

# 地被植物在屋顶绿化中的应用

尹娟<sup>1</sup>, 陈丽文<sup>1</sup>, 徐云龙<sup>2</sup>

(1. 信阳农林学院, 河南 信阳 464000; 2. 江西省双金柑桔试验站, 江西 樟树 331213)

**摘要:**在简要介绍屋顶绿化的类型、屋顶绿化的种植要求、屋顶绿化的生态效益基础上,重点对地被植物特点及在屋顶绿化应用中的优良特性进行分析阐述,以期今后屋顶绿化工作中植物选择配置提供参考。

**关键词:**地被植物;屋顶绿化;应用价值

**中图分类号:**TU 985.12<sup>+</sup>5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)20-0086-04

随着我国城镇化进程的不断加速,屋顶绿化作为城市绿化形式中出现的一种不占用地面土地的新型模式,越来越受到园林绿化设计工作者的重视和青睐。屋顶绿化,又称“空中花园”、“屋顶花园”或“空中绿洲”,是在屋顶、露台、天台或阳台上种植植物,铺植草坪,设置园林景观<sup>[1]</sup>。它的意义不仅在于能为城市增添绿色,而且能减少建筑材料屋顶的辐射热,减弱城市的热岛效应。如果能很好地加以利用和推广,形成城市的空中绿化系统,对城市环境的改善作用是不可估量的。如何在屋顶配置适宜的种植植物,成为营造屋顶花园成功的关键点,植物选择合理、搭配得当,就形成了前期成本投入较低,后期养护管理方便,进而较易获得预期绿化效益。地被植物,在屋顶绿化中以其不同于其它园林植物的优良生态特性,被认为是提高屋顶绿化成活率、降低成本、美化环境以及提高城市生态效应的最佳选择<sup>[2]</sup>。

## 1 屋顶绿化的特点

### 1.1 屋顶绿化的类型

根据屋顶绿化选用的植物类型和设计复杂程度,将其分为花园式屋顶绿化和简单式屋顶绿化。前者运用乔灌木多种植物类型,搭配成层次丰富的屋顶植物群落,其建造施工、维护管理难度大,但是景观效果最佳。后者又称为草地式屋顶绿化,主要以冷季型草坪草、景天属等抗性较强的地被植物进行绿化,具有造价低、维护简易等特点,特别适宜城市里大面积屋顶绿化<sup>[3]</sup>。

### 1.2 屋顶绿化的种植要求

屋顶绿化不同于传统的地面绿化,光照、温度、湿度、风力等因素制约了植物材料的选择,而且随着层高

的增加而变化。

1.2.1 植物栽植环境 由于屋顶光照强度比地面大,光照时间也更长,如6层屋顶,冬季光照强度比地面大300~400 lx,夏季大500~800 lx,强烈的太阳辐射使夏季白天屋顶温度比地面高3~5℃,晚上又比地面低2~3℃,不利于植物生长<sup>[4]</sup>。此外,由于屋顶地势高、风速大,植物的蒸腾作用强,土壤的水分蒸发快,植物易被强风吹倒。另外,由于高层建筑之间相互遮挡,某些部位处于荫蔽状态。因此,屋顶绿化选择植物时,要考虑抗性强、耐高温、耐寒、耐旱、管理粗放等特性。

1.2.2 建筑荷载 屋顶绿化要考虑建筑设计时的允许承载重量,而不能盲目追求景观效果。屋顶绿化不同于普通的地面绿化,而是在有限的空间里,既要达到美化的效果,又要考虑建筑物本身的承载能力,以及屋顶的排水、防水等情况,所以更复杂,对设计、施工、管理维护等环境要求更高。因此,在选择植物时,要首选耐旱力极强的地被植物,如鸡冠花、半莲、石竹、红花酢浆草等。尽可能选用小型植物,以地被植物为主,适当搭配灌木、小乔木,避免使用高大乔木。其次,选用浅根系植物,避免破坏屋面防水结构,造成渗漏。

### 1.3 屋顶绿化的生态效益

屋顶绿化对建筑具有良好的保温隔热作用,可以节省建筑能耗。绿化屋顶比未绿化屋顶夏季室温低1.3~1.9℃,冬季高1.0~1.1℃。裸露屋顶表面年最大温差可达58.2℃,而绿化屋顶表面最大温差仅为29.2℃,二者相差29.0℃。因此,屋顶绿化可以大大降低屋顶结构及其材料的热胀冷缩变化幅度,延缓建筑老化,延长建筑寿命<sup>[5]</sup>。另外,屋顶绿化可以吸收太阳热辐射,减少向大气的二次辐射。由于植物叶片可以吸附粉尘,因此,屋顶绿化可以有效降低大气粉尘。降雨时,屋顶绿化还可以储蓄部分天然降水。据统计,屋顶绿化能有效截流约70%的天然降水,并在雨后若干时间内逐

**第一作者简介:**尹娟(1979-),女,河南信阳人,硕士,讲师,现主要从事园林植物应用的教学与科研工作。

**基金项目:**信阳农林学院青年教师基金资助项目(201201007)。

**收稿日期:**2013-05-20

步被植物吸收和蒸发到大气中。屋顶绿化的植物还可以滞留大量的空中粉尘。1 000 m<sup>2</sup> 的屋顶绿地年滞留粉尘约 160~220 kg,可降低大气中的含尘量 25%左右。

## 2 地被植物的特点

地被植物是地面覆盖植物的统称,主要包括一些成片种植的、茎叶密集低矮的草本植物及少量灌木和蔓生植物<sup>[6]</sup>。地被植物分布广泛,种类繁多,具有可观赏,植株低矮,耐修剪或苗期生长缓慢的共同特点。通常低矮是地被植物形态的首要特征,将植物高度标准定为 1 m,有些植物在自然生长条件下,超过 1 m,一般在栽植后人工修剪,可以将高度控制在 1 m 以下。绝大多数地被植物都具备良好的叶态、花态、果态和植株的形态,或者兼具一二<sup>[7]</sup>。常见地被植物见表 1,部分其它地被植物见表 2。

表 1 常见地被植物

植物名称	拉丁学名	科属	生态习性
白芨	<i>Bletilla striata</i> (Thunb.) Reichb. f.	兰科白芨属	耐湿
白三叶草	<i>Trifolium repens</i> L.	豆科车轴草属	耐寒
红三叶草	<i>Trifolium pratense</i> L.	豆科车轴草属	耐寒
红花酢浆草	<i>Oxalis rubra</i> A. St. HIL.	酢浆草科酢浆草属	耐旱、半荫
阔叶麦冬	<i>Liriope platyphylla</i> Wang et Tang	百合科麦冬属	耐荫
麦冬	<i>Ophiopogon japonicum</i> (Thunb.)	百合科沿阶草属	耐寒、耐旱、耐荫
草花早熟禾	<i>Poa pratensis</i> L.	禾本科早熟禾属	耐寒
二月兰	<i>Orychophragmus violaceus</i> L.	十字花科诸葛菜属	耐寒
结缕草	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	禾本科结缕草属	耐热

表 2 其它地被植物

学名	拉丁学名	科属	生态习性
筋骨草	<i>Ajuga ciliata</i>	唇形科筋骨草属	耐湿、耐旱、耐热
石竹	<i>Dianthus chinensis</i>	石竹科石竹属	耐寒、耐旱
美女樱	<i>Verbena hybrida</i> Voss	马鞭草科马鞭草属	耐热
常春藤	<i>Hedra helix</i>	五加科常春藤属	耐寒
铺地柏	<i>Sabina procumbens</i>	柏科圆柏属	喜阳、耐寒、耐旱
紫花苜蓿	<i>Medicago sativa</i> L.	豆科苜蓿属	耐旱
虎耳草	<i>Saxifraga stolonifera</i> Curt.	虎耳草科虎耳草属	耐湿
泽泻	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	泽泻科泽泻属	喜阳、耐旱
红花檵木	<i>Lorpetalum chinense</i> var. <i>rubrum</i>	金缕梅科檵木属	耐寒、耐旱
大花金鸡菊	<i>Coreopsis grandiflora</i> Hogg.	菊科金菊属	耐寒、耐旱、耐热
凤尾兰	<i>Yucca gloriosa</i>	龙舌兰科丝兰属	耐荫、耐寒、耐旱、耐湿
木槿	<i>Hibiscus syriacus</i>	锦葵科木槿属	耐寒、耐旱、耐半荫、耐修剪
火棘	<i>Pyracantha fortuneana</i>	蔷薇科火棘属	耐旱
金银花	<i>Lonicera japonica</i>	忍冬科忍冬属	耐湿、耐寒、耐旱、耐荫
佛甲草	<i>Sedum lineare</i> Thunb.	景天科费菜属	耐寒、耐旱、耐热
大花马齿苋	<i>Erodium stephanianum</i> Willd.	牻牛儿苗科 牻牛儿苗属	耐贫瘠、喜阳、耐热
八宝景天	<i>Sedum spectabile</i> Boreau	景天科景天属	耐寒、耐旱、耐贫瘠
费菜	<i>Sedum aizoon</i> L.	景天科费菜属	耐寒、耐旱

## 3 地被植物应用价值分析

对于屋顶绿化而言,植物选择是一个很重要的环节。它关系到四季景观的好坏、养护成本的高低甚至屋顶防水系统的安全等。屋顶绿化的植物种类,只要能达到植物生长所要求的土层厚度,一般植物都可以生长。但考虑到屋顶承载的关系,不可能在屋顶上堆积较厚的土层,所以对植物种类有一定的限制,那么生长较低矮、抗性强、耐修剪、管理粗放的地被植物在应用方面就较其它园林植物更具备实际使用价值。

### 3.1 抗风性

在其它条件相同的情况下,微风有利于光合作用,促进植物根吸水,气孔打开(吸收 CO<sub>2</sub>)等;强风不利是因为它会导致气孔关闭。在天气热的时候,风能够促进空气流通,提供充足的 CO<sub>2</sub>,降低叶面的温度,减少气孔关闭的数目,还能够起到一定的抗病虫害的作用。屋顶环境不同于地面,屋顶风速的增加与楼层的增高成正比,大多数地被植物抗风性能强,能够适应屋顶生长环境。例如青岛市的屋顶绿化,由于属于温带季风气候,植物选择多为小龙柏、金叶女贞、红叶石楠、金盏菊、紫叶小檗等<sup>[8]</sup>。

### 3.2 耐寒、耐旱、耐热性

植物对寒冷的适应能力叫抗寒性。低温引起细胞间或细胞内发生结冰、生物膜和蛋白质结构被破坏引起植物体内代谢紊乱而死亡。高等植物的耐旱性是由土壤中根的吸水量、植物体内水分的贮藏能力、蒸腾、萎蔫后可能恢复的最低含水量等决定的。高温破坏植物光合作用与呼吸作用之间的平衡。当温度过高时,呼吸作用会超过光合作用,从而使植物处于饥饿状态,长期如此,植物会因饥饿而死亡。高温还能促进蒸腾作用的加强,破坏水分平衡,使植物变得萎蔫干枯。植物为了维持自身的水分平衡,就会将根向地下延伸,由于屋顶绿化采用的基质,是人为铺设的土壤,土层较浅,没有地下水来源,所以植物根系无法及时补充水分。过高的温度还能促使蛋白质凝固,并导致有害代谢产物的积累,从而使植物中毒。大多数地被植物具有耐寒、耐旱或者耐热的特性,能够在被称为“屋顶沙漠”这样恶劣的环境中生存。为保证屋顶绿化工程的质量和效果,应选择抗性强、根系浅、生长缓慢、耐寒、耐旱、易管理的植物。为了实现城市绿色屋顶的目标,国外一些科学家筛选了一些十分耐旱的地被植物,如矮种早熟禾、景天属、玉米石、长生草属和苔藓等,它们能耐恶劣气候,不需养护,而且其根部极小,不会对屋顶构成威胁。如佛甲草在屋顶绿化中种植,可数月不需浇水,生命力极强,被誉为“绿色环保空调”,也因此被称为福寿草、不老草、死不了。再如北京市严重缺水,《北京市屋顶绿化规范地方标准》规定屋顶绿化地被植物选择有景天类、玉簪类、铃兰类、

白三叶等<sup>[9]</sup>。

### 3.3 耐修剪、管理粗放

屋顶绿化场地狭小,选用植物时应考虑其生长速度及充分长大后所占面积,以便计算栽植距离及完全覆盖的时间。选择生长缓慢、耐修剪的品种,可节省养护管理费用。

耐修剪的地被植物有:垂盆草、佛甲草、凹叶景天、金叶景天、圆叶景天、三七景天、八宝景天、多花筋骨草、葱兰、萱草、沿阶草、麦冬、亚菊、百里香、欧亚活血丹、丛生福禄、玉带草、玉簪、吉祥草、薷草、荷兰菊、金鸡菊、金叶过路、蛇鞭菊、鸢尾、石竹、美人蕉、一叶兰、铃兰、羊齿天门冬、火炬花、络石、马蔺、火星花、黄金菊、美女樱、太阳花、紫苏、薄荷、罗勒、鼠尾草、薰衣草、花叶长春蔓、常春藤类、美国爬山虎、西番莲属、忍冬属等。

屋顶绿化时,人们之所以选择佛甲草,是由于其具有抗旱能力强、生长强健、养护方便等特点,而如种植其它植物时,必须要注意加强养护管理。景天属的地被植物抗性均较强,只需要粗放的管理即可。在简单式的屋顶绿化应用中,种植时应预留一定的生长空间。佛甲草、垂盆草、活血丹的扩展速度比较快,尤其是佛甲草,由于抗旱性较强,日常管理时不要频繁浇水,否则会使佛甲草生长过快以致倒伏,下部叶片变黄脱落,且容易引起病虫害。一旦发生倒伏现象,需要进行修剪,剪至5 cm左右即可,植株若高于20 cm,为防止倒伏,需要再次修剪。另外,紫叶酢浆草,高10~20 cm,叶紫红、花粉红、耐寒、耐旱,管理粗放,不需修剪,也是较佳的屋顶绿化材料。

### 3.4 吸附粉尘、截流雨水、降低室温

蓝花紫露草是我国近年来从国外引种栽培的鸭跖草科多年生地被植物,株高20~30 cm,花蓝色,具有吸附粉尘、净化空气的功能,是地被植物中不可多得的吸毒植物,尤其对有害气体甲醛的吸收具有一定的功效。

不论是简单式屋顶绿化形式,还是花园式屋顶绿化形式,如果大量采用地被植物进行配置,由于地被植物比较低矮,萌蘖性强,耐修剪,能在屋顶形成一层绿色隔热层,可以有效降低建筑物内部的温度。有了20~80 cm不等高度的地被植物覆盖在屋顶,实际上是给屋顶增加了一层天然隔热层,可缩小温度变化幅度,防止建筑物裂纹;能减少紫外线辐射,延缓防水层龟裂。

地被植物覆盖地面后,其庞大而密集的根层可蓄积水分,并能有效截流雨水中的有毒、有害物质,使水源得到净化。而地上部分通过蒸腾作用能将土壤中的水吸取排放到空间,起到调节空气湿度的作用。地被植物的覆盖,不但能截流降落的雨水,而且能削弱暴雨落下的动力,减缓雨水流速,减少建筑物外层结构被雨水淋失。

### 3.5 景观色彩丰富、有效缓解工作、生活压力

随着城市人口增多,城市建设用地面积不断减少,供人们休闲娱乐的绿地面积严重不足,尤其对于长期在高层建筑中工作生活的人们来说,能在屋顶享受绿色植物带来的景观视觉感受,是一件妙不可言的事情。考虑建筑荷载的问题,不能在屋顶种植高大的乔木,栽植色彩丰富的各类地被植物同样能带来视觉变化。在配置植物时考虑观花、观叶、观果及四季景象变化,合理搭配<sup>[10]</sup>。如春季种植铃兰、二月兰、紫花地丁;夏季种植白花车轴草、紫花苜蓿、大花马齿苋;秋季种植葱兰、宿根天人菊、紫菀;冬季选择小叶女贞、羽衣甘蓝、小龙柏仍然能让人们感受到勃勃生机。另外,为了安全在屋顶绿化植物选择时,尽量不要选用果实体量大的植物,避免高空坠物伤人。大多数地被植物能有效吸收噪音,同时,绿色能减缓太阳光的反射,对减轻和消除人们眼睛的疲劳有很大好处,进而能缓解工作、生活压力,消除疲劳。

## 4 结语

地被植物是城市园林绿化的优良材料,在城市园林植物群落中扮演着重要的角色,近年,随着屋顶绿化事业的不断发展,在选择适宜的植物进行配置的实际工作中,人们越来越重视地被植物的利用,认识到它具有其它园林植物具备的绿化、美化、香化功能,更因其抗风、耐寒、耐热、耐荫、耐修剪及管理粗放等特性,从而具有更高的园林绿化应用价值。今后,如何更好的发挥地被植物这些独特的应用价值,为人们营造更多更美的屋顶花园,建设环保、生态、绿色人居环境,是广大绿化工作者要研究的方向。

## 参考文献

- [1] 汤浩. 屋顶绿化在北京实行的可行性研究[J]. 施工技术, 2009(6): 423-427.
- [2] 陈杰, 龚颖, 闫森. 地被植物在屋顶绿化中的运用[J]. 华中建筑, 2012(3): 124-127.
- [3] 方威, 王铭子, 李雄. 屋顶绿化的生态效益与展望[J]. 现代园林, 2010(3): 52-54.
- [4] 欧阳秀明, 郭春华, 张今会, 等. 屋顶花园植物选择与配置[J]. 江西农业学报, 2008(1): 70-72.
- [5] 任义, 关坤, 段晔. 谈屋顶绿化及其植物配置[J]. 北京园林, 2011(1): 51-55.
- [6] 李景侠, 康永祥. 观赏植物学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005: 273-279.
- [7] 方彦, 齐秀兰. 园林植物[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 261-268.
- [8] 胡苹, 李海梅. 青岛市屋顶绿化调查研究[J]. 北方园艺, 2010(7): 105-108.
- [9] DB11/T 281-2005. 北京市地方标准-屋顶绿化规范[S]. 2005-05-10.
- [10] 叶瑞兴. 浅谈城市屋顶绿化的植物配置与设计[J]. 福建林业科技, 2007(3): 220-223.



# 枸杞 *WRKY* 基因片段克隆与表达分析

王丽娟, 高蔚锋, 管翠萍, 王彦才

(宁夏大学, 宁夏 银川 750021)

**摘要:**以枸杞为试材,根据已知物种 *WRKY* 转录因子保守片段设计引物,采用 RT-PCR 方法,克隆枸杞 *WRKY* 基因片段,并对所得片段进行序列分析,同时利用 Real-time PCR 鉴定该基因在枸杞各器官的表达,以了解 *WRKY* 转录因子在枸杞中的功能。结果表明:从枸杞果实中获得了 467 bp 的 cDNA 片段,命名为 *LbWRKY* (GenBank:KF181204)。序列分析表明,该序列含有 *WRKY*GQK 保守结构域,与番茄 *WRKY* 序列相似性是 95%,与烟草 *wizz* 相似性是 91%,表明已经成功克隆了枸杞 *WRKY* 基因片段。Real-time PCR 表达分析显示,*LbWRKY* 基因在枸杞果实中表达量最高,在叶中表达水平较低,在根中未检测到其表达。

**关键词:**枸杞; *WRKY* 转录因子; 克隆; 表达分析

**中图分类号:**Q 785 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)20-0089-06

*WRKY* 蛋白是近年来发现的植物特有的一类重要转录因子,起源较真核生物早,伴随着植物的进化 *WRKY* 获得了较大的发展。第 1 个 *WRKY* 转录因子是 Ishiguro 等<sup>[1]</sup>从甘薯中克隆获得的,近年来在烟草、大麦、小麦、野生马铃薯、水稻、棉花、甘蔗、甘菊及沙漠豆类等物种中均分离出 *WRKY* 基因<sup>[2-8]</sup>。*WRKY* 结构域能与 W-box 序列((T)(T)TGAC(C/T))专一性结合,从而参与植物的多种逆境胁迫反应<sup>[9]</sup>。此外,在植物生长的种子发育、植物形态建成、赤霉素信号传导活动中亦有 *WRKY* 基因的表达<sup>[10]</sup>。

*WRKY* 转录因子是一个庞大的超基因家族,虽然不同家族的 *WRKY* 转录因子结构上具有一定的保守性,但它们在生物活性和作用目标上表现出很大差异,*WRKY*

转录因子在哪种信号途径发挥作用,主要由其结合的启动子附近序列的特异性决定<sup>[11]</sup>。能够与 *WRKY* 转录因子发生特异性结合的 W-box 序列存在于一些与发育、生长、抗病相关基因的启动子中,*WRKY* 转录因子可能通过与 W-box 的特异性相互结合实现其对信号途径的调控<sup>[3]</sup>。

宁夏枸杞(*Lycium barbarum* L.)属茄科枸杞属多年生落叶灌木,果实称为枸杞子,枣核小,鲜红色,是我国传统的名贵中药材,具有补肾养肝、润肺明目之效<sup>[12]</sup>,因而受到人们的重视。我国枸杞品种资源丰富,但品质好的优良资源相对匮乏。为弥补枸杞品种的不足,科研人员努力培育枸杞新品种,目前表现较好的有“宁杞 1 号”,但在品质上表现出明显的差异<sup>[13]</sup>,其差异究竟是由哪些原因导致尚不清楚。研究表明,*WRKY* 转录因子参与果实、根、种皮、毛状体等发育,为了揭示枸杞果实发育过程中决定品质的主要转录因子的调控机理,现以宁夏枸杞为研究材料,根据 *WRKY* 保守序列设计特异引物,利用 RT-PCR 技术克隆得到 *WRKY* 基因片段,并

**第一作者简介:**王丽娟(1974-),女,博士,副教授,现主要从事植物基因工程研究工作。E-mail:Lijuanwang279@hotmail.com。

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31260065)。

**收稿日期:**2013-07-24

## Application of Ground Cover Plants in Roof Greening

YIN Juan<sup>1</sup>, CHEN Li-wen<sup>1</sup>, XU Yun-long<sup>2</sup>

(1. Xinyang College of Forestry, Xinyang, Henan 464000; 2. Jiangxi Province Double Gold Citrus Experiment Station, Zhangshu, Jiangxi 331213)

**Abstract:** Based on the brief introduction of the characters of roof greening, the types of roof greening, planting requirements of roof greening, ecological benefits of roof greening, the excellent properties of ground cover plants in the application of roof greening were mainly described, in order to provide a reference for plant selection and configuration.

**Key words:** ground cover plants; roof greening; application value