

土壤渍涝对芝麻根系生长及抗氧化酶活性的影响

刘华山 孟凡庭 杨青华 韩锦峰* 王春莉 顿文涛

河南农业大学农学院, 郑州 450002

摘要 在渍水条件下芝麻根系生长速度下降, 干物质积累减少, 根系的抗氧化酶——超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)和过氧化物酶(POD)活性先增后下降, POD活性下降较缓慢, 超氧自由基(O_2^-)产生速率和丙二醛(MDA)含量随淹水时间的延长而升高。

关键词 芝麻; 土壤渍涝; 根系; 抗氧化酶; 超氧自由基

Effect of Waterlogging on the Growth and Anti-oxidative Enzyme Activity of Sesame Root System

LIU Hua-Shan, MENG Fan-Ting, YANG Qing-Hua, HAN Jin-Feng*, WANG Chun-Li, DUN Wen-Tao

College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002

Abstract The influence of waterlogging on the growth and anti-oxidative enzyme activity of sesame root system was studied by pot experiment under controlled environmental condition. The results showed that waterlogging decreased the growth rate and dry weight of roots. The activities of SOD, CAT and POD increased during the early stage of waterlogging, then descended. But the activity of POD descended more slowly than that of SOD and CAT. With the waterlogging time proceeding, O_2^- production rate and MDA content in the root increased. Waterlogging resistance of cv. Henan No.1 was higher than that of cv. Jizhi No.1.

Key words sesame; waterlogging; root system; anti-oxidative enzyme; superoxide radical

河南地区芝麻生育期间降雨量偏多, 常造成芝麻渍涝伤害, 导致产量大幅度降低, 品质变差^[1,2]。对渍涝非常敏感的芝麻, 以往的研究多侧重于地上部^[3], 而对渍涝胁迫下氧自由基直接伤害根系的研究较少。本文研究渍涝对芝麻根系及抗氧化酶活性的影响, 能为芝麻高产优质栽培提供参考。

材料与方 法

芝麻(*Sesamum indicum*)抗涝品种河南1号和不抗涝品种冀芝1号。盆栽试验选用高16 cm、直径14 cm的塑料钵, 装入细土、细沙、蛭石(2:2:1)的混合土, 施入N、P、K(1:2:4)肥料, 混匀后用1:50的甲醛均匀喷洒, 再用塑料膜密封24 h后, 摊开晾晒, 在盆内播种, 盆埋入土壤中。幼苗长出一对真叶时定苗, 长出3~4对真叶时, 将盆移入水泥池中进行淹水处理7 d, 水层保持2 cm。设置渍水0、1、3、5、7 d等5个处理, 各处理重复3次。试验在防雨棚条件

下进行。

淹水后7 d测定鲜重时, 取10株幼苗用滤纸吸干后, 以电子天平直接称重, 干重用测鲜重后的样品, 置于105℃烘箱内烘干10 min, 再在75℃中烘至恒重。每隔2 d, 测定幼苗根系的有关生理指标, 以TTC(氯化三苯基四氮唑)还原强度表示芝麻根系脱氢酶的活性, 并作为根系活力指标^[4]。测定酶活性时, 取幼苗根尖按1:5(W/V)比例加预冷的内含1%(W/V)聚乙烯吡咯烷酮(PVP)的0.05 mol·L⁻¹磷酸缓冲液(pH 7.8), 冰浴中研磨, 以15 000×g于4℃下离心20 min, 上清液为酶提取液。超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)活性及丙二醛(malondialdehyde, MDA)含量按赵世杰等^[5]方法测定; 过氧化物酶(peroxidase, POD)活性参照文献^[6]测定; 过氧化氢酶(catalase, CAT)活

收稿 2004-07-05 修订 2004-10-12

资助 河南省植物生长发育重点实验室。

* 通讯作者(E-mail: jinfenghan2002@126.com.cn, Tel: 0371-3558113)。

性按Mishra等^[7]的方法测定;超氧自由基(O_2^-)产生速率按王爱国和罗广华^[8]的方法测定。

结果与讨论

1 渍涝对芝麻根系生长及根系活力的影响

从表1和图1可见:(1)在不淹水条件下,芝麻幼苗根系生长7 d时,鲜重、干重和干物质积

累增多;而在淹水情况下,抗涝品种和不抗涝品种的主根长度、鲜重、干重都下降,表明淹水对根系生长有抑制作用。从形态上观察,淹水的侧根和根的数量显著减少,根尖变褐色,根系体积变小,干物质积累减少。抗涝品种的主根比不抗涝品种的生长势强(表1)。(2)在芝麻幼苗正常生长过程中,根系TTC还原强度逐渐增强,表明

表1 渍涝对芝麻根系生长的影响

Table 1 Effect of waterlogging on the growth of sesame roots

品种	处理	主根长/cm	根鲜重/g·株 ⁻¹	根干重/g·株 ⁻¹	根系体积/mL·株 ⁻¹
河南1号	对照	15.38±0.35 (100.0)	1.64±0.31 (100.0)	0.158±0.18 (100.0)	0.65±0.41 (100.0)
	淹水	14.30±0.39 (93.0)	1.31±0.28 (79.9)	0.134±0.15 (84.8)	0.28±0.14 (43.1)
冀芝1号	对照	15.31±1.27 (100.0)	1.65±0.44 (100.0)	0.147±0.12 (100.0)	0.56±0.39 (100.0)
	淹水	14.11±0.48 (92.0)	1.27±0.31 (77.9)	0.120±0.19 (81.6)	0.21±0.18 (37.5)

括弧内数字为处理/对照的相对数。

根系代谢旺盛,活力增大,吸收和转化物质能力强。受渍涝伤害的芝麻根系TTC还原强度随淹水天数的增加而急剧下降,表明根系活力的下降与有氧呼吸受到抑制、能量和物质的减少有关。抗涝品种根系活力高于不抗涝品种(图1)。

2 渍涝对芝麻根系抗氧化酶活性的影响

图2显示,在非淹水条件下的2个芝麻品种

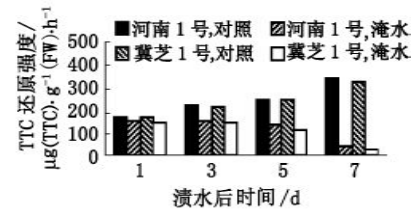


图1 渍涝对芝麻根系活力的影响

Fig. 1 Effect of waterlogging on the vigor of sesame roots

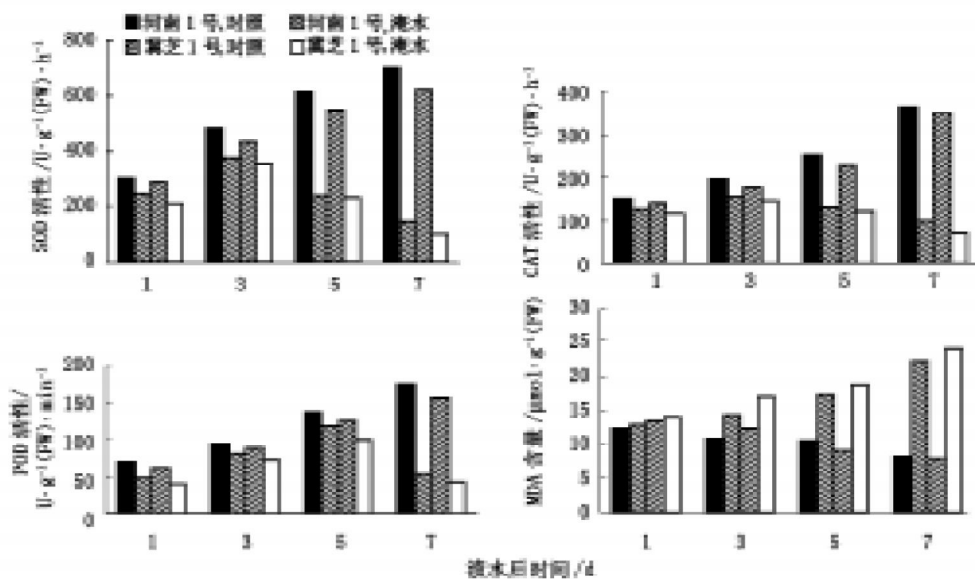


图2 渍涝对芝麻根系SOD、CAT、POD活性和MDA含量的影响

Fig. 2 Effects of waterlogging on SOD, CAT, POD activities and MDA content in sesame roots

的SOD、CAT、POD 3种酶活性均随幼苗的生长进程而逐渐增强。在渍涝条件下芝麻幼苗根系随着淹水时间的推移, 3种酶活性先增高后下降。其中, SOD和CAT活性在淹水第3天达高峰后再下降; POD活性变化较缓慢, 第5天左右达高峰后再下降。

3 渍涝对芝麻根系MDA含量的影响

从图2可见, 正常生长条件下的2个芝麻品种幼苗根中MDA含量差异不大。在淹水的情况下, 随着渍涝胁迫的加剧, MDA含量显著升高, 升高的时间与SOD、CAT、POD活性急剧下降的时间相一致, 抗涝品种的MDA含量比不抗涝品种低。

4 渍涝对芝麻根系 O_2^- 产生速率的影响

水分胁迫能诱导自由基的生成^[9]。从图3可以看出, 随着淹水时间的延长, 2个品种的 O_2^- 产生率均呈现出迅速增加的趋势; 不抗涝品种比抗涝品种的 O_2^- 产生速率明显大, 表明其根细胞受渍涝伤害的程度大。

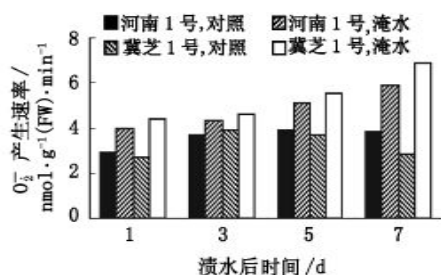


图3 渍涝对芝麻根系 O_2^- 产生速率的影响

Fig. 3 Effect of waterlogging on O_2^- production rate

总之, 渍涝伤害与氧自由基关系密切。芝麻根系的SOD、CAT和POD活性在淹水初期增强, 可能是芝麻根系对缺 O_2 环境的一种响应; 随着淹水天数的延长, 这3种抗氧化酶活性均下降, 致使根系产生大量自由基。 O_2^- 的伤害可能是其参与启动膜脂过氧化或膜脂脱酯作用^[10], 此是渍涝伤害机制的一个方面, 而芝麻根系如何感受淹水的信号, 启动芝麻植株的响应, 还需研究。

参考文献

- 1 陈和兴. 芝麻渍涝灾害及减灾措施. 湖北农业科学, 1992, (4): 70~72
- 2 张秀荣. 芝麻渍害及耐渍性研究现状. 湖北农业科学, 1992, (11): 12~15
- 3 刘华山, 韩锦峰, 孟凡庭等. 土壤渍涝下芝麻叶片中几个与抗涝能力有关的生理指标的变化. 植物生理学通讯, 2001, 37(2): 106~108
- 4 邹琦. 植物实验生理指导. 北京: 中国农业出版社, 1997. 77~84
- 5 赵世杰, 刘华山, 董新纯等. 植物生理实验指导. 北京: 中国农业出版社, 1997. 152~154, 161~163
- 6 华东师范大学. 植物生理学实验指导. 北京: 人民教育出版社, 1983. 143~144
- 7 Mishra NP, Mishra RK, Singhal CS. Changes in the activities of anti-oxidant enzymes during exposure of intact wheat leaves to strong visible light at different temperatures in presence of protein synthesis inhibitors. Plant Physiol, 1993, 102: 903~901
- 8 王爱国, 罗广华. 植物的超氧化物自由基与羟胺反应的定量关系. 植物生理学通讯, 1990, (6): 55~57
- 9 孙存普, 张建中, 段绍瑾主编. 自由基生物学导论. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1999. 176~177
- 10 吕庆, 郑荣梁. 干旱及活性氧引起小麦膜脂过氧化及脱脂化. 中国科学(C卷), 1996, 26: 26~30