

盐胁迫下丛枝菌根真菌对番茄细胞膜透性及谷胱甘肽过氧化物酶活性的影响^{*}

贺忠群^{1,2,3}, 邹志荣¹, 贺超兴², 张志斌², 王 军¹

(1 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2 中国农业科学院 蔬菜花卉研究所, 北京 100081;

3 塔里木大学 植物科技学院, 新疆 阿拉尔 843300)

[摘 要] 采用温室有机土盆栽试验研究了不同盐浓度(NaCl 浓度分别为5和10 g/L)胁迫下, 丛枝菌根真菌(AMF)对番茄氧自由基(O_2^-)产生速率, 丙二醛(MDA)含量, 细胞膜透性, 谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性和叶片相对含水量(RWC)等生理指标的影响。结果表明, 在盐胁迫下, 接种和未接种AMF的番茄均随盐浓度的增加和盐胁迫时间的延长, 叶片和根系中MDA含量、叶片中 O_2^- 产生速率和细胞膜透性持续增加, RWC下降; 与未接种番茄相比, 接种AMF能显著减少番茄植株叶片中MDA的积累, 降低 O_2^- 产生速率和细胞膜透性, 增加RWC, 因而减缓了盐胁迫对番茄细胞膜的伤害, 增强了番茄的耐盐性。盐胁迫下, 接种AMF番茄的GSH-Px活性显著高于未接种株, 可见接种AMF增强了番茄叶片的GSH-Px活性, 减轻了活性氧对植株细胞膜的伤害, 提高了番茄的耐盐性。

[关键词] 盐胁迫; 丛枝菌根真菌; 谷胱甘肽过氧化物酶; 膜透性; 番茄

[中图分类号] S642.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)12-0053-05

丛枝菌根真菌(Arbuscular mycorrhizal fungi, AMF)是陆生植物中广泛存在的共生微生物, 其对植物的生长发育、营养状况、水分的吸收与利用、抗病性、耐盐性以及产量和品质等均具有重要作用^[1]。已有研究^[2-5]表明, AMF能提高洋葱、甜椒、番茄等作物的耐盐性, 其提高番茄耐盐性表现为促进番茄的生长及干物质积累, 增加叶面积及根系对P、Zn、Cu、Fe的吸收, 并能减小盐渍土对番茄产量的不利影响^[6], 但这些研究未涉及盐胁迫下AMF提高番茄耐盐性的生理机制。本试验研究了盐处理对接种AMF番茄和普通番茄的影响, 通过对其叶片生理指标的分析, 旨在阐明AMF影响番茄耐盐性的生理机制。

1 材料与方法

1.1 材料

供试番茄品种为中国农业科学院蔬菜花卉研究所选育的“中杂9号”; 供试丛枝菌根真菌(AMF)菌种为Glomus mosseae-2, 由匈牙利科学院土壤科学与农业化学研究所Tunde Takacs博士提供; 供试土壤为由玉米秸、麦秸、有机肥配制的有机土^[7], 系槽栽番茄后过筛制得, 其基本理化性状为: pH值

7.26, 有机质111 g/kg, 速效磷15 g/kg, 速效氮451 mg/kg, 速效钾518 mg/kg。试验前将有机土在烘箱中160℃灭菌2 h, 自然冷却后再灭菌2 h备用。将有机土装入直径和高均为13 cm的底部有透水孔的育苗钵, 810 g/钵, 装钵前育苗钵用3 g/L的高锰酸钾消毒3 h, 种子用700 mL/L的酒精表面灭菌5 min后, 以蒸馏水冲洗催芽播种。

1.2 试验设计

试验于2005-06-10在中国农业科学院蔬菜花卉所试验温室进行, 采用盆栽试验, 夏季高温时用遮阳网遮荫降温。试验设不接种AMF的普通对照(C处理)和接种AMF(A处理)2个处理。A处理每钵先接种10 g AMF菌剂后再播种3粒番茄, 然后覆盖有机土, 出苗后留2株; C处理每钵接种10 g灭菌接种物, 以保持营养物的一致。45 d后开始进行盐(NaCl)处理, 盐处理设5 g/L低浓度(浇灌C和A处理, 分别记为CX5, AX5), 10 g/L高浓度(浇灌C和A处理, 分别记为CX10, AX10), 以清水(EC为0.8 ms/cm)灌溉为对照(浇灌C和A处理分别记为CX0, AX0), 每处理重复10次, 共60钵。每隔2 d浇灌1次。在低浓度和高浓度盐处理土壤EC值分别达到4.2和7.1

* [收稿日期] 2006-04-04

[基金项目] 科技部中匈合作项目(CH IV-31/2004); 教育部、人事部留学人员科技活动项目择优资助基金项目

[作者简介] 贺忠群(1971-), 女, 重庆市人, 在读博士, 主要从事蔬菜生理生态及根际微生物研究。

[通讯作者] 邹志荣(1956-), 男, 陕西延安人, 教授, 博士生导师, 主要从事设施园艺基础与理论研究。E-mail: zjzp@public.xa.sn.cn

ms/cm 时结束盐处理。为保证盆钵内盐度,盆钵下放水平盘,将收集的渗出水再倒回钵中。

1.3 生理指标的测定

1.3.1 样品的采取 盐处理前和盐处理后的不同时间每处理选3株番茄取其根样(用打孔器在根际不同方位取细根段样)和叶样(顶部向下数第4~5片功能叶),根样用于丙二醛(MDA)含量测定,叶片用于谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性、细胞膜透性和氧自由基(O_2^-)产生速率的测定。

1.3.2 O_2^- 产生速率的测定 取0.5g新鲜叶片加入1.5mL硼酸钠缓冲液(0.2mol/L, pH 8.8)冰浴研磨成匀浆,4000 r/min离心20 min。取0.5mL上清液加入0.5mL 50 mmol/L 磷酸缓冲液(pH 7.8),1mL 1mmol/L 盐酸羟胺,摇匀,于25℃保温1 h,然后再加入17 mmol/L 对氨基苯磺酸(冰醋酸与水按体积比3:1配制)1mL和17 mmol/L α -萘胺(冰醋酸与水按3:1体积比配制)1mL,混合,于25℃保温20 min,用分光光度计于530 nm处测OD值。根据测得的OD,查 NO_2^- 标准曲线,将OD值换算成 NO_2^- 浓度,再乘以2,得到 O_2^- 的浓度值。根据记录样品与羟胺反应的时间和样品中蛋白质含量,求 O_2^- 产生速率(nmol/(min·mg))。

1.3.3 MDA含量的测定 采用硫代巴比妥酸法^[8]测定番茄根样和叶样中MDA的含量。

1.3.4 细胞膜透性的测定 以大分子渗漏值表示。方法是先用直径0.5 cm打孔器从番茄叶片钻取10枚叶圆片,加去离子水6 mL,抽气20 min,室温下以170 r/min摇床振荡4 h后,用UV-2100型紫外分光光度计在254 nm比色读取吸光度值(OD值),即得

总渗漏值。

1.3.5 GSH-Px测定 参照黄爱缨等^[9]的方法并略做改动。具体方法为取新鲜番茄叶片0.5g,加入0.2mol/L磷酸缓冲液(含1mmol/L EDTA-2Na,体积分数5%的聚乙烯吡咯烷酮(PVP)水溶液, pH 6.2)5 mL,冰浴研磨匀浆后,先于4000 r/min离心15 min,取上清液再于12000 r/min离心5 min,所得上清液用于酶活力测定。取0.4mL上清液分别注于酶管和非酶管中,将非酶管加热使酶失活后2支试管分别加入1.0mmol/L还原型谷胱甘肽(GSH)和经37℃预热的1.5mmol/L过氧化氢0.2mL,立即于37℃下反应3 min,再在2支试管中加入1.67%的偏磷酸沉淀液4mL,2000 r/min离心10 min,吸取上清液备用。另取2支试管,向其中分别加入上述上清液2.0mL;再取1支试管,加双蒸水0.4mL和1.67%的偏磷酸沉淀液1.6mL作为空白管,向这3支试管中各加入0.32mol/L $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ 5mL和浓度为0.4g/L的二硫代对硝基苯甲酸(DTNB)0.5mL显色5 min,于412 nm处测吸光度值。GSH-Px的活力用1mg蛋白质1min内催化GSH氧化的减少量表示,单位为 $\mu\text{mol}/(\text{mg} \cdot \text{min})$ 。

1.3.6 叶片相对含水量(RWC)测定 采用烘干法测定^[7]。

2 结果与分析

2.1 NaCl胁迫下AMF对番茄MDA含量的影响

NaCl胁迫下,AMF对番茄叶片和根系中丙二醛含量的影响结果见图1。

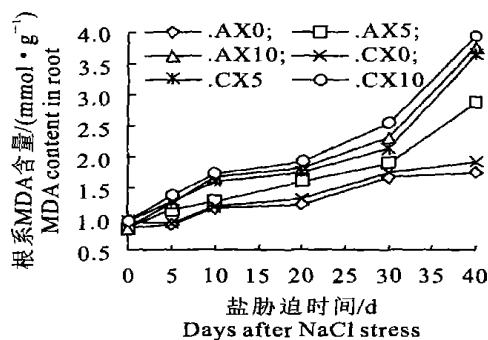
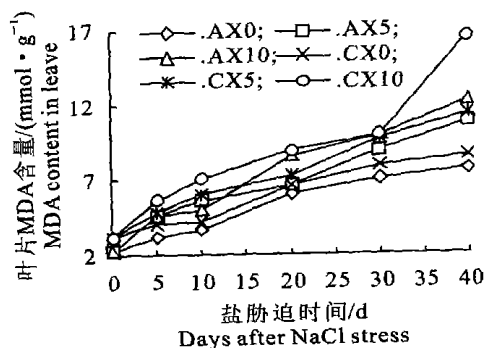


图1 NaCl胁迫下AMF对番茄叶片和根系中丙二醛含量的影响

Fig. 1 Effect of AMF on MDA content in leaves and root of tomato under NaCl stress

由图1可以看出, 随盐胁迫时间延长, 盐胁迫CX5, AX5, CX10, AX10和无盐胁迫CX0, AX0根和叶片中的MDA均呈不断增加趋势, 叶片和根系中MDA变化趋势相似, 且根系中MDA积累量小于叶片。而在盐胁迫下, 未接菌番茄CX5和CX10叶片及根系的MDA含量均高于对应盐浓度下的接菌番茄AX5和AX10; 在盐胁迫40 d时, 低浓度和高浓度盐处理的未接菌番茄叶片和根系中的MDA含量均显著高于接菌番茄($P < 0.05$)。低浓度盐处理未接菌番茄叶片和根系中MDA含量分别是接菌番茄1.05和1.26倍, 高浓度处理分别是接菌番茄1.35和1.05倍。MDA含量是反映细胞膜脂质过氧化程度的重要指标, 本试验结果表明, 接种AMF能减缓番茄植株在盐胁迫下的膜脂质过氧化。分别对接菌和未接菌番茄叶片中MDA含量和其对应株叶片中 O_2^- 产生速率进行相关分析, 相关系数分别为 $r = 0.952$ 和 $r = 0.993$, 均呈极显著正相关。而活性氧自由基是诱发细胞膜脂质过氧化的主要原因, 其可随时间延长而加剧对番茄植株的伤害, 未接菌番茄叶片的膜脂质过氧化程度最大, 伤害最明显, 这与其积累较高的活性氧自由基有关。

2.2 NaCl胁迫下AMF对番茄氧自由基产生速率的影响

O_2^- 是植物在盐胁迫中的代谢产物, 对细胞膜脂质具有较强的氧化伤害作用。图2表明, 随着盐浓度增大和胁迫时间延长, 接菌和未接菌番茄叶片 O_2^- 产生速率均明显提高, 盐处理5 d时, O_2^- 增速明显。40 d时, 低盐浓度和高盐浓度处理未接菌番茄植株的 O_2^- 产生速率分别是0 d时的2.7和3.1倍, 接菌番茄植株 O_2^- 产生速率分别是0 d时的2.6和2.9倍, 均低于未接菌番茄。表明接种AMF减少了盐胁迫下活性氧的积累, 减缓了活性氧对植株细胞膜的伤害。

2.3 NaCl胁迫下AMF对番茄叶片细胞膜透性的影响

植物组织在受到逆境伤害时, 膜透性增加, 细胞内物质会大量渗出。由图3可以看出, 随NaCl浓度增大, 番茄叶片大分子渗漏值明显增加, 且接菌番茄大分子渗漏值低于未接菌番茄, 而无盐对照处理的番茄叶片在整个试验过程中的大分子渗漏值无明显变化; 盐胁迫整个时期, 高盐浓度处理未接菌番茄的细胞膜透性显著高于其他处理, 表明高浓度和长时间盐胁迫可使番茄叶片细胞膜透性增大, 而接种AMF的番茄在高盐浓度胁迫下, 其大分子渗透值

明显低于未接菌株, 表明接种AMF降低了番茄叶片细胞膜的透性。

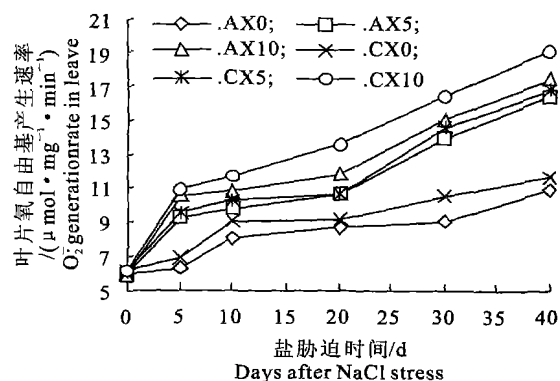


图2 NaCl胁迫下AMF对番茄叶片氧自由基产生速率的影响

Fig. 2 Effect of AMF on O_2^- generation rate in tomato leaves under NaCl stress

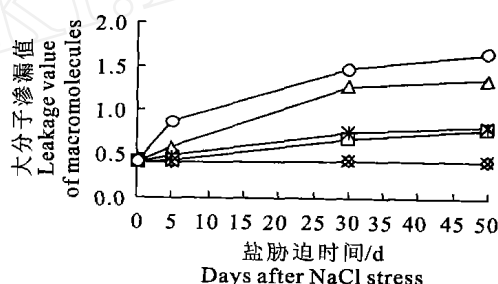


图3 NaCl胁迫下AMF对番茄叶片细胞膜透性的影响

Fig. 3 Effect of AMF on cell membrane osmosis in tomato leaves under NaCl stress

2.4 AMF对NaCl胁迫下番茄叶片相对含水量(RWC)的影响

由图4可知, 随盐胁迫时间延长, 各处理叶片RWC均下降, 且各处理间有明显差异。盐胁迫50 d时, 低盐浓度处理的接菌植株和未接菌植株的叶片RWC分别比其无盐处理株低13.0%和19.0%; 高盐浓度处理则分别比其无盐处理株低20.1%和35.7%, 且植株都有不同程度的叶黄和叶片卷曲。由受盐胁迫处理后番茄叶片RWC降低率的差异可以看出, 接种AMF后具有减轻番茄受盐害而失水的作用, 这种作用在高盐浓度下表现得更为明显。因此接菌番茄在盐胁迫下具有更强的维持植株水分平衡的能力。

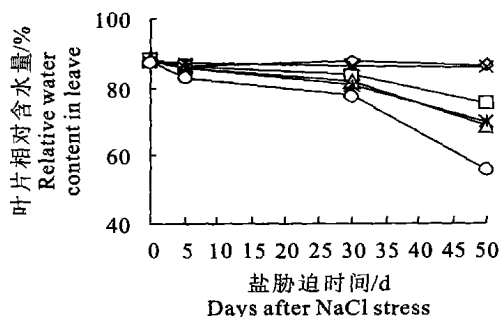


图4 NaCl胁迫下AM F对番茄叶片RWC的影响

- - - AX0; - □ - - AX5; - - - AX10;
- × - - CX0; - * - - CX5; - ○ - - CX10

Fig 4 Effect of AM F on RWC in tomato leaves under NaCl stress

2.5 NaCl胁迫下AM F对番茄叶片GSH-Px活性的影响

NaCl胁迫下AM F对番茄叶片GSH-Px活性

表1 NaCl胁迫下AM F对番茄叶片GSH-Px活性的影响

Table 1 Effect of AM F on GSH-Px activity in tomato leaves under NaCl stress $\mu\text{mol}/\text{mg} \cdot \text{min}$

盐胁迫时间/d Days after NaCl stress	不同盐处理GSH-Px活性 GSH-Px activity of tomato under different NaCl stress					
	AX0	AX5	AX10	CX0	CX5	CX10
5	0.343 d	0.419 b	0.453 a	0.335 d	0.398 c	0.412 bc
10	0.424 c	0.579 b	0.706 a	0.405 c	0.524 b	0.587 b
25	0.494 d	0.687 c	0.995 a	0.462 d	0.605 c	0.798 b

注:表中同行数据后标不同小写字母表示邓肯氏新复极差测验差异显著($P < 0.05$)。

Note: Data were analyzed by Duncan's multiple new range test and Different little letters in the same row indicated significant difference ($P < 0.05$).

3 讨论

植物受到盐胁迫时,最先受到影响的是植物的根系,盐胁迫影响根系水分及离子的吸收,从而改变根系的形态建成、生理代谢等;同时根系可对盐胁迫产生一系列生理反应,例如由于细胞内活性氧的产生与清除平衡被破坏而造成活性氧(AOS)的积累^[10-12],后者可对膜脂产生氧化伤害而导致细胞膜透性增大。细胞膜受伤害的程度可用MDA和过氧化氢(H_2O_2)浓度及 O_2^- 产生速率等来表示。

本试验对盐胁迫下接种AM F番茄和未接菌番茄细胞膜受伤害程度的研究表明,接菌显著地降低了 O_2^- 的产生速率及细胞膜透性,减少了膜脂过氧化产物MDA的积累,并增强了叶片的RWC,所有这些均降低了AM F接菌番茄根系和叶片细胞膜的受害程度,提高了番茄植株的耐盐性。Al-Karak^[13]研究了盐胁迫下接种AM F (*Glomus mosseae*)对番茄干物重和营养吸收特性的影响,明确提出接种AM F具有提高番茄耐盐性的作用,本研究亦得出

的影响结果见表1。从表1可以看出,随盐浓度的增大和胁迫时间的延长,所有处理的GSH-Px酶活性均增加。在盐胁迫5 d时,接菌番茄的GSH-Px酶活性显著高于未接菌番茄($P < 0.05$),而盐处理对照的接菌番茄株的GSH-Px酶活性仅略高于未接菌番茄,两者间差异不显著。高浓度盐胁迫处理10和25 d时,接菌番茄的GSH-Px酶活性显著高于未接菌番茄($P < 0.05$),分别比未接菌番茄高20.3%和24.7%。低盐胁迫处理5 d时,接菌番茄的GSH-Px酶活性显著高于未接菌番茄;低盐浓度胁迫处理10和25 d时,虽然接菌番茄的GSH-Px活性仍高于未接菌番茄,但两者间差异均不显著。以上结果表明,盐胁迫能很快诱导番茄GSH-Px活性的增强,且接菌植株增强幅度更大,盐浓度越大,GSH-Px活性增加越快。

同样结果。有关盐胁迫对番茄细胞膜的影响已有研究,但接种AM F后盐胁迫对番茄细胞膜影响的研究尚未见报道。有研究^[14]表明,在水分胁迫下,接种AM F菌能降低柑桔叶片MDA含量,提高其叶片水势。本研究也表明,AM F提高番茄耐盐性亦与其降低叶片的MDA含量有关。AM F还提高了番茄的RWC,其原因很可能是由于AM F能通过根内及根外菌丝,促进植株根系对水分的吸收,从而提高了叶片的水分含量^[15]。

GSH-Px酶是一种氧自由基捕获剂,其活性的高低是植物在逆境胁迫下防御活性氧伤害的主要标志之一。它可通过催化谷胱甘肽(GSH)与过氧化物(如 H_2O_2 和 ROOH)的反应,来减少类囊体磷脂的氧化,从而具有防止膜脂过氧化,减轻细胞膜伤害的作用^[16-17]。本试验结果表明,接菌番茄植株在盐胁迫下具有较高的GSH-Px酶活性,因此接菌番茄能减弱盐胁迫对植株细胞膜的伤害而提高植株的耐盐能力。

有关GSH-Px在番茄耐盐性中的作用,Mittova

等^[18]和 Garratt 等^[19]认为,耐盐番茄比感盐番茄具有更强的保护根系质膜稳定性的能力,这是因为耐盐番茄细胞具有较高的 GSH-Px 酶活性,因此本研究中 AM F 提高了盐逆境下番茄的 GSH-Px 酶活性,也就提高了番茄的耐盐性,这样就从生理上明确了 AM F 增强番茄耐盐性的作用机理。Ben-Hayyim 等^[20]发现,在生物及非生物胁迫下逆境均可使植物的 GSH-Px 酶活性增高,如番茄接种灰霉病菌 (*B. cinerea*) 后亦发现 GSH-Px 的酶活性增加,与本

试验接种 AM F 后番茄耐盐性增强, GSH-Px 活性增高相一致。番茄受 AM F 侵染后,出于自身的保护机制, GSH-Px 酶活性有所增强,但当受到盐胁迫后,接菌番茄可诱导 GSH-Px 酶活性迅速增加,而普通番茄的增幅明显低于接菌番茄,虽然 GSH-Px 活性增强的生理途径还不清楚,但这很可能与盐胁迫诱导 AM F 接种番茄中编码 GSH-Px 酶的相关基因的表达量发生了变化有关,这些尚有待于进一步深入研究。

[参考文献]

- [1] 李 敏,辛 华,郭绍霞,等. AM 真菌对盐渍土中番茄,辣椒生长和矿质养分吸收的影响[J]. 莱阳农学院学报, 2005, 22(1): 38-41.
- [2] Li X L, Marschner H, George E. Acquisition of phosphorus and copper by VA mycorrhizal hyphae and root to shoot transport in white clover[J]. Plant and Soil, 1991, 136: 49-57.
- [3] Hirrel M C, Gardemann J W. Improved growth of onion and bell pepper in saline soils by two vesicular arbuscular mycorrhizal fungi[J]. Soil Sci Soc Am J, 1980, 44: 654-655.
- [4] Ruiz-Lozano J M, Azcon R. Hyphal contribution to water uptake in mycorrhizal plant as affected by the fungal species and water status [J]. Physiologia Plantarum, 1995, 95: 472-478.
- [5] Li X L, George E, Marschner H. Extension of the phosphorus depletion zone in VA mycorrhizal white clover in a calcareous soil[J]. Plant and Soil, 1991, 136: 41-48.
- [6] Al-Karaki G N, Hammad R, Rusan M. Response of two tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stress[J]. Mycorrhiza, 2001, 11: 43-47.
- [7] 陈双臣,贺超兴,邹志荣,等. 温室有机土栽培番茄营养吸收特性研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(3): 369-374.
- [8] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [9] 黄爱纛,吴珍玲. 水稻谷胱甘肽过氧化物酶的测定法[J]. 西南农业大学学报, 1999, 21(4): 323-327.
- [10] Pellinen R, Palva T, Kangasjarvi J. Subcellular localization of ozone-induced hydrogen peroxide production in birch (*Betula pendula*) leaf cells[J]. Plant J, 1999, 20: 349-356.
- [11] Alscher R G, Donahue J L, Cramer C L. Reactive oxygen species and antioxidants: relationships in green cells[J]. Plant Physiology, 1997, 100: 224-233.
- [12] Mehdy M C, Shama Y K, Sathasivan K, et al. The role of activated oxygen species in plant disease resistance[J]. Plant Physiology, 1996, 98: 365-374.
- [13] Al-Karaki G N. Growth and mineral acquisition by mycorrhizal tomato grown under salt stress[J]. Mycorrhiza, 2000, 10: 51-54.
- [14] Wu S Q, Xia R X. Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under wellwatered and water stress conditions[J]. Journal of Plant Physiology, 2005, 4: 1-15.
- [15] Duan X, Newman D S, Reiber J M, et al. Mycorrhizal influence on hydraulic and hormonal factors implicated in the control of stomatal conductance during drought[J]. J Exp Bot, 1996, 47: 1541-1550.
- [16] Eshdat Y, Holland D, Faltin Z, et al. Plant glutathione peroxidases[J]. Physiol Plant, 1997, 100: 234-240.
- [17] Asada K. The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons[J]. Annu Rev Plant Physiol, 1999, 50: 601-639.
- [18] Mittova V, Guy M, Tal M, et al. Response of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii* to salt-dependent oxidative stress: increased activities of antioxidant enzymes in root plastids[J]. Free Radic, 2002, 36: 195-202.
- [19] Garratt L C, Janagoudar B S, Lowe K C, et al. Salinity tolerance and antioxidant status in cotton cultures[J]. Free Radic Biol Med, 2002, 33: 502-511.
- [20] Ben-Hayyim G, Faltin Z, Gepstein S, et al. Isolation and characterization of salt-associated protein in Citrus[J]. Plant Sci, 1993, 88: 129-140.

sults showed that there was a significant effect of applied nitrogen amount and nitrogen type on photosynthetic character and chlorophyll content. $\text{NO}_3\text{-N}$ had higher effects than $\text{NH}_3\text{-N}$ on the chlorophyll a and photosynthetic rate, and fertility application amounts evidently affected the content of chlorophyll a. Vine and leaf yield of single application of $\text{NH}_4^+\text{-N}$ was lower than that of nitrogen treatment W. Within the range of 450 kg pure nitrogen per hectare, with the increase of applied nitrogen, the yields of vine and leaf improved. But if the amount applied went out of that range, increasing application of nitrogen couldn't notably affect the yield. The $\text{NO}_3\text{-N}$ application could increase the content of nitrate more easily. The highest nitrate level appeared 8-9 d after treating at medium and lower nitrogen level (150-450 kg/hm²) and 7-8 d at higher nitrogen (600-750 kg/hm²). The DCD could reduce the $\text{NH}_3\text{-N}$ -genetic-nitrate content significantly but not significant for $\text{NO}_3\text{-N}$. The best means was the combination of $\text{NH}_4\text{-N}$ and DCD, 450 kg per hectare pure nitrogen and harvest after 9-10 d treatment.

Key words: vine-vegetable sweetpotato; photosynthetic; vine yield; nitrate accumulation

(上接第57页)

Abstract ID: 1671-9387(2006)12-0053-EA

Effect of AM F on GSH-Px activity and cell membrane osmosis of tomato

HE Zhong-qun^{1,2,3}, ZOU Zhi-rong¹, HE Chao-xing², ZHANG Zhi-bin², WANG Jun¹

(1 Department of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Institute of Vegetables and Flowers, CAAS, Beijing 100081, China;

3 College of Plant Science and Technology, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300, China)

Abstract: The effects of arbuscular mycorrhizal fungi (AM F) on O_2^- generation rate, malondialdehyde (MDA), cell membrane osmosis, glutathione (GSH-Px) activity and relative water content in tomato were studied in pot culture under different NaCl concentrations (5 g/L and 10 g/L). The results showed that MDA content, O_2^- generation rate and cell membrane osmosis increased but relative water content (RWC) decreased continuously in both AM F and non-AM F tomato leaves under salt stress. Compared with non-AM F tomato, AM F tomato significantly reduced accumulation of MDA, decreased O_2^- productive rate and cell membrane osmosis, also increased relative water content (RWC) in leaves. So AM F alleviated cell membrane injury and enhanced the tomato salt tolerance. Under NaCl stress, GSH-Px activity in AM F tomato was significantly higher than that in non-AM F ones. The increased GSH-Px activity could alleviate oxygen radical injury to cell membrane and so enhanced AM F tomato salt tolerance.

Key words: salt stress; AM F; GSH-Px; cell membrane osmosis; tomato