

性,人们对其形态特征、栽培生理、花期控制、品种分类等方面已有较多研究^[3~6]。在市场销售及观赏过程中,牡丹多采用盆栽,由于不能直接从土壤中吸收水分,容易遭受干旱胁迫,影响花蕾的正常开放,降低观赏价值,但目前对盆栽牡丹水分胁迫方面的研究还不多见。因此,本研究以现蕾期的盆栽牡丹为试材,研究了干旱胁迫下叶片的光合作用与抗氧化酶活性变化,并测定不同 CO₂ 浓度下牡丹叶片的光合指标,以期为盆栽牡丹的良好栽培提供技术指导。

1 材料和方法

1.1 试验材料

现蕾期的牡丹材料取自河南农业大学科教园区,品种为胡红,选择长势旺盛均一、无病虫害的 3 年生盆栽(盆直径 40cm,高 50 cm)植株进行试验。对照处理:每天傍晚对盆栽植株补水,保持土壤湿润;干旱处理:从开始处理起连续 14d 不浇水。处理结束后取样测定时干旱与对照处理盆栽植株 20cm 土壤层次的土壤相对含水量分别为 44%(对照)与 36%(相当于中度干旱胁迫),选取冠层顶部的功能叶片进行有关指标测定。每处理 5 盆,3 次重复。

1.2 试验方法

叶片相对含水量、叶绿素含量、SOD(超氧化物歧化酶)与 POD(过氧化物酶)活性测定参照张志良等^[7]的方法。利用开路式光合气体分析系统(LI-6400, LI-COR, NE, USA)于上午 9:00~11:00 在相当于大气 CO₂ 浓度(360 μmol/mol), 700 μmol/mol, 1000 μmol/mol 3 个 CO₂ 浓度条件下测定处理植株的净光合速率(Pn, net photosynthetic rate)、气孔导度

(Gs stomatal conductance), 叶片温度控制在(26 ± 2)℃,光照强度为 750 ± 50 μmol/(m · s), CO₂ 气源由光合气体分析系统配备的 CO₂ 小钢瓶提供。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫下牡丹叶片的相对含水量与叶绿素含量变化

由表 1 可知,与对照相比,干旱胁迫后,牡丹叶片相对含水量下降 14.70 个百分点,叶绿素含量下降 11.06%,但是叶绿素 a/b 增加 12.10%。干旱胁迫导致牡丹叶片相对含水量与叶绿素含量下降,而叶绿素 a/b 的增加是植物叶片对干旱强光环境的一种适应^[1]。

表 1 干旱胁迫下牡丹叶片的相对含水量与叶绿素含量			
处理	叶片相对含水量 (%)	叶绿素含量 (mg/g)	叶绿素 a/b
干旱	72.34 ± 3.16	1.93 ± 0.06	2.78 ± 0.14
对照	87.04 ± 5.46	2.17 ± 0.08	2.48 ± 0.15

2.2 干旱胁迫下不同 CO₂ 浓度对牡丹叶片光合作用的影响

由图 1 可知,大气 CO₂ 浓度(360 μmol/mol)条件下,干旱处理与对照相比,净光合速率降低 36.27%,气孔导度降低了 17.65%。CO₂ 浓度的增加可以显著提高干旱处理条件下牡丹的净光合速率,与大气 CO₂ 浓度相比,700 μmol/mol 与 1000 μmol/mol CO₂ 浓度条件下牡丹叶片的净光合速率分别提高了 17.31%和 53.08%;高 CO₂ 浓度降低了牡丹叶片的气孔导度,干旱胁迫处理的植株又均低于对照,1000 μmol/mol CO₂ 浓度条件下,干旱胁迫处理牡丹叶片的气孔导度

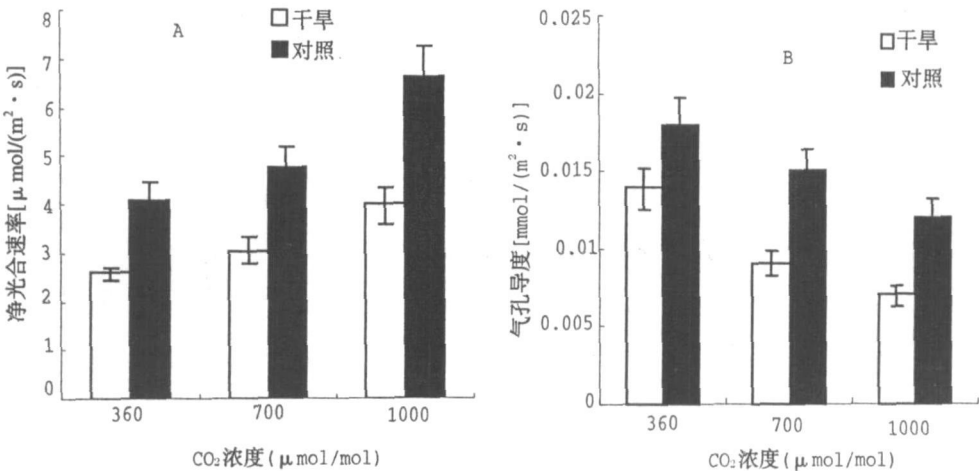


图 1 干旱胁迫下不同 CO₂ 浓度对牡丹叶片净光合速率(A)和气孔导度(B)的影响

约为对照的 58.33%。CO₂ 浓度升高在一定程度上弥补了干旱胁迫对植株光合作用带来的影响。

2.3 干旱胁迫对牡丹叶片 POD 和 SOD 活性的影响

干旱胁迫下,植物体内产生过量的活性氧与自由基,抗氧化酶活性的提高有利于清除过量的活性

氧与自由基,提高植物的抗旱能力^[8,9]。由图 2 可知:与对照相比,干旱胁迫下牡丹叶片的 POD 活性升高了 87.18%,SOD 活性升高了 26.53%。这与在大豆^[10]、黄瓜^[11]等作物中得到的试验结果相一致。

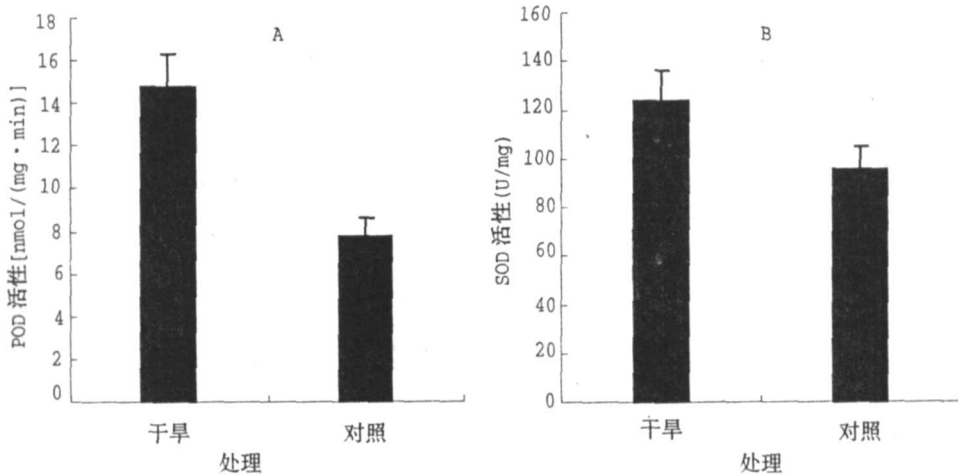


图 2 干旱胁迫对牡丹叶片 POD(A)和 SOD(B)活性的影响

3 结论与讨论

大豆^[10]、黄瓜^[11]、金钗石斛^[12]等植物在遭受干旱胁迫以后植株体内的脯氨酸、丙二醛等含量上升,叶绿素含量下降,叶片相对含水量降低,净光合速率下降。在本试验中,干旱胁迫处理后的牡丹叶片叶绿素含量与相对含水量都呈现下降趋势,净光合速率下降了 36.27%,气孔导度降低了 17.65%,与前人的研究结果一致。经过干旱胁迫处理的植株,高 CO₂ 浓度下测定的牡丹叶片的净光合速率明显高于大气 CO₂ 浓度,高浓度 CO₂ 在一定程度上能够补偿由于干旱胁迫对植株光合作用造成的影响,在大豆等作物上也具有类似的试验结果^[10]。

干旱胁迫能够引起植物体内抗氧化酶活性上升,以利于清除体内产生的过量的活性氧,品种抗旱性越强上升的幅度越大。周瑞莲等^[2]对豌豆进行的水分胁迫试验表明,随着水分胁迫程度的增加,豌豆叶片中 SOD 与 POD 活性增加。本试验中,与对照相比,干旱胁迫下牡丹叶片的 POD 与 SOD 活性均有不同程度的提高,与前人的研究结果相似。本研究只是对现蕾期的牡丹进行了中度干旱胁迫试验,牡丹生育过程的其他时期如展叶期、开花期等都值得进一步研究。

参考文献:

[1] 李永华,王玮,马千全,等.干旱胁迫下抗旱高产小麦

新品系旱丰 9703 的渗透调节与光合特性[J].作物学报,2003,29(5):759-764.

[2] 周瑞莲,王刚.水分胁迫下豌豆保护酶活力变化及脯氨酸积累在其抗旱中的作用[J].草业科学,1997,6(4):39-43.

[3] 赵兰勇.中国牡丹栽培与鉴赏[M].北京:金盾出版社,2004.

[4] 侯小改,刘改秀,段春燕,等.露地牡丹花期调控研究初探[J].河南农业科学,2006(3):86-87.

[5] 席玉英,上官铁梁,张红,等.矮牡丹体内无机元素分布规律的研究[J].华北农学报,2002,17(1):136-139.

[6] 侯小改,段春燕,刘改秀,等.土壤含水量对牡丹光合特性的影响[J].华北农学报,2006,21(2):91-94.

[7] 张志良.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,1990.

[8] 王建华,刘鸿先,徐同.超氧化物歧化酶(SOD)在植物逆境和衰老生理中的作用[J].植物生理学通讯,1989(1):1-7.

[9] 田国忠,李怀方,裴维蕃.植物过氧化物酶研究进展[J].武汉植物学研究,2001,19(4):332-344.

[10] 张彤,王磊,杨俊兴.CO₂倍增对干旱胁迫下大豆光合效应的影响[J].河南农业科学,2005(8):47-50.

[11] 祁云枝,杜勇军.干旱胁迫下黄瓜及蚕豆叶片膜透性改变及其机理的初步研究[J].陕西农业科学,1997(4):6-7.

[12] 吴显芝,乙引.干旱胁迫对金钗石斛幼苗生理生化的影响[J].贵州农业科学,2006,34(1):18-20.