

应用表型特征筛选耐涝牡丹品种研究

时浩杰¹, 奚建伟², 朱向涛^{3*}

(1. 浙江农林大学农业与食品科学学院, 浙江 临安 311300;

2. 浙江农林大学林业与生物技术学院, 浙江 临安 311300;

3. 浙江农林大学暨阳学院, 浙江 诸暨 311800)

摘要:牡丹是中国十大传统名花之一,但在江南地区受湿热气候影响生长不良,为筛选适合江南地区湿热环境生长的耐涝牡丹品种,对3个中国山东牡丹品种进行水淹处理,根据牡丹各品种在水淹胁迫下叶色、叶形态、茎色、茎形态等表型特征的改变,制定涝害指数评分标准及评价方案,然后对实验中各指标得分进行综合性评价。实验结果表明,牡丹品种对水涝胁迫较为敏感,在肉芙蓉、百园红霞、白雪塔3个品种中,最耐涝的为肉芙蓉,其次为白雪塔,最不耐涝的为百园红霞。

关键词:牡丹;表型;耐涝;评价体系

中图分类号:S685.11

文献标识码:A

文章编号:1672-755X(2018)01-0088-05

Screening of Waterlogging Tolerant Peony Cultivars by Phenotypic Characteristics

SHI Hao-jie¹, XI Jian-wei¹, ZHU Xiang-tao^{2*}

(1. Zhejiang Agriculture & Forestry University, Lin'an 311300, China;

2. Jiyang College of Zhejiang Agriculture & Forestry University, Zhuji 311800, China)

Abstract: Tree peony (*Paeonia suffruticosa* Andr.) is one of the ten most famous traditional flowers in China, but it has bad growth in the south of the Yangtze River affected by its humid and hot climate. In order to select waterlogging tolerant germplasm resources in peony, three peony varieties originated in the central part of China were treated with water flooding. Four morphological criteria including leaf color, leaf shape, stem color and stem morphology were quantified via grading and scoring. The waterlogging tolerance was identified by the comprehensive scores of the four criteria, then the evaluation system was established. The experimental results showed that the peony cultivars were sensitive to waterlogging stress. Among the three varieties of the peonies, 'Rou Fu Rong', 'Bai Yuan Hong Xia' and 'Bai Xue Ta', the most waterlogged variety is the 'Rou Fu Rong', followed by 'Bai Xue Ta', the most unwaterlogged variety is the 'Bai Yuan Hong Xia'.

Key words: peony; morphological criteria; waterlogging; evaluation system

牡丹 (*Paeonia suffruticosa* Andr.) 是芍药科芍药属落叶灌木,为中国传统名花。牡丹花大而艳,形态优美,自古被视为雍容华贵、繁荣富强的象征。牡丹是文学艺术的重要题材,还具有很多的园林观赏及

收稿日期:2017-12-13

基金项目:浙江省自然科学基金(13140003);国家自然科学基金(31301619)

作者简介:时浩杰(1982—),男,山东莒南人,副教授,博士,主要从事植物病理学、植物抗逆分子生物学研究。

通信作者:朱向涛(1982—),男,山东莱芜人,讲师,博士,主要从事园林植物学研究。

经济价值,其色彩丰富、品种繁多,既可作切花也可布置庭院^[1]。牡丹可作为中药材,具有活血的功效,可用于治疗斑疹吐血、血滞经闭、损伤瘀血等,具有重要的开发前景。但牡丹为肉质根系,以排水良好之沙质土为宜,忌黏重土壤^[2]。而我国南方地处温带季风或亚热带季风气候区,雨水充沛,尤其进入夏季梅雨期,降雨频繁,且短时间内降雨强度大,对植物容易产生水涝灾害^[3]。

涝害会对植物优良遗传特性的充分表达产生重要作用,在实际育种过程中为了能够高效准确选择目标基因型,要求建立适宜的耐涝评价体系^[4]。土壤缺氧是涝害发生的重要原因,植物适应机理表现在植物在水涝胁迫下的适应和抵抗能力。在水涝引起的低氧胁迫下,植物将产生两种适应:一是避缺氧,通过消耗植物原有贮存能量促进新器官的形成;二是耐缺氧,通过胁迫下生理生化的改变而降低植物新陈代谢速率,从而节约多余的化合物抵抗缺氧逆境对植物造成的不利影响^[5]。水涝胁迫会导致土壤氧气含量减少,形成厌氧环境,植物新陈代谢降低,有毒物质不断积累。在表型特征方面,水涝胁迫会使植物根系变短变稀疏、活力下降,甚至萎蔫死亡^[6]。水涝胁迫会抑制植物新叶形成,造成老叶脱落;气孔导度下降,气体流通受阻,蒸腾作用减弱,叶片萎蔫。此外叶绿素相关合成酶活性降低,叶绿素含量减少,光合速率降低,影响植株正常生长^[7-8]。

有关植物耐涝的研究较多,但有关牡丹耐涝性的鲜有报道。本研究从牡丹受水涝胁迫后表型特征的改变出发,建立能客观反映牡丹耐涝性的评价方法;对牡丹品种进行试验,筛选耐涝种质资源,为牡丹抗涝研究提供宝贵数据,从而用于牡丹抗涝品种的定向培育^[9]。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料选用牡丹4年苗中的肉芙蓉(*Paeonia suffruticosa* ‘Rou Fu Rong’)、白雪塔(*Paeonia suffruticosa* ‘Bai Xue Ta’)和百园红霞(*Paeonia suffruticosa* ‘Bai Yuan Hong Xia’)等品种,均来源于山东,栽植于塑料盆中,基质土壤为营养土:珍珠岩:蛭石=5:1:1组成的混合基质,正常水肥管理。

1.2 试验方法

2017年3月—4月,选取正常生长的牡丹品种肉芙蓉、百园红霞、白雪塔各4株。涝胁迫处理参照沈会权等盆栽淹水法^[10]。设两个处理。a. 淹水处理:将花盆放置于相同规格的塑料箱中,淹水深度分别为土面以下5 cm、刚好没过土面及土面以上5 cm,并定时补水以保证水位,水温为20~25℃,持续多日。b. 对照(CK):正常水管理,使其土壤含水量维持在最大持水量的50%~60%,直至试验结束。同时研究不同牡丹品种的形态特征在淹水条件下的不同变化。将不同牡丹品种放置于相同规格的塑料箱中,淹水深度同为土面以上5 cm,并定时补水以保证水位,水温为20~25℃,持续多日。

定时观察记录各盆牡丹地上部分的形态特征的改变,包括其叶色、叶形态、茎颜色及茎形态变化。表型特征的改变通过相机拍照记录,通过各方面综合评判,最终确定涝害指数^[11]。

2 结果与分析

2.1 淹水处理后牡丹品种的表型改变

通过连续20 d的观察发现,在上一周内,牡丹表型特征改变并不明显;在水淹7 d后,各形态逐渐开始明显变化。叶片首先开始变化,叶片逐渐萎蔫、失绿,叶片上出现黄斑,随后叶片开始下垂、绿叶面积逐渐减少,叶缘卷缩枯萎直至脱落。牡丹茎秆逐渐失绿褐化并出现膨大、溃烂等现象,最终倒伏死亡。通过观察相同牡丹品种在不同淹水深度条件下的形态特征的改变,发现随着淹水深度增加,上述表现更加明显。可见,淹水胁迫对牡丹叶形态、叶色、淹水处茎色和茎形态等具有显著影响,并且随着淹水时间的延长和淹水深度的增加,表型特征的改变越明显。

2.2 牡丹近缘种涝害性分级评分体系建立

2.2.1 形态涝害指数的确定 根据牡丹近缘种在耐涝胁迫中的表型变化,以及结合 20 d 内连续拍照记录的数据,参照网友雄等建立甘蔗品种黑穗病抗性评价体系的思路^[12],将牡丹近缘种形态涝害指数确定为 6 级(表 1)。并且参考张常青等对地被菊花幼苗耐旱性的评价方法^[13],对牡丹各品种在水淹胁迫下的表型进行观察及描述。

表 1 牡丹品种淹水胁迫形态涝害指数分级

级别	表型
I	植株整体绿色,叶片自然外展,无脱落,茎秆绿色挺拔,植株正常生长
II	叶片灰绿并开始萎蔫,茎秆绿色直立
III	叶片出现黄色斑点,萎蔫程度加重,茎秆开始变色
IV	植株整体萎蔫,叶片缩水严重,叶缘黄化枯萎,茎秆出现暗褐色,茎秆软弱
V	植株大部分萎蔫干枯,茎秆褐化、肥肿,开始倒伏
VI	植株近乎死亡

2.2.2 牡丹耐涝形态评价指标及等级制定标准 根据牡丹近缘种在耐涝胁迫中的表型变化,选择叶片颜色、叶片形态、茎色、茎形态 4 个指标,将其定量分级,制定等级得分标准,然后以各指标得分的总和和对耐涝性进行综合评价,建立评价体系。借鉴菊花^[11]涝害评分标准,确定各形态指标等级得分标准。详见表 2、表 3,评价方案及级别命名见表 4。

表 2 叶片形态和叶色指标的定级范围及得分标准

实测值定级范围	叶形态	叶色	得分
I	自然外展	叶色全绿	6
II	轻度萎蔫	叶色灰绿	5
III	叶片卷缩	黄色斑点	4
IV	缩水枯萎	叶缘黄化	3
V	缩水严重,整体枯萎	黄化发暗	2
VI	干枯	黑色	1

表 3 茎色和茎形态指标定级范围及得分标准

实测值定级范围	茎形态	茎色	得分
I	正常挺拔	自然绿色	6
II	茎秆软化	开始变色	5
III	水渍状浮肿	暗褐色	4
IV	开始腐烂	深褐色	3
V	茎秆萎缩倒伏	近乎黑色	2
VI	枯死	黑色	1

表 4 评价方案及级别命名

综合评价等级	分值 x	命名
I	$x > 18$	高度耐涝
II	$15 < x \leq 18$	耐涝
III	$10 < x \leq 15$	较耐涝
IV	$7 < x \leq 10$	较不耐涝
V	$5 < x \leq 7$	不耐涝
VI	$x \leq 5$	极不耐涝

2.2.3 牡丹近缘种耐涝等级的确定 对牡丹近缘种在水淹胁迫下,叶色、叶形态、茎色及茎形态 4 个表型指标,根据表 2、表 3 和表 4 确定的各指标等级及得分,综合处理计算总分,结果详见表 5。

表5 牡丹品种形态耐涝指数评价及等级

编号	名称	涝害指标评定				得分	等级
		叶色	叶形态	茎色	茎形态		
1	肉芙蓉	6	5	4	4	19	I
2	百园红霞	2	2	3	3	10	IV
3	白雪塔	5	4	4	4	17	II

2.3 牡丹近缘种属植物耐涝性鉴定

2.3.1 适宜鉴定时间的确定 通过水淹试验发现,在水淹早期牡丹近缘种在表型特征上没有明显差异;但随着时间推移,表型特征差异明显。在牡丹淹水7 d后,近缘种表型特征出现差异,10 d后开始加深。其中,肉芙蓉无明显涝害症状;百园红霞表现最为明显,叶片萎蔫卷缩,茎秆倒伏;白雪塔叶片萎蔫卷曲。在水淹20 d后,牡丹3个品种的表型特征差异极为明显,肉芙蓉叶片开始轻微萎蔫,茎秆软化并开始变色;白雪塔叶色灰绿,叶片卷缩,茎秆软化并变色;百园红霞叶片缩水严重,叶色黄化发黑,茎秆暗褐色并水渍状浮肿,植株整体枯萎。因此,牡丹品种耐涝鉴定时间以20 d为宜。

2.3.2 鉴定结果 本实验研究比较表明,在牡丹品种肉芙蓉、百园红霞、白雪塔中最耐涝品种为肉芙蓉,其次为白雪塔,百园红霞最不耐涝。通过对相同牡丹品种在不同水淹深度胁迫下表型特征的观察发现,水淹深度越深,牡丹受胁迫越明显,尤其表现在叶色及叶形态两方面。



图1 不同牡丹品种在水淹0 d、7 d、10 d、20 d的形态表现

3 结论与讨论

3.1 牡丹耐涝性筛选的意义

牡丹在中国有四大牡丹品种分布群,分别为中原、江南、西南和西北牡丹品种群,其中江南牡丹品种群品种最少,发展最慢。而中国江南地区高温,降雨量大,是制约江南牡丹生长发育的重要原因。雨季大量降雨会导致土壤严重积水,对牡丹正常供氧产生影响,并产生许多有害物质引起牡丹生理障碍。

目前应对水涝采取的方法一般有搭建大棚、开沟排水等,但其费时费力。因此通过表型特征探究牡丹耐涝品种,为筛选耐涝牡丹品种提供可靠科学参考,从而丰富江南牡丹品种,具有重要现实意义。

3.2 耐涝性鉴定方法及其评价指标

植物在受到水淹胁迫后,植物根系是最主要的受胁迫组织。但在实际中植物根系在地表下难以观察,而植物茎叶在受到水涝胁迫后会产生一系列反应,如失绿黄化,萎蔫下垂、干枯卷曲;茎秆会出现褐化发黑、水渍状膨大、肥肿甚至腐烂倒伏。姜华武等在实验中发现玉米在受到水淹胁迫后会出现矮小叶黄化的现象^[14]。皮层细胞分裂和膨大往往会导致植株基部膨大及肥肿,同时伴随细胞溶解和通气组织的形成^[15]。这有可能是植株为了增加根部的空气扩散而产生的一种适应胁迫的机制,其有利于氧气的扩散和有害代谢物的排放^[16]。

有关植物耐涝鉴定的指标,到目前为止没有既定的标准^[17]。曾有利用存活率作为其指标^[18],但单一的指标不能全面表现植物耐涝性。植物抗涝性是一个极其复杂的生理现象,本实验通过牡丹叶色、叶形态、茎色及茎形态4个方面在水涝胁迫下的表型变化,建立了简便的耐涝评价体系,能对牡丹的耐涝等级鉴定提供可靠理论依据。

3.3 优选耐涝资源的研究和利用

牡丹耐涝性差异明显,通过实验对比筛选出的肉芙蓉及白雪塔具有优良的抗涝性,是宝贵的耐涝材料,具体可用于牡丹耐涝育种。

植物耐涝性受多因素影响,不同品种、不同地区、不同气候环境中的同种植物在同样水涝环境中存在耐涝性差异。植物受到水涝胁迫出现厌氧信号后,相关基因被激活表达,从而进一步获得耐涝性。在已发掘牡丹耐涝优质资源的基础上,还需要进一步研究生理生化、分子调控,以揭示牡丹耐涝基因遗传机理,推动加快牡丹抗涝品种的选育工作。

参考文献:

- [1] 罗宁. 充分认识牡丹价值发展牡丹事业[J]. 中国园林, 2012, 28(3): 99-101
- [2] 臧德奎. 园林树木学[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012
- [3] 李德明, 张秀娟, 陈娟. 涝渍对植物光合作用的影响及其生理危害[J]. 北方园艺, 2010(5): 210-212
- [4] Mitra J. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants[J]. Currentence, 2015, 80(25): 758-763
- [5] 雷丽萍, 夏振远, 郭荣君, 等. 节杆菌对烟叶的降烟碱作用[J]. 烟草科技, 2008(3): 56-58
- [6] 刘周斌, 周宇健, 杨博智, 等. 植物抗涝性研究进展[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(18): 4385-4389
- [7] Tang Z C, Kozłowski T T. Some physiological and growth responses of *Betula papyrifera* seedlings to flooding[J]. Physiologia Plantarum, 2016, 55(4): 415-420
- [8] 利容千, 王建波. 植物逆境细胞及生理学[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2002
- [9] 王丽, 李瑞莲, 周仲华, 等. 植物抗涝性研究进展[J]. 作物研究, 2013, 27(1): 75-80
- [10] 沈会权, 陈和, 陈健, 等. 中澳大麦抗渍性资源的鉴定与筛选初报[J]. 大麦与谷类科学, 2003(1): 32-33
- [11] 尹冬梅, 管志勇, 陈素梅, 等. 菊花及其近缘种属植物耐涝评价体系建立及耐涝性鉴定[J]. 植物遗传资源学报, 2009, 10(3): 399-404
- [12] 阙友雄, 许莉萍, 林剑伟, 等. 甘蔗品种黑穗病抗性评价体系的建立[J]. 植物遗传资源学报, 2006, 7(1): 18-23
- [13] 张常青, 洪波, 李建科, 等. 地被菊花幼苗耐旱性评价方法研究[J]. 中国农业科学, 2005, 38(4): 789-796
- [14] 姜华武, 张祖新. 玉米的厌氧代谢与耐涝性[J]. 湖北农学院学报, 1999(1): 79-84
- [15] 吴林, 黄玉龙, 李亚东, 等. 越桔对淹水的耐受性及形态生理反应[J]. 吉林农业大学学报, 2002, 24(4): 64-69
- [16] Kato-Noguchi H, Morokuma M. Ethanolic fermentation and anoxia tolerance in four rice cultivars[J]. Journal of Plant Physiology, 2007, 164(2): 168-173
- [17] 周广生, 朱旭彤. 湿害后小麦生理变化与品种耐湿性的关系[J]. 中国农业科学, 2002, 35(7): 777-783
- [18] 李阳生, 李绍清, 李达模, 等. 杂交稻与常规稻对涝渍环境适应能力的比较研究[J]. 中国水稻科学, 2012, 16(1): 45-51