flower diameter by 18.3%, postponing the appearing of yellow leaves, the decomposition rate of cells and the chloroplasts in parenchyma tissue of the leaves. In late ornamental days, vascular bundles are more completed, therefore increase the ornamental value of the plants.

Key words: *Narcissus tazetta* var. *chinensis*; compound paclobatrazol; leaf; development; dwarfing

水仙(*Narcissus tazetta* var. *chinensis*)属石蒜科(Amaryllidaceae),是我国十大名花之一,有1200年以上的栽培历史(陈俊愉等,1990)。水仙花期一般在1~2月,时值元旦、春节,水仙开花烘托节日气氛,在花语上有“吉祥如意”的寓意(朱振民等,1991),深受广大群众欢迎。水仙为多年生草本,鳞茎呈卵球形;叶从鳞茎顶部抽出,狭长、剑状;伞形花序有花数朵至十余朵,外具膜质佛焰苞状总苞;花柄三棱形;花冠高脚碟状。通常用的水培方法,在开花中后期会出现叶片徒长和倒伏现象。为提高其观赏价值,一般用多效唑进行处理,使其矮化,不同质量

浓度的多效唑对水仙发育产生不同的影响(寇凤仙等,2004;杨爽等,2006)。但常规的矮化栽培法,在栽培后期水仙的叶则会出现变黄的现象,国内已有的研究报道(符明,1998;金波等,1989;寇凤仙等,2004;石贵玉等,2002;汪良驹等,1990;杨爽等,2006),多是关于探讨植物生长调节剂在水培水仙上的应用、多效唑或复合多效唑对水仙致矮机理的影响等内容,而对水仙形态结构的研究报道很少(许荣义等,1989;武剑等,2005),关于其叶发育方面的研究目前尚未见报道。为延缓黄化叶片在观赏后期的发生,本研究运用复合多效唑配方(广州大学生命科

收稿日期: 2008-12-11 修回日期: 2009-05-15

作者简介: 陈健辉(1966-),男,广东广州人,副教授,主要从事植物形态学和植物发育研究,(E-mail)gzhuchjh@163.com.

学学院研制)对水仙鳞茎进行浸泡处理,并通过石蜡切片方法,对水仙叶片的形态结构进行观察分析,为探讨水仙的矮化效应提供一些有价值的资料。

1 材料与方 法

实验材料为市售漳州产的主鳞茎周茎为(24±0.5)cm的三年生水仙(*Narcissus tazetta* var. *chinensis*)。处理时间分别为2007年1~3月、2007年12月至2008年1月。处理时室内温度为(17±5)℃。

1.1 鳞茎的水养处理方法

分别用混合液,单一液,自来水对水仙鳞茎进行浸泡。混合液为含钾、钠、铝等元素组成的多效唑混合液,单一液为0.95 g·L⁻¹多效唑,自来水为对照组。选用大小符合要求的水仙鳞茎,剥去鳞茎外表的褐色鳞片,并刮去旧根,1 L的处理液分别放入两个水仙鳞茎,浸泡70~72 h后,换清水,室内催根,待出根后,放在有阳光照射的室内环境培养,每天换一次水。设4组重复。

1.2 外部形态的观察、测量方法

待出叶后,选择每个鳞茎主鳞茎中央一束的两片内侧叶片,用直尺进行长度测量,每3~4 d测量叶长一次,并计算平均值;开花时,用游标卡尺测量鳞茎中央花萼的每一朵花的直径,每1 d测量一次,并计算平均值;记录花期(以一个鳞茎的第一朵花开花为始,至最后一朵花衰老为止)。待花朵失去观赏价值时,实验结束。两次实验,共测定10组数据。

1.3 组织切片的制作方法

在各自不同的发育时期,取鳞茎中央的叶片,分别用卡诺氏固定液(I)固定,爱氏苏木精整体染色,常规石蜡切片法切片,切片厚度为10 μm,Olympus显微镜下观察、摄影。

2 实验结果

2.1 不同处理液处理的植株水养结果

两次实验结果没有明显差异。根据实验结果,水仙鳞茎中央叶片的平均叶长、花期、平均花朵直径的比较见表1。

混合液配方处理的水仙,第24天开第一朵花,花萼中最大花朵的直径为4.303 cm,花期为18 d。中央叶最长为第38天的19.83 cm;叶片明显矮化,叶色浓绿,无倒伏现象出现(图版I:1)。

单一配方处理的水仙,第24天开第一朵花,花萼中最大花朵的直径为4.005 cm,花期为17 d。中央叶最长为第38天的18.20 cm;叶片明显矮化,叶色浓绿,无倒伏现象(图版I:2),但在后期有黄叶产生(图版I:3)。

表1 不同处理对水仙中央叶长、花朵直径及花期的影响
Table 1 Effects of different treatments on the length of the center leaf, flower diameter, blooming period of *Narcissus tazetta* var. *chinensis*

处理 Treatment	中央叶长(cm) Length of the center leaf	花朵直径(cm) Flower diameter	花期(d) Blooming period
多效唑 Paclobatrazol	18.20±1.12	4.005±0.082	17.3±0.8
多效唑混合液 Compound pa- clobatrazol	19.83±1.24	4.303±0.078	18.2±0.9
自来水 Tap water	31.85±2.24	3.515±0.074	16.3±0.7

注:表中数据为2次实验10组平均值;差异显著性为0.05。

Notes: Data in the table are the average of two independent measurements in 10 groups; significant difference at 0.05 level.

自来水处理的水仙,第26天开第一朵花,花萼中最大花朵的直径为3.515 cm,花期为16 d。中央叶最长为第35天的31.85 cm;叶片修长,叶色偏浅绿,易倒伏(图版I:4)。

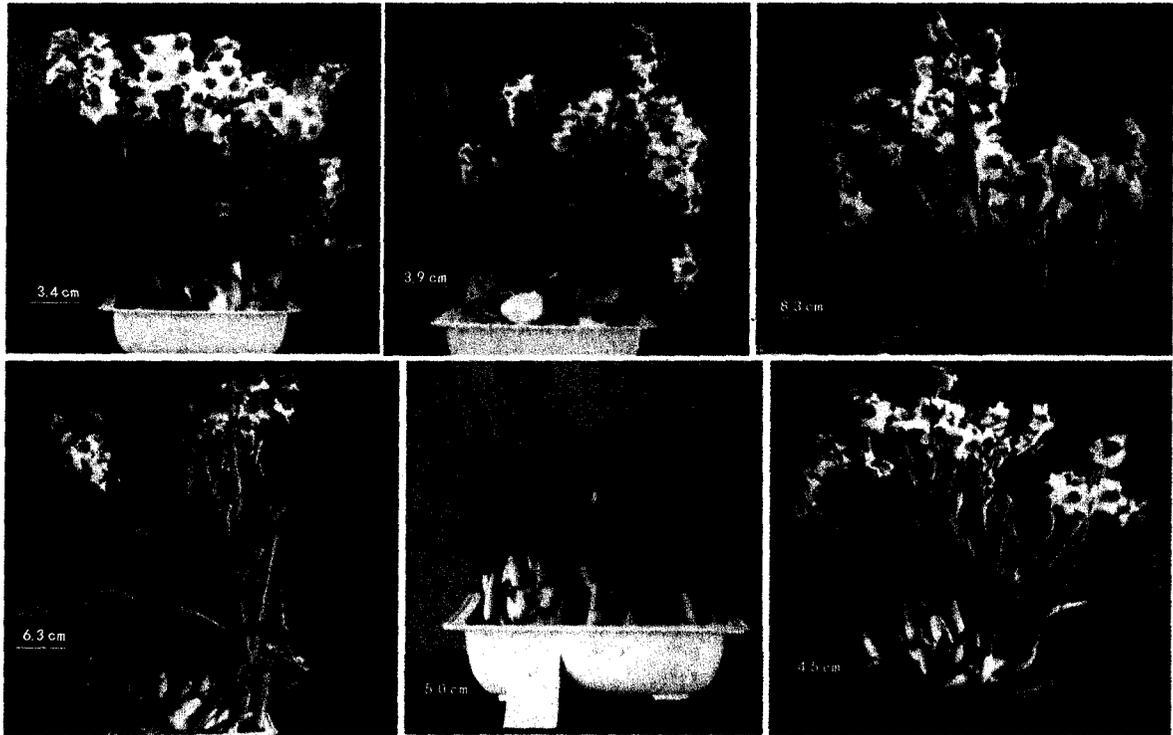
以上结果表明,混合液配方的矮化效果比较明显,更具观赏价值。

2.2 外部形态比较

根据水仙在水养过程叶的变化、花的发育等的不同,水仙的发育可以分为叶萌发初期、叶片生长期、花苞破裂期、观赏期、观赏后期等五个阶段:(1)叶萌发初期:从水仙鳞茎浸泡开始至鳞茎出现绿色叶片为止,这时由于各处理组水仙均刚开始水养,形态没有明显的变化,仅是出现绿叶的时间不一。(2)叶片生长期:从水仙鳞茎出现绿叶开始至花萼抽出可见为止,期间经过矮化配方处理的水仙,叶开始出现较明显的矮化现象,单一配方和混合配方处理的未出现明显的区别,而对照处理的水仙叶片增长迅速。(3)花苞破裂期:从花蕾抽出可见开始至花苞破裂花蕾开放为止,这个时期经过矮化配方处理的水仙,叶片厚实,颜色深绿,花萼粗壮(图版I:5),单一配方和混合配方处理的未出现明显的区别;但植株高度都明显较自来水对照处理的要低得多。对照处理的水仙叶片不如矮化处理的厚实,花萼粗壮程度低。(4)观赏期:为花朵开放期,在这个时期,经过矮化剂处理的和自来水对照处理的水仙开始出现了较

明显的变化:经过矮化剂处理的水仙叶色浓绿,叶肉较厚,植株紧凑坚挺,无明显的徒长阶段,花朵直径较大;而自来水处理的植株株型表现松散,叶色淡绿,叶肉较薄,花朵直径较小;在观赏期的中后阶段,叶片有一个明显的徒长阶段,叶片和花葶易弯曲甚至倒伏。(5)观赏后期:从有花朵开始凋谢至观赏结

束,在这个时期,经过矮化剂处理的叶色鲜绿,株形紧密,无倒伏现象出现;单一配方处理的叶尖会出现黄化现象(图版 I:6),而混合液处理的则未出现黄化现象,观赏价值仍大。自来水对照处理的未出现黄化现象,但其叶色淡绿,叶片徒长严重,株形松散,严重的出现倒伏,对观赏价值有很大的影响。



图版 I 1. 混合多效唑处理; 2. 单一多效唑处理; 3. 单一多效唑处理的黄化叶片; 4. 自来水处理; 5. 矮化剂处理; 6. 单一多效唑处理。

Plate I 1. Treatments with the compound paclobatrazol; 2. Treatments with the single paclobatrazol; 3. Leaves-yellowed treatments with the single paclobatrazol; 4. Treatments with the tap water; 5. Treatments with the dwarf reagent; 6. Treatments with the single paclobatrazol.

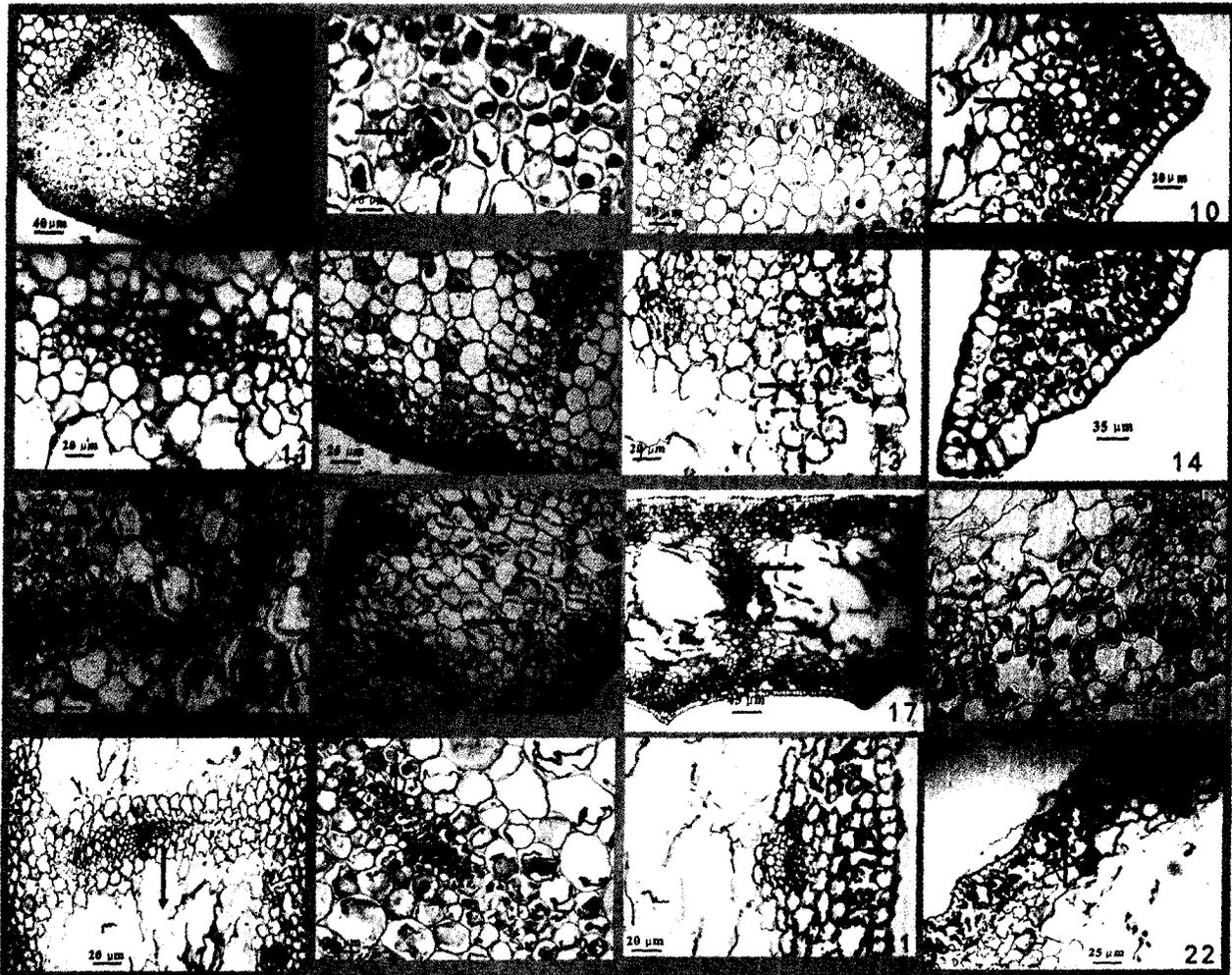
2.3 内部结构比较

在显微镜下观察可见:成熟水仙叶片为等面叶,叶片横切面由表皮、叶脉和叶肉组成(图版 II:7)。叶脉为外韧有限维管束,叶肉由大小不一的薄壁细胞组成。从叶萌发初期到观赏后期,这些细胞、组织呈现渐变的发育趋势。从叶萌发初期到花苞破裂期,不同方法处理的水仙,在显微镜下,其叶片的横切面结构具有相似的发育变化:

在叶萌发初期,上、下表皮细胞均为 1 层,呈近方形,排列紧密,含有少量细胞质,细胞核明显。上、下表皮细胞间为排列紧密的叶肉薄壁细胞,开始细胞层数较少,以后逐渐增多;可以观察到有细胞正在分裂。叶肉薄壁细胞的胞间隙不太明显。叶脉由两种类型构成,靠近表皮的为小型维管束,数量多;位于叶肉中间的为大型维管束,数量少;在这个阶段,

小型维管束尚未发育成熟,可见一团具有明显细胞核、正处于分化的细胞,这团细胞周围是一圈薄壁细胞,这圈薄壁细胞是维管束鞘(图版 II:8);大型维管束的导管和筛管已经形成,具维管束鞘(图版 II:9)。

在叶片生长期,表皮均具有气孔,外被角质层;表皮细胞呈近方形,含有少量细胞质,细胞核明显。叶肉薄壁细胞逐步发育,胞间隙由不太明显逐步增大,到出现明显胞间隙;此时,外部(小型维管束与表皮间)的叶肉薄壁细胞含的叶绿体较多,中央(两列小型维管束间)的叶肉薄壁细胞含的叶绿体少或不含有;位于叶片中部形成中央厚,边缘薄的形状,中央部分的薄壁细胞层数多。小型维管束已经发育完成,较小,组成木质部和韧皮部的细胞也较少(图版 II:10)。大型维管束,较大,呈长条状排列,木质部和韧皮部分化明显(图版 II:11)。两种维管束的维管束鞘



图版 II 7. 成熟叶片; 8. 发育的小型维管束; 9. 发育的大型维管束; 10. 成熟的小型维管束; 11. 成熟的大型维管束; 12. 成熟的叶肉组织; 13. 含叶绿体的细胞; 14. 叶缘; 15. 叶脉间的延伸; 16. 明显的胞间隙; 17. 解体的薄壁组织细胞; 18. 表皮下的空腔; 19. 解体的薄壁组织细胞; 20. 解体的维管束的薄壁细胞; 21. 解体的薄壁组织细胞; 22. 解体的含叶绿体的薄壁细胞。

Plate II 7. Leaf in mature stage; 8. Developmental small vascular bundle; 9. Developmental large vascular bundle; 10. Small vascular bundle in mature stage; 11. Large vascular bundle in mature stage; 12. Mesophyll in mature stage; 13. Cell with chloroplast; 14. Margin; 15. Extend cells between the veins; 16. Clearing middle lamella; 17. Decomposition parenchyma cell; 18. Space under the epidermis; 19. Decomposition parenchyma cell in vascular bundle; 20. Decomposition parenchyma cell; 21. Decomposition parenchyma cell; 22. Decomposition parenchyma cell with chloroplast.

包被发育完善, 形状明显。

在花苞破裂期, 表皮细胞排列紧密; 叶肉中央部分有薄壁细胞 22~28 层, 细胞较大, 排列紧密, 胞间隙明显(图版 II: 12), 细胞大小表现为由中间向两侧递减; 小型维管束与表皮之间为含叶绿体较多的薄壁细胞; 在紧靠表皮的 6~7 层细胞含较多的叶绿体(图版 II: 13)。叶缘有排列整齐的表皮细胞包被(图版 II: 14), 薄壁细胞含较多的叶绿体。成熟的叶脉之间通常会有维管束鞘延伸, 这些延伸由薄壁细胞发育形成(图版 II: 15)。

当发育进入到观赏期的中后段, 三种方法处理

的材料, 均可见表皮细胞排列依旧紧密; 叶肉薄壁细胞的胞间隙增大(图版 II: 16), 并在大维管束之间逐步出现解体的薄壁细胞, 以后叶肉薄壁细胞的解体逐步增多, 并逐渐从中央向边缘发展, 形成由细胞壁围成的空腔(图版 II: 17); 部分表皮细胞下还形成一些类似气孔下室的空腔(图版 II: 18), 使叶片的刚性逐渐变小。自来水处理的材料, 叶肉薄壁细胞的细胞壁出现解体的时间, 较矮化剂处理的材料要早, 解体的范围更大(图版 II: 19), 并涉及含叶绿体细胞, 且维管束中的薄壁细胞也有解体现象发生(图版 II: 20)。

当发育进入到观赏后期, 三种方法处理的材料,

除表皮到小维管束之间的薄壁细胞、大维管束鞘内的大部分结构外,在小型维管束与大型维管束之间的薄壁细胞破损近乎完全,在叶的切片中常能见到部分薄壁细胞破损后残留下来的碎片,一般仅在表皮到小维管束之间可以看见完整的细胞结构(图版 II:21)。不同方法处理的材料,细胞解体的程度、比例有不同,单一配方处理与混合配方处理的材料,含叶绿体的薄壁组织,其叶肉薄壁细胞的破损程度相似,但在叶尖附近的薄壁细胞中,有叶绿体开始解体(图版 II:22),而混合配方处理的材料仍可见清晰的叶绿体;自来水处理的材料含叶绿体的薄壁细胞的解体现象更多。

以上结果表明,混合配方处理的材料细胞解体更迟,对结构的维持相对更好,更具观赏价值。

3 讨论

3.1 不同处理对水仙生长发育的影响

从实验结果得出:混合配方处理材料与自来水处理材料相比:花朵最大直径为 0.788 cm,增加 18.3%;花期长 2 d;平均叶长减少了 12.02 cm,减少了 37.7%,没有叶片倒伏现象的发生,且根更粗更白。这主要是多效唑作为一种植物生长延缓剂,具有矮化植株、诱导开花、防止脱落、延缓花卉伸长的作用(潘瑞炽等,1999),同时可抑制内源激素的生物合成,或对已合成的赤霉素表现出拮抗作用,从而引起组织内内源激素含量减少(潘瑞炽,2004)。

用多效唑处理水仙,各营养器官伸长生长受抑制,有利于水仙保持叶、茎挺立,株型紧凑,并使花萼矮化,花朵直径增大,花期延长,有利于提高水仙的观赏性(符明等,1998;金波等,1989;寇凤仙等,2004;石贵玉等,2002;汪良驹等,1990;杨爽等,2006),混合配方处理材料与单一配方处理材料相比:花朵最大直径为 0.298 cm,增加了 6.9%;花期长 1 d;但平均叶长增加了 1.63 cm,增加了 8.2%;到开花后期没有黄叶现象出现。由于多效唑在抑制营养生长的同时,又促进了植株的开花,使得植株的生长势减弱,从而导致了植株在开花后出现叶片黄化的现象,影响了观赏效果。在适用范围内,多效唑随浓度增加,株高、花萼高、叶片长等指标降低,植株矮壮,叶片缩短、宽厚,且平均花期延长,但对花萼中的花朵数量没有影响,却可以增加花径的大小。在多效唑中加入一些磷、钾、镁和硫酸根等元素,能够

在一定程度上减少多效唑的副作用,使叶片组织获得的营养更充分,植株的生长期更长,从而使得矮化效果更为显著,具有推广价值。

3.2 不同处理对水仙叶结构的影响

通过对水仙叶片的石蜡切片观察可以发现:表皮细胞排列紧密,具角质层,有防止水分流失的作用;同时紧靠表皮的为含叶绿体的薄壁细胞,这些细胞含有大量的叶绿体,与数量多的小型维管束较近,这些都有利于吸收光和进行气体交换,提高光合作用水平,对光合作用产物进行运输,从而增加植株的营养合成,有利于开花。不同处理液处理的材料在相似的发育时期,叶片薄壁细胞的发育及解体的进程基本相似;但自来水处理的材料,在观赏后期,叶肉的薄壁细胞破裂比较严重,单一多效唑处理中材料的叶绿体解体首先发生在叶尖附近,使叶片出现早衰;自来水处理的材料,维管束内有细胞解体,使叶片刚性下降,引起倒伏;而混合多效唑液处理的材料相对完好,可有效缓解由于细胞解体而形成的观赏价值下降的问题。

细胞衰老引起程序性死亡,是细胞解体原因之一,解体细胞的原生质体可以被分解为可以再被吸收利用的物质(翟中和,2000)。在观赏后期,由于繁殖器官的发育,加上自身的代谢,细胞衰老导致的死亡增加,原生质体被分解后再被组织吸收利用的机率大大下降,同时叶肉细胞中的叶绿体片层结构出现不可逆转的损害(邱谨等,2007),而使叶片呈现衰老特征。混合配方处理的破损程度相对较低,叶绿体的完好率较高,这主要是混合液中,含有具有抗氧化、清除自由基、减少乙烯的产生、还能降低溶液的 pH 值、抑制微生物的产生等作用的成分,可促使材料的气孔关闭,降低蒸腾作用(戴必胜等,2006);同时磷、钾、铝等元素,还有利于植株对糖份的运输作用,硫酸根可被还原成硫,有利于植株中的胱氨酸、半胱氨酸等氨基酸的合成(潘瑞炽等,1999),这些都有利于消除多效唑的副作用。因此在观赏后期,混合配方能延迟细胞解体、衰老等现象发生,有效提高观赏价值。

参考文献:

- 朱振民,林颖. 1991. 漳州水仙[M]. 上海:复旦大学出版社:1-11
 陈俊愉,程绪珂. 1990. 中国花经[M]. 上海:上海文化出版社:161-167
 翟中和. 2000. 细胞生物学[M]. 北京:高等教育出版社:188-192
 (下转第 241 页 Continue on page 241)

1分;第四指标是繁殖与栽种难易,分成易扦插(成活率95%以上,生根快)、较易扦插、难扦插3等,易扦插的计3分,较易扦插的计2分,难扦插的计1分。

4.2 园林藤本植物的评分

根据配置应用试验各品种生长表现和造景效果的观测记录,按指标计分,积分达到9分的品种为决选良种。花卉品种配置应用试验的13个品种的决选评分见表5。将配置应用试验的垂直绿化品种、地被植物品种分别列表6、表7。

5 结论

从广西周边省市引种藤本良种和在广西境内广泛选择观赏价值好的藤本植物进行初筛收集。经过在园林上配置应用试验,把外来良种变为广西适生品种,把区内景观藤本变成园林品种。建立不同应

用评价体系,利用计分法决选评价,决选出适应城市园林建设的花卉藤本品种10个,垂直绿化品种21个,地被植物品种3个。

参考文献:

- 广西植物研究所. 1972. 广西植物名录[M]. 桂林
中国科学院植物研究所. 1972—1976. 中国高等植物图鉴(1—5册)[M]. 北京:北京科学出版社
潘志刚,等. 1994. 中国主要外来树种引种栽培[M]. 北京:科学技术出版社
陈自新,等(译). 1999. 风景园林植物配置(英)[M]. 北京:中国建筑工业出版社
何平,彭重华. 2001. 城市绿地植物配置及其造景[M]. 北京:中国林业出版社
陈榕生. 2002. 木本花卉[M]. 福州:福州科学技术出版社
Shi LC(石亮成), Wang XB(汪绪斌), Huang HY(黄海英), et al. 2005. Natural resources of climber plants and cultivars selection of vertical gardening plants in Guangxi(广西攀援植物资源与垂直绿化品种选择)[J]. *Guihaia*(广西植物), 25(2):174—178

(上接第165页 Continue from page 165)

- 潘瑞炽,李玲. 1999. 植物生长发育的化学控制[M]. 广州:广东高等教育出版社:21—22
潘瑞炽. 2004. 植物生理学(第5版)[M]. 北京:高等教育出版社:82—87
Dai BS(戴必胜), Yang M(杨敏), Chen XH(陈秀虎). 2006. Effect of hoagland solution on growth of *Narcissus tazetta* var. *chinensis* under water culture(霍格兰溶液培养对水仙生长发育的影响)[J]. *J Wuhan Bot Res*(武汉植物学研究), 24(5):485—488
Fu M(符明). 1998. Influence of PP₃₃₃ on the growth and development of Chinese *Narcissus*(PP₃₃₃对水仙生长发育的影响)[J]. *J Hainan Univ; Nat Sci Edi*(海南大学学报·自然科学版), 16(4):351—354
Jin B(金波), Dong HR(东惠茹). 1989. The mechanism of dwarfing effect of PP₃₃₃ on *Narcissus*(多效唑使水仙制矮的机理)[J]. *J Fujian Acad Agri Sin*(福建省农科院学报), 18(1):123—126
Kou FX(寇凤仙), Fan XH(樊新华), Qin QL(齐巧丽), et al. 2004. Effects of plant-growth retardants S3307 and B9 on dwarfing and blooming of *Narcissus* plants(S3307、B9对水仙矮化和开花的影响)[J]. *Hebei Agric Sci*(河北农业科学), 8(3):70—73
Qiu J(邱瑾), Zhong R(钟然), Han C(韩闯), et al. 2007. Changes of photosynthetic and chloroplast ultrastructure of narcissus leaf in blades in different development stages(水仙生长过程中叶片光合性能与叶绿体超微结构的变化)[J]. *Chin J Eco-*

- Agric*(中国生态农业学报), 15(2):92—95
Shi GY(石贵玉), Deng HA(邓欢爱), Huang XF(黄小芳). 2002. Dwarfing effect of compound paclobatrazol on *Narcissus* plants(复合多效唑对水仙矮化的效应)[J]. *J Guangxi Normal Univ; Nat Sci Edi*(广西师范大学学报·自然科学版), 20(3):76—78
Wang LJ(汪良驹), Shun WQ(孙文全), Li YF(李友生). 1990. A preliminary study on dwarfing effect of paclobutrazol on *Narcissus* plants and its possible mechanism(PP₃₃₃对水仙花的矮化的效应及其生理机能初探)[J]. *Acta Hort Sin*(园艺学报), 17(4):313—315
Wu Jian(武剑), Chen LJ(陈林娇), Gu L(谷力), et al. 2005. Embryological studies on *Narcissus tazetta* var. *chinensis*(中国水仙的胚胎学研究)[J]. *J Xiamen Univ; Nat Sci Edi*(厦门大学学报·自然科学版), 44(1):112—117
Xu RY(许荣义), Zheng TB(郑天本). 1989. Microscopic observation of both the natural growing Chinese *Narcissus* and the Chinese *Narcissus* cultivar(自然生长与栽培种中国水仙的切片观察)[J]. *J Fujian Agri Coll*(福建农学院学报), 18(1):123—126
Yang S(杨爽), Su ZX(苏智先). 2006. Effect of PP₃₃₃ on growing and blooming of the *Narcissus tazetta* var. *chinensis*(多效唑对中国水仙开花和生长的影响)[J]. *J Anhui Agric Sci*(安徽农业科学), 34(7):1345—1346