

宿根花卉抗旱性研究进展

刘雪¹, 陈涛², 袁涛¹

(1. 花卉种质创新与分子育种北京市重点实验室/国家花卉工程技术研究中心/城乡生态环境北京实验室/北京林业大学林学院, 北京 100083; 2. 河南林业职业学院, 河南 洛阳 471002)

摘要:为探讨抗旱节水型宿根花卉评价及筛选方法, 缓解节水与绿化面积增加的矛盾。归纳总结了宿根花卉的特点、宿根花卉的评价筛选、植物抗旱性评价方法及抗旱型宿根花卉的应用概况。国内目前的抗旱性研究主要集中在生理机理及理论层面, 抗旱型宿根花卉应用范围虽然比较广泛, 但是种类较单一, 配置方式不合理, 且没有与之相配套的节水灌溉技术。

关键词:水资源; 宿根花卉; 抗旱性; 园林绿化

中图分类号:S682.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)08-0145-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.08.0145

中国平均水资源量为 28 124 亿 m^3 , 地表径流量为 27 115 亿 m^3 , 位居世界第六。按 20 世纪末计算中国人口, 人均拥有水资源量不足 2 200 m^3 , 排名世界第 110 位, 是世界上 13 个贫水国之一。中国现如今 638 个城市就有 400 多个缺水, 而比较严重的缺水城市达 110 个, 日缺水量达 1 600 万 m^3 [1]。

建成区绿化覆盖率 36%、绿地率 31%、人均公共绿地 7.5 m^2 , 这 3 项指标是国家出台的园林城市量化指标, 日益扩大的绿化面积进一步加剧了水资源不足的问题, 城市绿化与水资源的矛盾更加突出 [2]。抗旱节水型宿根花卉对缓解这一矛盾有重要作用 [3]。

1 宿根花卉的优劣势及应用现状

1.1 宿根花卉的优劣势

宿根花卉可多年利用, 绿化效果突出, 对发展节约型、环境友好型的城市绿化有重要作用 [4]。相比每年需要更换的一、二年生绿化材料, 宿根花卉能显著降低绿化成本。大多数宿根花卉具有耐热、抗旱、生长繁殖能力强以及耐贫瘠等优点。一些植株低矮、覆盖力强的宿根花卉是作为地被的优良选择。

但是宿根花卉仍存在品种不够丰富、色彩单

一等不足之处。同时, 由于宿根花卉具有一次种植、多年观赏的特点, 使其在园林中的应用往往因在建植之初考虑不周, 后期的景观效果较差。

1.2 宿根花卉应用现状

随着景观观念的转变, 许多部门逐渐重视宿根花卉的应用, 不仅加强在理论方面的研究, 更坚持在园林绿化中大量运用宿根花卉。罗凤琴等 [5] 根据城市具体情况提出运用宿根花卉的多种建议, 论述了宿根花卉对于建设城市生态园林的作用; 姚莹 [6] 分析了宿根花卉在北京西城区专类公园中的应用, 提出了坚持节约理念、择优引进花卉品种、确保宿根花卉管理精细化等建议。为迎接 2008 年奥运会, 北京崇文区筛选了近 40 个宿根花卉品种在城市绿地中进行推广应用 [7]。但是目前宿根花卉的应用仍不够广泛, 主要是由于相关的园林工作者对宿根花卉认识不够, 与园林设计部门衔接不够等 [8]。

2 宿根花卉的评价与筛选

专家评价法、灰色关联度分析法及层次分析法是目前应用较多的评价方法。专家意见法是在广泛走访专家的基础上, 以专家的意见为主要参考标准, 对花卉进行综合评价。灰色系统理论是对待评花卉的主要性状进行综合描述和量化评估, 对于品种的优劣能进行较为全面地评价 [9], 武菊英 [10] 利用灰色关联分析法评价了多年生观赏草的春季景观效果和越冬能力。目前专家们已用层次分析法(AHP)对萱草和荷兰引种的 20 种宿根花卉进行了评价筛选 [11-12]。

无论采取何种评价方法, 都是对花卉的相对评价, 并不是对其优劣定性, 在应用评价结果时要

收稿日期: 2016-06-23

基金项目: 北京市科技计划资助项目(Z151100001015015)

第一作者简介: 刘雪(1991-), 女, 安徽省宿州市人, 在读硕士, 从事园林植物的栽培与应用研究。E-mail: 584007878@qq.com。

通讯作者: 袁涛(1969-), 女, 四川省成都市人, 博士, 副教授, 从事园林植物栽培与应用、园林植物引种驯化、园林植物育种研究。E-mail: yuantao1969@163.com。

考虑到生态条件、应用方式等因素。

3 宿根花卉的抗旱节水研究

3.1 植物的抗旱机理

植物的抗旱性是植物在干旱环境中维持生长、繁殖或生存的能力,以及在解除干旱以后迅速恢复的能力。植物适应干旱的方式有避旱、低水势下耐旱和高水势下耐旱 3 种^[13]。避旱的植物在干旱胁迫之前就完成了生命周期,如许多沙漠中的短命植物。低水势下耐旱,就是当植物遭受干旱胁迫时,其通过渗透调节等方式保持一定的膨压,并通过气孔关闭,减少光合器官的抑制作用。高水势下耐旱是通过减少水分的损失而实现的,主要有 3 条途径:第 1 条途径是降低角质层阻力(R_c)和增加气孔阻力(R_s);第 2 条途径是降低叶片对太阳辐射的吸收,叶片的卷曲、角度和方位的改变、叶表面的蜡质、柔毛等都会影响叶片对太阳辐射的吸收;第 3 条途径是减少蒸腾叶面积。

3.2 抗旱性鉴定指标

当前国内外对植物抗旱性鉴定方法主要有生物学指标(直接鉴定)和生理生化指标(间接鉴定)^[14]两种。

3.2.1 生物学指标 其中应用较多的是形态指标,主要包括根、茎和叶,分别反映了植物的吸水能力、水分的疏导能力和保水能力。通过测定根的活力和发达程度,如根的深度、广度、根数、根长、根冠比、根系密度等,茎内导管数目、直径及排列方式等,叶片大小、形状、角度、蜡质、茸毛、角质层厚度、气孔数量、气孔开度及栅栏细胞的排量方式等评价植物的抗旱性。

形态指标虽然不是很准确,但易于识别,省时省力,具有一定的实用价值。国圆^[15]以狼牙委陵菜为材料,分析了抗旱性与根、茎、叶等结构的关系,由此得出植物的抗旱能力与叶片结构和根茎贮水能力有关。孙震^[16]在 10 种野生地被植物的生态适应性研究中发现抗旱性强的植物栅栏组织/海绵组织比例较大、气孔密度大、气孔小。

3.2.2 生理生化指标 对抗旱性鉴定共有 6 个生理生化指标。

(1)水分状况指标。水分亏缺可以直观评价植物抗旱性,主要包括相对含水量、水势、饱和亏缺及叶片保水力等^[17]。陈珂^[18]在蛇莓等 4 种地被植物的抗旱性研究中发现,叶片相对含水量对于干旱胁迫最敏感,与土壤含水量呈正相关,且抗旱植物具有较高的束缚水和自由之比,束缚水比例

越大,植物抗旱性越强。

(2)光合作用及叶绿素含量。光合作用是植物代谢的基础,而叶绿素是光能吸收和转换的原初物质。叶绿素含量的变化可以指示植物对干旱胁迫的敏感性,叶绿素含量随着水分胁迫程度的加深逐渐下降,在相同时间内叶绿素含量下降幅度越大的植物其抗旱性越弱^[19]。

(3)渗透调节物质。研究发现,植物的渗透调节能力与植物的抗旱性关系密切,抗旱性强的品种大于抗旱性弱的品种^[20]。研究较多的渗透调节物质主要有脯氨酸、可溶性糖等。

脯氨酸含量可作为抗旱鉴定指标,随着水分胁迫程度的加深脯氨酸含量会显著增加,抗旱性强的品种往往比抗旱性弱的品种积累更多的脯氨酸^[21]。但是甄宏宇^[22]在比较 2 种铁线莲的抗旱性时发现,脯氨酸增幅与实际形态观察及其它生理生化指标变化相反。

水分胁迫会诱导葡萄糖、蔗糖、海藻糖等可溶性糖的增加。蔗糖会使叶绿体周围的液体玻璃化,从而降低细胞的水势,使植物抵抗干旱,叶片还原糖含量的增加使细胞液浓度增大,增强叶片对水分的吸收能力,从而使植物适应干旱的环境。虽然干旱胁迫下可溶性糖含量显著升高,但不是一直持续升高,胁迫后期其含量会下降,而在胁迫前期不断积累^[23]。

(4)细胞质膜的透性及丙二醛含量。逆境会导致膜透性增大,电解质外渗。水分胁迫下膜的完整性和正常功能的维持可作为抗旱性指标^[14]。膜的相对透性和伤害率通常用电导率仪测定组织或细胞外液电导率的变化来表示。有学者研究表明,细胞相对电导率会随着干旱胁迫程度增加而增大,增加幅度与植物抗旱性负相关^[24]。

丙二醛(MDA)的含量可以反映植物遭受外界伤害的程度,它是细胞膜脂过氧化作用最终分解的产物。随着胁迫程度的加深,植物体内的丙二醛含量增加,抗旱性强的植物上升较慢^[25]。

(5)保护酶活性。水分胁迫下,关于 SOD、CAT、POD 等酶促防御系统活性研究较多,SOD、CAT 和 POD 活性在轻度水分胁迫下上升,而干旱较严重时则下降^[26]。

(6)激素水平。干旱胁迫下,植物体内乙烯和 ABA 大量增多,细胞分裂素减少^[27]。ABA 累积可以使气孔关闭,增加根部对水的透性,促进根的吸水,其含量随土壤干旱胁迫时间的延长及胁迫

程度的加剧而逐渐升高^[28]。

3.3 抗旱鉴定常用方法

(1)田间直接鉴定法。将植物直接种于大田,仅利用自然状态下的降水量,测定植株的形态和产量,以人工灌溉作对照,评价植物的抗旱性。此法需要的时间较长,工作量大,评价结果受到外界影响较大。

(2)干旱棚/人工模拟气候箱。将植物栽植于干旱棚或人工模拟气候箱,可人工控制水分等环境条件,研究水分胁迫对生长发育、生理或生物量的影响,以正常水分状况为对照,根据指标的变化进行品种的抗旱性评价。此法便于控制胁迫时间、强度等,鉴定结果比较可靠,是目前抗旱性鉴定广泛应用的方法。但该方法需要一定设备,不能大批量进行,由于试验的环境条件与外界存在差异,会有一定试验误差。

(3)盆栽称重法。将植物植于盆中,人工称重控制土壤含水量,这种方法控制土壤含水量比较容易,但植物根系发育受限制,上下层湿度不均匀且变化大,对试验结果产生一定影响^[14]。

(4)高渗溶液法。利用高渗溶液进行干旱处理,结合测定一些指标来反映苗期的抗旱性。近年来有学者采用聚乙二醇(PEG)模拟干旱条件研究植物的抗旱性^[23]。但有研究表明,PEG 在模拟干旱会对植物的其它方面产生影响,并不能完全模拟干旱环境^[26],如 PEG6000 溶液中因存在铝和锰而使其带有毒性,还会使植物对磷的吸收减少^[29]。

3.4 抗旱性的综合评价

植物的抗旱性是一个较为复杂的综合性状,受多种因素影响^[13],必须采用多指标进行综合评价。目前抗旱性综合评价的主要方法是隶属函数值法^[30],对品种各抗旱指标的隶属值进行累加,求取平均数比较品种间抗旱性。通常将隶属函数值法与主成分分析法和灰色关联分析法相结合进行抗旱性评价^[22]。

4 抗旱型宿根花卉的应用

国内抗旱型花卉的研究起步较早,但早期的研究主要侧重于个别种类的抗旱性及生理机理方面,且主要集中在北京、天津等地区。近年来,在宿根花卉方面开展了大量的引种驯化、栽培生理和应用方面的研究^[1]。为提高北京市园林植物多样性及节水园林的发展,陈之欢等^[31]探讨了北京城市绿化中抗旱节水型宿根花卉的种类和应用规

律,并筛选出 10 余种抗旱型宿根花卉,王美仙^[32]对 5 种野生宿根花卉进行了引种栽培试验,并取得较理想的结果,为其在园林中推广、应用提供了参考。另外,杭州、内蒙古、广州、沈阳等地也对抗旱型花卉进行了大量的研究和栽培应用^[33]。国内城市绿化中应用比较广泛的抗旱型宿根花卉主要有芍药(*Paeonia lactiflora*)、麦冬(*Ophiopogon japonicus*)、石竹(*Dianthus chinensis*)、蜀葵(*Althaea rosea*)、马蔺(*Iris lactea* var. *chinensis*)和萱草(*Heemerocallis fulva*)等。

5 结论与讨论

我国的抗旱型宿根花卉应用范围虽然比较广泛,但是种类较单一,配置方式不合理,且没有与之相配套的节水灌溉技术。为缓解城市园林绿化与水资源短缺的矛盾,必须首先丰富抗旱节水宿根花卉种类。不仅对城市园林中已应用的宿根花卉进行抗旱性评价,筛选抗旱节水型宿根花卉,同时更多地开发野生资源以及引进国外的新优耐旱品种,在抗旱性评价的基础上,利用传统育种及基因工程培育更多的具有非传统观赏价值的抗旱型宿根花卉新品种。因地制宜地选择不同种类的抗旱节水型宿根花卉,优化城市绿化的配置方式,根据其抗旱性合理安排灌溉。同时加大力度发展节水灌溉技术,促进中水及雨水的利用。

参考文献:

- [1] 蔺银鼎. 对城市园林绿地可持续发展的思考[J]. 中国园林, 2001(6): 29-31.
- [2] 付锦楠, 李佳璇, 郑健. 耐旱性花卉在城市绿地中的应用现状[J]. 北方园艺, 2014(7): 6-79.
- [3] 梁麦香. 节水耐旱园林观赏植物在园林中的应用分析研究[J]. 科技论坛, 2014(17): 302.
- [4] 闫明慧, 万开元, 陈防. 中国主要城市宿根花卉应用现状[J]. 农学报, 2014(6): 54-58.
- [5] 罗凤琴, 尹淑莲, 汪海霞. 建设生态园林城市应大力推广宿根花卉[J]. 中国林副特产, 2005(1): 78.
- [6] 姚莹. 浅谈宿根花卉在西城区专类公园中应用[J]. 北京园林, 2013(104): 39-41.
- [7] 冯丽. 宿根花卉在北京市崇文区城市绿地中的应用[J]. 北京园林, 2009(90): 38-41.
- [8] 闫秀英, 付雪松. 宿根花卉在园林绿化中的应用及发展前景[J]. 吉林林业科技, 2000(2): 56-58.
- [9] 邓聚龙. 灰色系统基本方法[M]. 武汉: 武汉华中理工大学出版社, 1987: 17-30.
- [10] 武菊英, 腾文军, 王庆海. 耐旱多年生观赏草春季观赏性评价[J]. 华北农学报, 2006(1): 129-132.
- [11] 邵春艳. 萱草新品种的引种栽培及抗旱性研究[D]. 北京:

- 北京林业大学,2009.
- [12] 蔡红艳. 几种引进宿根花卉观赏性评价及耐热性、抗寒性研究[D]. 浙江:浙江林学院,2009.
- [13] 刘友良. 植物水分逆境生理[M]. 北京:农业出版社,1992:1-20.
- [14] 刘洋. 6种园林草本花卉的抑菌性与抗旱性研究[D]. 陕西:西北农林科技大学,2009.
- [15] 国圆. 狼牙委陵菜生物学特性及干旱适应性研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2009.
- [16] 孙震. 十种野生地被植物生态适应性的研究[D]. 北京:北京林业大学,2006.
- [17] 闫晓容,郑希伟. 几种宿根花卉的耐旱研究[J]. 河北林业科技,1992(1):51-53.
- [18] 陈珂. 蛇莓等四种地被植物抗旱性研究[D]. 北京:北京林业大学,2008.
- [19] 杨洪,冷平生,张博. 3种边坡绿化植物抗旱性研究[J]. 中国农学通报,2010(13):272-278.
- [20] Morgan J M. Osmoregulation and water stress in hogher plants[J]. Ann Rev plant physiol,1984,35:219-319.
- [21] 李君,周守标,王春景. 野生和栽培马蹄金抗旱性比较及其抗旱机制初探[J]. 植物生态学报,2007,31(3):521-527.
- [22] 甄宏宇. 两种灌木铁线莲的引种栽培及适应性研究[D]. 北京:北京林业大学,2011.
- [23] 张文娟. 并头黄芩种子繁殖及抗旱性研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2013.
- [24] 孟林,毛培春,张国芳. 17个苜蓿品种苗期抗旱性鉴定[J]. 草业科学,2008,25(1):21-25.
- [25] 张春涛,薛晟岩. 沈阳地区十种新优宿根花卉的抗旱性研究[J]. 北方园艺,2010(23):100-102.
- [26] 张彦妮,刘亦佳,李博. 干旱胁迫及复水对大花飞燕草幼苗生理特性的影响[J]. 北方园艺,2015(9):58-62.
- [27] Zhang J H, Jia W S, Yang J C. Role of ABA in integrating plant responses to drought and salt stresses[J]. Field Crops Research,2006,97(1):111-119.
- [28] 孙群,梁宗锁. 干旱对苗木萌芽期水分状况、ABA含量及萌芽特性的影响[J]. 植物生态学报,2002,26(5):634-638.
- [29] Lagerwerff J V. Control of osmotic pressure of culture solution with polyethylene [J]. Science, 1961, 133: 1186-1487.
- [30] 李涛,王飞,卢艳. 4种宿根花卉在自然失水胁迫下的生理变化与抗旱性关系[J]. 西北农业学报,2014,19(10):146-151.
- [31] 陈之欢,孙国峰,张金政. 耐旱节水型宿根花卉在北京城市绿化中的应用[J]. 中国农学通报,2003,19(5):157-159.
- [32] 王美仙. 北京野生花卉的应用现状及引种试验[J]. 江苏农业科学,2007,39(2):282-284.
- [33] 付锦南,李佳璇,王小玲,等. 我国主要耐旱型花卉及其在城市绿化中的应用[J]. 北方园艺,2014(13):73-78.

Research Advance on Drought Resistance in Perennials

LIU Xue¹, CHEN Tao², YUAN Tao¹

(1. Beijing Key Laboratory of Ornamental Plants Germplasm Innovation and Molecular Breeding, National Engineering Research Center for Floriculture, Beijing Laboratory of Urban and Rural Ecology Environment, College of Landscape Architecture, Beijing Forestry University, Beijing 100083; 2. Henan Forestry Vocational College, Luoyang, Henan 471002)

Abstract: The way to evaluate and screen drought-resistant and water-saving perennials was explored to promote the application of these perennials and ease the contradiction of water-saving and landscaping. The characteristics of perennials and the method to screen perennials and evaluate drought resistance, as well as the general situation of drought-resistant perennials application were summarized. It showed that at present in our country, the study on drought resistance mainly concentrated in the physiological mechanism and the theoretical level, through the application of drought-resistant perennials relatively broad, the species was simple, and configuration mode was not reasonable, and there was no matching of water-saving irrigation technology.

Keywords: water resources; perennials; drought resistance; landscaping

欢 迎 投 稿