

生长延缓剂在观赏植物中应用的研究进展

董运斋, 王四清

(北京林业大学园林学院, 100083)

中图分类号: S482.8⁺92 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2004)06-0014-03

生长延缓剂是指那些使植物茎端分生组织细胞分裂、伸长和生长速度减慢的化合物。此类物质可以导致植株节间缩短, 表现出生理性矮化, 但不损伤植物的顶端分生组织, 也不影响植物的发育过程, 其作用效果能够为外施 GA 所恢复^[1]。生长延缓剂的共同效应是使植株节间缩短、茎秆粗壮、叶色浓绿、叶片加厚、侧枝增多、根系生长发达等。常用的植物生长延缓剂有多效唑(PP₃₃₃)、B₉、矮壮素(CCC)、调节磷等。目前, 植物生长延缓剂已广泛应用于菊花^[2]、一串红^[4]、水仙、矮牵牛、金鱼草^[9]、玉簪^[9]、墨兰、郁金香^[11]、海桐、雀舌黄杨等多种观赏植物中, 并在提高其观赏价值上取得了良好效果。现从生长延缓剂的生物效应和作用机理两方面对国内近十几年的研究成果作一综合评述, 为今后的研究及应用提供参考资料。

1 生长延缓剂的生物效应

1.1 控制株高、调整株型

许多试验表明, 施用生长延缓剂能够减弱植株顶端优势, 使植株矮化, 株型紧凑, 提高观赏植物的观赏价值。裴文达等(1989)报道, PP₃₃₃和B₉对菊花茎的伸长生长有抑制作用, 随着处理浓度的增高, 抑制程度增大。B₉的最大抑制效果出现在处理后的第2周, 而2 000 mg/kg(毫克/公斤)PP₃₃₃每周处理菊花1次, 处理后第1周即表现为茎伸长速度下降, 第3周植株伸长生长几乎停止。二者相比, B₉对菊花的抑制效果比PP₃₃₃小。史益谦(1991)报道, 用PP₃₃₃5 mg/kg~10 mg/kg(毫克/公斤)土壤浇灌, 50 mg/kg~200 mg/kg(毫克/公斤)叶面喷洒和500 mg/kg~1 000 mg/kg(毫克/公斤)涂茎处理均能明显抑制菊花新梢的伸长生长。张朝阳用不同浓度的PP₃₃₃对盆菊进行矮化试验。结果表明, 盆土混加0.5~16 mg(毫克)/盆PP₃₃₃的处理能明显抑制植株生长, 矮化处理最佳时间在8月下旬至10月初(张朝阳, 2000)^[3]。有试验表明, 要抑制菊花生长可在定植后第10 d(天)起每隔10 d(天)喷B₉1次, 共4次, 浓度为150 mg/kg(毫克/公斤), 喷施后植株显著矮化、株型紧凑、生长健壮, 具有较高的观赏价值^[3]。毛龙生等(1991)报道, PP₃₃₃、B₉、CCC均可以成功降低盆栽一串红的植株高度, 其中以PP₃₃₃抑制作用最强, B₉次之, CCC最弱。处理植株着叶节指数升高, 表明植株下部叶片枯死减少, 减轻

了脱脚现象^[4]。叶面喷施PP₃₃₃能够降低一串红植株高度, 浓度越高, 矮化效果越明显。50、30、10 mg/kg(毫克/公斤)处理后, 植株高度分别下降了43.12%、37.97%、18.05%, 但50 mg/kg(毫克/公斤)处理后出现轻微药害症状。符明(1999)报道, PP₃₃₃对水仙植株有矮化作用, 适宜处理浓度为0.03 mg/L~0.05 mg/L(毫克/升)。芦建国等(1996)报道, 用浓度为40 mg/L~80 mg/L(毫克/升)PP₃₃₃处理盆栽矮牵牛能够有效抑制其营养生长, 矮化株高, 枝叶紧凑。且不论营养生长期还是开花期, 处理植株高度均比对照矮化, 在营养生长期植株矮化15.3%~36.1%、冠幅缩小14.1%~30.8%; 开花期植株矮化32.9%~64.5%、冠幅缩小15.3%~54.5%。赵兰勇等(1995)报道, PP₃₃₃使金鱼草矮化的最适浓度为200 mg/kg~500 mg/kg(毫克/公斤)^[5]。不同浓度PP₃₃₃处理对小苍兰有不同程度矮化作用, 以300倍的药土矮化效果最好, 最长叶片比对照短了31.5%。陈永伶等研究表明, 浓度高于666 mg/kg(毫克/公斤)PP₃₃₃处理能够显著抑制雀舌黄杨高生长, 增加叶绿素含量, 提高抗旱能力, 且分枝多, 枝条粗壮。柯昉等(1998)报道, 狗牙根拔节前喷酒CCC和PP₃₃₃可以明显抑制主茎和分蘖茎伸长, 缩短节间长度, 促进分蘖大量发生。CCC以3 000 mg/kg(毫克/公斤)或PP₃₃₃400 mg/kg(毫克/公斤)处理后对狗牙根产生明显矮化效应, 可代替人工修剪。有资料表明, 叶面喷洒PP₃₃₃能有效抑制花叶美人蕉生长, 处理最佳浓度为50 mg/L~100 mg/L(毫克/升)^[6]。此外, 植物生长延缓剂在榔榆、万寿菊、凤仙花^[7]、大丽花、瓜叶菊、晚香玉^[8]等观赏植物中的应用也有报道。

1.2 减小叶面积、增加叶片厚度、加深叶色

试验表明, 生长延缓剂能够减小植株叶面积, 增加叶片厚度, 提高叶绿素含量, 使叶色浓绿。李筑荪等人研究发现, 适宜浓度PP₃₃₃处理菊花后, 植株茎秆矮壮, 硬度增加, 叶色浓绿, 且不易发生病害, 基本上能够保持其花、叶固有形态, 效果优于B₉(李筑荪等, 1990)。杨红等(1995)报道^[9], 玉簪经适宜浓度的甲哌啶和PP₃₃₃处理后, 植株叶面积略有减小, 但叶柄挺拔有力, 叶片宽厚, 叶色浓绿油亮, 明显提高其观赏价值。符明(1999)报道, PP₃₃₃处理后, 水仙叶片绿色加深, 叶色浓绿, 叶片变短, 与其叶绿素和可溶性蛋白质含量增多有关。研究表明, 经PP₃₃₃处理的墨兰叶片上表皮细胞长度变短, 宽度增加, 因此认为PP₃₃₃处理使墨兰叶片变短而宽的原因是改变细胞形状而不是减少细胞数目。此外, PP₃₃₃处理还能促使墨兰叶绿素积累, 500 mg/kg(毫克/公斤)和1 000 mg/kg(毫克/公斤)处理的叶片叶绿素含量分别比对照高12%和20%, 叶片浓绿有光泽, 大大提高了观赏价值(潘瑞炽等, 1990)。

1.3 调节花期

生长延缓剂对观赏植物的花期及开花性状有一定调节作用。当植物茎生长被延缓后, 减少了花芽萌发时对养分的争



第一作者简介: 董运斋, 1979年生, 河南安阳人, 2002年毕业于河南农业大学林学院园艺专业, 现为北京林业大学园林植物与观赏园艺专业在读硕士, 主要研究方向: 兰花栽培技术研究。

*北京林业大学研究生培养基金资助项目

收稿日期: 2004-07-10

夺, 往往表现出促进生殖生长, 增加花芽分化和促进开花, 或延长开花时间的功能。研究发现 250 mg/kg(毫克/公斤)或 500 mg/kg(毫克/公斤)PP₃₃₃处理水仙对其花萼及花朵数没有显著影响, 但明显推迟了始花期(汪良驹等, 1990)。章骏德(1995)报道, 经多效唑复合剂处理后, 水仙花期平均为 27 d(天), 比对照延长了 9 d(天), 但施用 PP₃₃₃后, 花期缩短, B₉对其花期影响不大。可见多效唑复合剂的效果优于 PP₃₃₃和 B₉。但符明的研究表明, PP₃₃₃处理不仅能促进水仙花的发育, 而且有利于成花和增大花径, 与对照相比, 处理后的水仙哑花数减少, 成花率提高。这些差异可能与处理时间、处理浓度不同有关。研究发现, PP₃₃₃可以诱导海桐开花, 4 000 mg/kg、6 000 mg/kg(毫克/公斤)的 PP₃₃₃处理的植株开花率可达 90%以上, 而对照仅为 4%(刘克斌等, 1989)。PP₃₃₃无论叶面喷施还是根灌均能使大丽花提早现蕾, 且以叶面喷施和根灌配合效果最佳。徐宏英等(2003)报道, 增加 PP₃₃₃浓度, 香雪兰始花期推迟, 花梗缩短变粗, 对总花朵数影响不大; 处理时间对其开花性状几乎无影响^[10]。

1.4 延缓切花衰老

生长延缓剂是常用的延缓植物衰老的化合物, 主要作用于延缓蛋白质和叶绿素分解, 减慢呼吸速率, 维持细胞活力。有研究表明^[11], 适宜浓度的 PP₃₃₃、甲哌啶和三环唑有利于郁金香切花寿命的延长, 增加花朵干重, 花瓣面积增大, 增大幅度在 24%~36%之间。从保鲜效果看, 三环唑和 PP₃₃₃可延长保鲜期 4 d~5 d(天), 而甲哌啶保鲜效果最好, 为对照的 1.85倍。三者处理均能使郁金香切花花瓣和花枝顶叶的过氧化氢酶活性提高, 保持细胞膜透性, 表明三者有推迟郁金香切花衰老的生理作用。戈家英(2001)报道, 5 mg/kg(毫克/公斤)PP₃₃₃能够延长迎春切花瓶插寿命, 增加花瓣中蛋白质、脯氨酸含量, 增强其 SOD 酶活性, 提高切花抗氧化能力, 具有较好的保鲜效果^[12]。

1.5 促进生根及根系生长发育

田兴范等(1993)报道, 适宜浓度的 PP₃₃₃对菊花和蔓长春花试管苗生根有明显促进作用, 可作为生根促进剂, 同时还有壮苗作用, 能增强试管苗的适应能力, 提高移栽成活率。PP₃₃₃处理可使菊花叶片中还原糖、可溶性糖及淀粉含量显著下降, 表明 PP₃₃₃促进光合产物向根部转移, 有利于生根和营养物质的吸收。试验表明, 适当浓度的 PP₃₃₃对猕猴桃试管苗生根也有促进作用, 当浓度为 0.1 μg~0.5 μg/g 时, 生根率为 37%~43%, 平均每株生根数由 2.9 条增至 3.8 条。随着浓度增大, 试管苗根系逐渐由细长变为短粗, 表明根长与 PP₃₃₃浓度呈负相关, 而根粗与其呈正相关(郭延平等, 1995)^[13]。

1.6 影响矿质营养的吸收

生长延缓剂一定程度上能够影响植物对矿质营养的吸收。高勇等(1991)报道, PP₃₃₃有利于盆栽菊花对 P、K、Ca、Mg、Mn、Cu、Fe 等元素的吸收。孙文全等(1991)报道, PP₃₃₃处理影响水仙对矿质营养的吸收。处理后, 水仙对 N、P、K 的吸收量明显减少, 三者分别减少了 25%~37%、22%~27%和 16%~23%, 但对 Ca、Mg 的吸收影响不大; 处理后可以促进水仙对 Fe、Mn 的吸收, 但 PP₃₃₃对微量元素吸收量的影响不如对大量元素的影响效果明显。目前, 关于生长延缓剂对观赏植物吸收营养的影响研究报道较少, 该方面的研究主要集中在果树、农作物上。

1.7 提高抗逆性

施用生长延缓剂可以提高植物的抗逆性。有资料表明,

CCC 可以提高唐菖蒲球茎的耐旱力, 在叶片充分露出后, 用 500 mg/kg(毫克/公斤)CCC 的水溶液灌入土壤, 1 个月后重复 1 次, 效果较好。刘克斌等人研究发现, 经 PP₃₃₃处理的海桐植株上没有蚜虫发生, 而经辛酸或未经处理的植株上有大量蚜虫, 说明 PP₃₃₃能够减少观赏植物虫害的发生; 同时发现, 对照海桐植株顶部幼叶冬季受冻枯死, 而 PP₃₃₃处理的植株未发现受冻现象, 表明 PP₃₃₃提高了海桐的抗冻性。有报道^[14], 高浓度的 PP₃₃₃有增强一品红抗寒性的趋势(义鸣放等, 1994)。另外, 还有资料表明, 桃树枝条在喷洒 CCC 的情况下获得耐寒能力最大, 且比较持久。

2 生长延缓剂的作用机理

目前, 生长延缓剂在观赏植物中的应用越来越广泛, 如在促进生根、调整株型、调节花期、切花保鲜、矿质营养、组织培养、提高植物抗逆性等方面都有较大潜力。但有关其作用机理的研究资料还较少, 归纳起来主要有以下几个方面。

2.1 影响内源激素生物合成、改变其水平及比例

大多数植物生长延缓剂都可以阻碍植物体内 GA 的生物合成, 导致内源 GA 水平降低, 从而抑制细胞伸长, 使植株矮化, 同时 IAA 含量下降。B₉的最初效应是抑制内源 IAA 的生物合成, 阻止近顶端分生组织细胞分裂, 打破由生长素引起的顶端优势, 促进侧芽生长, 促进侧枝增大, 使株型紧凑。符明研究表明, PP₃₃₃能够抑制水仙植株内源 GA 的生物合成, 并对已合成的 GA 表现出拮抗作用, 从而引起内源 GA 含量在组织内减少, 进而改变植株体内同化养分的分配, 使营养物质大部分运输到生殖器官上, 促进花的发育。除了抑制内源激素生物合成外, 生长延缓剂还可以改变它们间的比例关系。植物生长被延缓后, 植株内 CTK 含量增加, 所以普遍表现为根系生长发达, 延缓地上部分生长, 促进地下部分生长, 提高根冠比, 促进同化产物向根部运输, 同时也促进了地上部分叶绿素的形成, 使叶色加深, 增加净光合速率。CTK 含量增加, GA 含量减少, 有利于植物花芽分化, 因此生长延缓剂促进植物开花的效应可能与内源 GA 和 CTK 比例的改变有关。汪良驹等人(1990)报道, PP₃₃₃处理能显著降低水仙叶片及根中 GA 含量, 降低叶片中 ABA 含量, 但明显增加根部 ABA 含量。从总的 ABA 含量来看, 处理与对照差异不显著, 说明 PP₃₃₃不影响 ABA 的生物合成, 而是影响其运输及在植株体内的分布。

2.2 提高过氧化物酶活性

过氧化物酶的活性与植物茎的伸长生长有很大关系。刘克斌等人研究表明^[11], PP₃₃₃处理后, 海桐植株过氧化物酶活性迅速增强, 而过氧化物酶活性的变化与新梢生长速度表现出相反趋势。研究认为, PP₃₃₃是通过拮抗 GA 而起作用的, GA 可以降低过氧化物酶活性。试验发现, PP₃₃₃能够显著影响大叶黄杨叶片和茎尖中过氧化物酶的活性。经 400 mg/kg(毫克/公斤)的 PP₃₃₃处理后, 植株叶片和茎尖中过氧化物酶的活性迅速得到增强; 2 000 mg/kg(毫克/公斤)处理后, 植株叶片中增加了 1 条过氧化物酶同工酶谱带, 用 2 000 mg/kg(毫克/公斤)和 4 000 mg/kg(毫克/公斤)处理分别诱导大叶黄杨夏梢茎尖中 2 和 4 条新的过氧化物酶同工酶的表达。因此, 认为 PP₃₃₃可以诱导特异的过氧化物酶同工酶合成, 并使已有的过氧化物酶活性增强, 从而拮抗了植株内 GA 的作用, 促进 IAA 分解, 进而抑制植株顶端分生组织的发育, 导致植株矮化(刘克斌等, 1989)。

2.3 改变植物形态及内部结构

生长延缓剂可以改变植物外部形态及内部结构, 从而表

现出特定的生物效应。刘克斌等研究发现,经 PP₃₃₃ 处理过的黄杨植株顶端分生组织原套及原体结构排列不均匀,该组织细胞染色体呈不正常状,细胞质、细胞核内染色体加深,原套与原体的分生细胞结构层消失,肋状细胞区缩短。高强等人研究发现,经 PP₃₃₃ 处理的榔榆植株的叶表皮细胞、栅栏组织和海绵组织均增厚,栅栏组织中细胞密度增加,叶脉间距缩小,因此认为细胞、组织结构的变化是榔榆叶片增厚、叶面积减小的主要原因。用生长延缓剂处理的植物抗逆性增强,除了形态上表现为叶片小而厚,植株粗壮和根系发达外,叶片中栅栏组织发达,气孔关闭,内源脯氨酸含量增加。

3 小结

生长延缓剂能有效地解除植株的顶端优势,调整株型,调节花期,可使叶面积变小、叶片增厚、叶色加深,并能延迟切花衰老,促进生根,增强抗逆性,改善植株的综合观赏指标。因此在观赏植物中的应用愈来愈受到重视,有关研究报道也不断增多。植物种类、植株发育阶段、试剂种类、处理浓度、处理方法及处理时间不同,生长延缓剂的处理效果也不相同,除此之外,基质、环境条件、灌溉等因素也影响其处理效果,所以在进行应用技术与开发时应综合考虑这些因素。目前,研究内容主要侧重于生长延缓剂的作用效果及应用技术上,有关其作用方式和机理的研究较少,如生长延缓剂与植物生理生化反应、新陈代谢、物质和能量的转化及分配的关系等内容尚不清楚。笔者认为,今后在开展应用技术研究的同时,应该加强有关作用机理方面的研究,为技术开发提供更好的理论依据。相信随着研究的不断深入,生长延缓剂在观赏植物中将具有极大的开发利用前景。

参考文献:

- [1] 韦三立著.花卉化学控制[M].北京:中国林业出版社,2001.
- [2] 张朝阳.盆土混加多效唑对盆菊的矮化效应[J].中国园林,2000,16(5):87~88.
- [3] 金波,东惠茹,穆鼎等.比久促使菊花矮化机理的研究[J].园艺学报1992,19(2):171~174.
- [4] 毛龙生,高勇,姚亚英等.PP₃₃₃、B₉、CCC对盆栽一串红矮化效应研究[J].园艺学报,1991,18(2):177~179.
- [5] 赵兰勇,贾锦山.多效唑在金鱼草上的应用研究[J].山东农业大学学报,1995,(2):243~245.
- [6] 吕长平,陈海霞.多效唑对盆栽花叶美人蕉的矮化效果[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2003,29(2):129~130.
- [7] 万茜,胡志辉.CCC对凤仙花生长与开花的影响[J].种子,2002,(2):38.
- [8] 杨静慧,张伟玉,刘艳军等.生长抑制剂对盆栽晚香玉的矮化效应[J].北方园艺,2003,(3):65~67.
- [9] 杨红,杨志敏,颜景义.甲哌啶和多效唑对重瓣玉簪的生物学效应[J].南京农业大学学报,1995,18(3):18~22.
- [10] 徐宏英,陈会仙,左雅慧等.多效唑对香雪兰株型、花期有奇效[J].中国花卉园艺,2003,(24):36~37.
- [11] 杨红,杨志敏,巴吾尔江.多效唑、甲哌啶、三环唑对郁金香切花保鲜的效应[J].园艺学报,1995,22(2):203~204.
- [12] 戈家英.多效唑、脯氨酸对迎春花保鲜作用的研究[J].北方园艺,2001,(3):40~41.
- [13] 郭延平,李嘉瑞.多效唑诱导猕猴桃试管苗生根的作用机理初探[J].园艺学报,1995,22(2):105~109.
- [14] 义鸣放,孙凌.PP₃₃₃对盆栽一品红新梢伸长生长的抑制[J].北京农业大学学报,1994,20(2):146.

根雕工艺品以树根为原料,经过人的筛选、构思、加工而成,它保持了树根的自然形状,又容纳了人的创造,因构思奇特、造形朴实自然,千姿百态,栩栩如生,具有欣赏和收藏价值,亦作为高雅的装饰品和馈赠亲朋的礼品而备受人们喜爱。

根雕加工的原料在农村极易找到,不用投入或投入较少,工具简单便宜,厂房要求低,但对于加工者的技术要求较高。

根雕工艺品的造型多样,大致分为三类:一是实用家具,如花盆架、电视架、笔筒、龙头拐杖等;二是动物造型,如牛、马、龙、蛇等;三是人物造型,如传说中的人物、现代人物等。其制作过程并不复杂,一般情况下,根雕工艺品的加工程序如下:

第一步是采集根材。根雕贵在自然,好的根材并不是随处可见,而是要下一番功夫去采集。山崖,山林、河畔、采石场甚至老百姓的柴堆,都是具有一定天然造型的根材栖息处,初春或冬季采集最好。

第二步是去皮清污。去皮的方法有两种:鲜剥法和浸泡法。鲜剥法可用于刚采集到的鲜根材,具体做法是将树根用水洗净后放在露天地2d~3d(天),让根部水分蒸发一些,即可用刀从断口处撬起剥除。浸泡法适用于放置时间较长的干枯根料,其方法是将根料浸入水中数天,直至可剥除为止。小心仔细地清除根柴上的纤维及孔隙内的泥沙,不要损伤根材和破坏纹理。

第三步是构思造型。有了根材并不要着急动于雕刻,而应很好的构思一下加工成何种造型。根据经验,有的根材一眼就能看出造型,有的则需要琢磨数日数月甚至一两年才能构思出最佳造型。

第四步是雕刻成型。构思好后,就可动手加工,截掉多余的根须,断面用火烧加工成自然洞穴,凸面加工成瘤状,达到自然美的效果。雕刻时不要刻意追求形貌逼真的形象,把握以天然为主,以抽象、夸张、变形、朦胧的形象体现树根的天然形象,增加其欣赏价值。有些根料残缺不全时,可选用同一质地的根料进行拼接,手法要精巧,不要留痕迹。

第五步是打磨。用粗砂布将根料打磨一遍,将伤口痕迹磨平,再用细砂布抛光,表面光亮可鉴。用砂布打磨时用力要均匀,避免破坏它原有的色泽和纹理。

第六步是上色。上色的原料是清漆,反复在根材上涂3遍即可,实用根雕工艺品如花盆架、电视架等,可上调和漆,使其古香古色,增强典雅的艺术效果。上色可使根雕工艺品保持自然色泽,并能防止虫蛀和腐烂,延长其寿命。

最后一道工序是命名。好的根雕工艺品要配上好的名字。起名时可根据其造型特征及意境等全面考虑,一个好的名字可让根雕工艺品增值不少。

根雕工艺品的加工