

干旱胁迫对地被菊膜脂过氧化和抗氧化酶活性的影响

时丽冉¹, 陈红艳², 崔兴国¹

(1. 衡水学院 生命科学系 河北 衡水 053000; 2. 西北农林科技大学 生命科学学院 陕西 杨凌 712100)

摘要: 为研究地被菊的抗旱能力, 用盆栽控制浇水模拟干旱的方法, 研究不同程度干旱胁迫下地被菊膜脂过氧化和抗氧化酶活性的变化。结果表明: 在轻度干旱胁迫下地被菊质膜透性和丙二醛含量变化不显著, 随着干旱胁迫程度的加深, 地被菊叶片质膜透性、丙二醛含量升高, 抗氧化酶 SOD、CAT 活性在轻度和中度干旱胁迫下显著升高, 在重度干旱条件下下降。POD 活性呈现一直上升的趋势, 表明地被菊有较高的抗干旱能力。

关键词: 地被菊; 干旱胁迫; 质膜透性; 丙二醛; 抗氧化酶

中图分类号: S 681.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)09-0096-03

地被菊(*Ground cover chrysanthemum*)属菊科宿根草本植物, 经长期人工杂交选育所得, 开花密集, 花期长, 且耐盐碱, 抗逆性强, 具有较高的观赏价值, 作为新型的园林造景植物具有很大的发展潜力和推广价值。随着水资源的日益缺乏, 寻求抗旱节水的观赏地被花卉, 对于建设节约型园林, 降低绿化成本, 具有重要的意义。目前有关地被菊的研究多集中在选育与栽培, 对其抗旱性的研究较少, 李锦馨^[1]研究了地栽控水条件下不同品种地被菊株高、冠幅、干物质含量、根冠比等变化, 认为地被菊具有很强的忍耐水分胁迫的能力。张常青^[2]研究了短暂水分胁迫(10 h 以内)后复水对地被菊部分生理指标的影响。该试验通过研究盆栽地被菊在不同程度干旱胁迫下质膜透性、丙二醛含量以及超氧化物歧化酶 SOD、过氧化氢酶 CAT、过氧化物酶 POD 活性变化, 旨在探讨地被菊抗旱能力, 为地被菊的栽培管理及逆境生理提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2009 年 4~7 月自然条件下进行, 供试地被菊品种“落金钱”由衡水市园林局提供, 供试土壤取自衡水湖北堤河岸并与充分腐熟的有机肥(鸡、牛粪)按 3:1 的比例均匀混合。

1.2 试验方法

植株培养采用盆栽土培法。地被菊幼苗培养至 10 叶龄期, 开始进行干旱处理, 用控制浇水的方法控制土

壤含水量, 使土壤水分含量分别为田间持水量的 75%~80%(对照)、65%~70%(轻度干旱)、40%~50%(中度干旱)、35%~40%(重度干旱)。干旱处理 20 d 后, 分别进行各项生理指标的测定。每组处理设 3 次重复。

质膜透性测定用相对电导率法, 丙二醛含量测定用硫代巴比妥酸法, 超氧化物歧化酶(SOD)活性测定用 NBT 光化还原法, 紫外分光光度法测定过氧化氢酶(CAT)活性, 愈创木酚法测定过氧化物酶(POD)活性^[3]。试验数据用 Excel 软件作图, LSR 法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同干旱胁迫对地被菊幼苗叶片质膜透性的影响

质膜是植物在逆境胁迫中首先受到伤害的原初位点, 主要表现为质膜透性增大。电解质外渗值(Electrolyte leakage, EL)是检验膜脂稳定性和完整性、评价植物抗逆能力高低的可靠指标^[4]。图 1 表明, 轻度干旱胁迫下地被菊质膜透性与对照相比变化不显著, 随着干旱程度的加深, 细胞膜透性逐渐增大, 相对电导率显著升高, 重度干旱时达到对照的 2.4 倍。表明严重缺水已对地被菊造成伤害。

2.2 不同干旱胁迫对地被菊幼苗丙二醛含量的影响

丙二醛(MDA)是植物细胞在逆境胁迫下膜脂过氧化的产物, 可与细胞膜上的蛋白质、酶等结合、交联而使之失活, 从而破坏了生物膜的结构与功能^[5], 因而 MDA 含量的变化是膜系统受伤害的重要标志之一。由图 2 可以看出, 在轻度干旱处理下, 地被菊叶片内 MDA 含量与对照组相比无显著变化, 随着干旱程度的加深, 叶片内 MDA 含量出现较大攀升, 中度和重度胁迫下分别是对照组含量的 1.59、1.85 倍。说明在缺水较严重的情况下, 地被菊细胞内活性氧大量产生, 导致膜脂过氧化程度加大。

第一作者简介: 时丽冉(1970-), 女, 河北深县人, 硕士, 副教授, 现主要从事植物抗性生理和细胞学研究工作。

基金项目: 衡水市科学技术研究与发展计划资助项目(07019-2)。

收稿日期: 2010-02-10

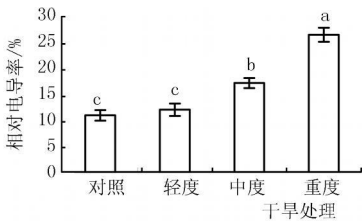


图1 不同程度干旱胁迫对地被菊质膜透性的影响

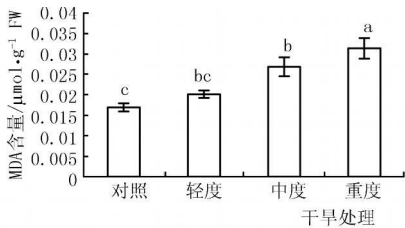


图2 不同程度干旱胁迫对地被菊丙二醛含量的影响

2.3 不同干旱胁迫下地被菊幼苗叶片抗氧化酶活性

SOD、CAT 和 POD 等酶类是细胞抵御活性氧伤害的重要保护酶系统，它们在清除超氧自由基、过氧化氢和过氧化物以及阻止或减少羟基自由基形成等方面起着重要作用⁹。SOD 组成了细胞体内第一条抗氧化防线，是细胞中普遍存在的一类金属酶，它能催化发生歧化反应生成的 O₂ 和 H₂O₂^[7]。

由表 1 可以看出，干旱胁迫使 SOD 活性上升，在中度干旱时达到最高，为对照的 1.68 倍，但重度干旱胁迫下 SOD 活性开始下降，但仍高于对照且差异显著。CAT 活性变化规律与 SOD 相同，在中度干旱时最高，重度干旱胁迫下急剧下降，并且显著低于对照。POD 活性则随干旱程度的加深呈现逐渐上升的趋势，中度和重度干旱胁迫下是对照的 1.34 和 2.36 倍。

表 1 不同干旱胁迫对地被菊抗氧化酶活性的影响

干旱处理	SOD 活性	CAT 活性	POD 活性
	/U · g ⁻¹	/U · g ⁻¹ min ⁻¹	/ΔOD470 · min ⁻¹ · g ⁻¹ FW
对照	194c	30c	47d
轻度干旱	254b	37b	56c
中度干旱	326a	90a	63b
重度干旱	250b	17d	111a

3 讨论与结论

当植物受到干旱胁迫时，质膜受到不同程度的破坏，进而膜透性(电导率)增大⁸，同时细胞中活性氧大量积累，而活性氧含量增高能启动膜脂过氧化和膜脂脱脂化作用^[9-10]，产生过氧化产物，主要表现为丙二醛(MDA)含量的显著增高。因此植物在干旱胁迫中保持低水平的质膜透性和 MDA 是植物抗旱的关键。干旱胁迫下地被菊质膜透性和 MDA 含量随水分亏缺的程度加深而逐

步上升，证明了前人的观点。但轻度干旱对地被菊膜透性基本不造成伤害，过氧化产物 MDA 含量也较低。表明地被菊能忍耐一定程度的水分亏缺。

植物在水分胁迫时可以动员保护酶系统来有效地防御和清除自由基，以维持植物体内活性氧离子代谢的动态平衡，保护细胞免遭氧化伤害。酶活性越高，植物的抗逆性越强^[11]。干旱胁迫下植物的抗氧化酶活性有显著的变化，但由于不同研究者研究的植物种类抗旱性能的差异以及研究手段、胁迫时间的不同而得到不尽相同的结论。孔兰静等^[12]对 3 种观赏草的研究表明，干旱处理使蒲苇、狼尾草和弯叶画眉草的 SOD、POD、CAT 活性大幅度上升，且抗旱性越强活性越高；陈庆华^[13]对大豆的研究也表明，随干旱程度的加深，大豆幼苗叶片中 3 种抗氧化酶呈先上升后下降的趋势。研究表明，地被菊在不同程度的干旱胁迫下能保持较高的抗氧化酶活性，以清除过多的活性氧，降低干旱引起的氧化损伤，重度干旱胁迫下 SOD、CAT 活性有所降低，可能是因为严重干旱下植物体内保护酶系统的活力和平衡受到破坏，使活性氧积累，启动并加剧膜脂过氧化而造成整体膜的损伤。但 POD 活性一直呈上升趋势，清除过量的 H₂O₂，说明 SOD、CAT 活性在抵御轻度和中度干旱胁迫时发挥着重要作用，而在重度胁迫时 POD 活性作用更大。这与陈庆华^[13]在大豆和赵黎芳等^[14]在扶芳藤幼苗保护酶活性的研究中得到的结论相一致。

干旱胁迫是一个复杂的生理过程，很多植物能够进行相关抗旱基因的表达，随之产生一系列生理、生化及形态结构等方面的变化，从而显现出抗旱性的综合性状。因此任何单一的生理指标都不能作为评价植物抗旱性能的标准。经过大量的试验证明，物质膜过氧化程度、抗氧化酶活性反映了植物在遭受水分胁迫后的生理状况。该试验的研究结果认为地被菊是一种抗旱性能较强的地被花卉，适宜在干旱半干旱地区引种推广。

参考文献

[1] 李锦馨. 地被菊地栽抗旱性试验研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36 (36): 15974-15976.

[2] 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.

[3] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2006: 167-282.

[4] Bajin M, Kinet J M, Luttes S. The use of electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat[J]. Plant Growth Regulation 2002 36: 61-70.

[5] 曹锡清. 脂质过氧化对细胞与机体的作用[J]. 生物化学与生物物理进展 1986(2): 17-23.

[6] Fridovich I. Superoxide dismutase[J]. Ann Rev Biochem, 1975 44: 147-159.

不同热激处理对菊花抗氧化相关酶活性的影响

王 毅, 陈 蕤 坤, 朱 勋 路, 莫 明 雅, 徐 莺, 陈 放

(生物资源与生态环境教育部重点实验室, 四川大学 生命科学院, 四川 成都 610064)

摘 要: 以观赏菊花为试验材料, 研究 45 °C 胁迫、35 °C 预热锻炼、0.5 mM 水杨酸处理以及水处理对其叶片超氧化物歧化酶、过氧化物酶、过氧化氢酶活性的影响。结果表明: 3 种酶活性均表现出下降的趋势, 其中 POD 和 CAT 活性变化较为一致, 与对照相比, 下降程度从小到大依次为直接胁迫 < 热激锻炼 < 水处理 < 水杨酸处理; 而 SOD 下降程度从小到大则为热激锻炼 < 直接胁迫 < 水处理 < 水杨酸处理。3 种酶活性均表现为水杨酸处理的下降程度最大, 且形态表现与生理变化一致。

关键词: 菊花; 热胁迫; 活性氧; 超氧化物歧化酶; 过氧化物酶; 过氧化氢酶

中图分类号: S 682.1⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)09-0098-04

第一作者简介: 王毅(1986-), 女, 四川成都人, 在读硕士, 研究方向为园林生物技术。

通讯作者: 徐莺(1968-), 女, 博士, 副教授, 现主要从事园林植物生物技术等研究工作。

收稿日期: 2010-01-08

菊花(*Chrysanthemum morifolium*)为菊科菊属草本花卉, 是我国十大传统名花之一。其在布置园林和美化环境方面具有重要价值, 同时, 还具有可食、可饮、可药等多种用途^[1]。然而, 菊花性喜温和冷凉气候, 忌酷暑炎热天气, 最适生长温度为 15 ~ 25 °C, 32 °C 以上则生长缓慢^[2]。近年来, 全球变暖趋势日益加剧, 全国许多地

[7] 吴志华, 曾富华, 马生健等. 水分胁迫下植物活性氧代谢研究进展(综述)[J]. 亚热带植物科学, 2004, 33(2): 77-80.

[8] 王洪春. 植物抗性生理[J]. 植物生理学通讯, 1981, 17(2): 72-81.

[9] 吕庆, 郑荣梁. 干旱及活性氧引起小麦膜脂过氧化与脱脂化[J]. 中国科学 C 辑, 1996, 26(1): 26-30.

[10] 沈秀瑛, 徐世昌, 戴俊英. 干旱对玉米 SOD、CAT 及酸性磷酸酶活性的影响[J]. 植物生理学通讯, 1995, 3(3): 183-186.

[11] Bowler C, VAN M, Inze D. Superoxide dismutase and stress tolerance[J]. Annu Rev Plant mol Biol, 1992, 43: 83-116.

[12] 孔兰静, 李红双, 张志国. 三种观赏草对土壤干旱胁迫的生理响应[J]. 中国草地学报, 2008, 30(4): 40-45.

[13] 陈庆华. 干旱胁迫对大豆苗期叶片保护酶活性和膜脂过氧化作用的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(14): 6396-6398.

[14] 赵黎芳, 张金政, 张启翔, 等. 水分胁迫下扶芳藤幼苗保护酶活性和渗透调节物质的变化[J]. 植物研究, 2003, 23(4): 437-442.

Influences of Drought Stress on Membrane Lipid Peroxidation and Antioxidative Activity in Groun-cover Chrysanthemum Seedling

SHI Li-ran¹, CHEN Hong-yan², CUI Xing-guo¹

(1. Department of Life Science, Hengshui University, Hengshui, Hebei 053000; 2. College of Life Sciences Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shanxi 712100)

Abstract: To study the drought-tolerant ability, the membrane lipid peroxidation and antioxidative activity of leaf in groun-cover chrysanthemum seedlings were measured in drought stress with pot culture experiments simulating different soil water status. The results showed that the plasma membrane permeability and malondialdehyde content did not change significantly, but gradually increased with the aggravation of drought stress. The activities of superoxide dismutase(SOD) and catalase(CAT) increased under lightly and moderate drought stress, and then dropped under severe water stress. The activity of POD kept increasing. Based on the results above we concluded that groun-cover chrysanthemum show high adaptability to drought stress.

Key words: groun-cover chrysanthemum; drought stress; plasma membrane permeability; malondialdehyde; antioxidative