

李晓慧,张恩让,何玉安,等. 亚高温及外源物质调节下番茄的生理响应[J]. 江苏农业科学,2013,41(7):135-137.

亚高温及外源物质调节下番茄的生理响应

李晓慧¹, 张恩让², 何玉安³, 刘书凯³

(1. 贵州大学生命科学学院, 贵州贵阳 550025; 2. 贵州大学农学院, 贵州贵阳 550025;

3. 贵州省黔南州贵定县烟草分公司, 贵州贵定 551300)

摘要:以毛粉 802、春秀 A6、铁甲美果等 3 个番茄品种为试材,探索亚高温下番茄的生理响应及外源物质对亚高温胁迫的调节作用。结果表明,亚高温下番茄叶片中丙二醛含量、SOD、POD 活性分别提高 31.99%~56.42%、7.12%~32.07%、7.43%~22.90%;果实中脯氨酸、总酚、维生素 C 含量分别增加 19.07%~84.02%、-1.30%~13.77%、1.31%~26.94%;类黄酮含量下降 1.58%~6.74%。经硼酸、硼酸+亚精胺、亚精胺外源物质处理后,丙二醛、脯氨酸含量降低,降幅最大值分别达 64.48%、71.34%;类黄酮含量、SOD、POD 活性提高,最大升幅分别达 21.94%、74.84%、79.03%。外源物质处理的效果大小顺序为:喷施 20 mg/L 硼酸处理<(喷施 50 mmol/L 亚精胺+20 mg/L 硼酸)处理≈喷施 50 mmol/L 亚精胺处理;硬果型番茄铁甲美果品种在亚高温下适应性最强。

关键词:亚高温;番茄;亚精胺;硼酸

中图分类号: S6410.201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)07-0135-03

亚高温可降解叶片中的叶绿素、类胡萝卜素等色素,使光合作用受阻,进而对光合产物的分配、代谢等造成一系列影响。究其原因,李森等研究认为,由于叶片中抗氧化酶活性降低,活性氧大量增加,导致叶片膜脂过氧化作用加重,活性氧在细胞内积累使细胞膜系统和光合机构受到伤害,从而影响了番茄正常生长发育、产量、品质^[1]。目前很多研究只限于亚高温对番茄的影响方面,而对进一步的调控缓解研究还较少。本研究探索外源物质对亚高温下番茄的缓解效应,旨在为有效缓解番茄的亚高温胁迫奠定基础。

1 材料与与方法

1.1 材料

毛粉 802、春秀 A6、铁甲美果等 3 个番茄品种。

1.2 试验设计

2011 年 5—10 月在贵州大学农学院开展试验。在番茄幼苗长到 5~7 片真叶时移入大棚内,8 月份正值夏日高温季节,番茄开花时,通过高温揭棚、低温盖棚加温,使 10:00—16:30 棚内温度保持在 33~38℃。

番茄盛花时,于下午 18:00 喷施不同处理的外源物质至番茄叶片滴水,隔天喷施 1 次,共喷施 5 次。处理 1:20 mg/L 硼酸;处理 2:50 mmol/L 亚精胺+20 mg/L 硼酸;处理 3:50 mmol/L 亚精胺;处理 0:等量清水;对照(CK)为在棚外阴凉通风处正常生长。

1.3 试验测定及数据处理

在第 1 花序果实成熟时进行各项指标测定。取新叶下的

第 3 或第 4 无病虫害叶,用于超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、丙二醛(MDA)的测定^[2];将第 1 花序的果实用打浆机打成匀浆后,分别进行脯氨酸(Pro)^[2]、维生素 C^[3](2,6-二氯酚靛酚滴定法)、类黄酮^[3]、总酚^[3]的提取,然后分别用 UV-7502 分光光度计进行测定。

试验数据用 Excel 软件及 DPS 7.05 软件整理分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对番茄丙二醛、脯氨酸含量的影响

由图 1 可知,在亚高温环境下,番茄中丙二醛、脯氨酸含量明显高于 CK。各番茄品种的丙二醛、脯氨酸含量变化幅度也不一致,毛粉 802 的丙二醛、脯氨酸含量分别较 CK 增加 55.50%、84.02%;春秀 A6 的丙二醛、脯氨酸含量分别较 CK 增加 56.42%、76.06%;铁甲美果的丙二醛、脯氨酸含量分别较 CK 增加 31.99%、19.07%。可见,亚高温胁迫后,毛粉 802 和春秀 A6 中的丙二醛含量变化相近,但毛粉 802 中脯氨酸含量的变幅较春秀 A6 更高,从整体上看,3 个品种在亚高温中的耐受程度为毛粉 802<春秀 A6<铁甲美果。

在进行外源物质处理后,不同处理的缓解效应有差异。在丙二醛含量方面,处理 1 的下降幅度明显较处理 2、3 的下降幅度小,处理 2 作用下的丙二醛含量最低,但处理 2 与处理 3 之间差异不明显。在脯氨酸含量方面,毛粉 802 中处理 2 含量最低,春秀 A6、铁甲美果中处理 3 含量最低。整体上看,各处理的效果顺序为处理 1<处理 2≈处理 3。

2.2 不同处理对番茄类黄酮、总酚、维生素 C 含量的影响

由图 2 可见,亚高温环境下,3 个番茄品种类黄酮含量均表现为处理 0<CK,可见在亚高温环境下番茄类黄酮含量表现为降低。在类黄酮含量方面,处理 0 与 CK 相比,毛粉 802 降低 3.60%,春秀 A6 降低 6.74%,铁甲美果降低 1.58%。毛粉 802、春秀 A6 中总酚、维生素 C 含量却表现出处理 0>CK,处理 0 与 CK 相比,毛粉 802 中总酚含量增加 9.50%,维生素 C 含量增加 26.94%;春秀 A6 中总酚含量增加 13.77%,

收稿日期:2012-12-24

基金项目:贵州省黔南州烟草局科技攻关课题(编号:黔南烟 K2012[2])。

作者简介:李晓慧(1986—),女,河南安阳人,硕士研究生,研究方向为植物生理及形态解剖学。E-mail:330446630@qq.com。

通信作者:张恩让,博士,教授,研究方向为蔬菜栽培生理、生态和分子生物技术。E-mail:gzzter@126.com。

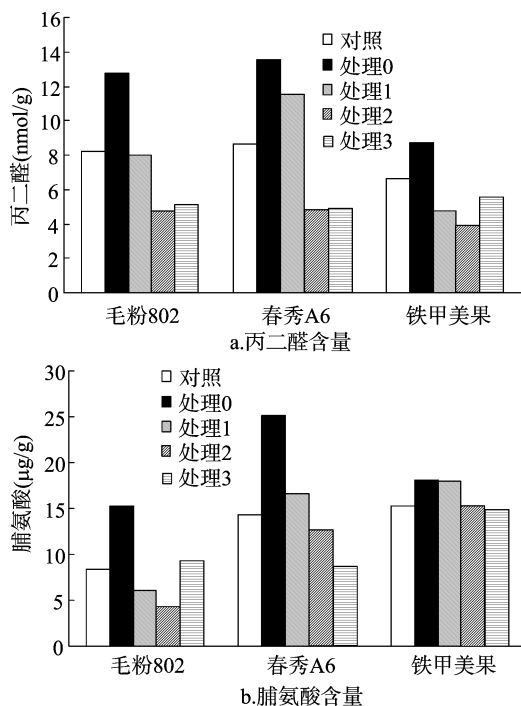


图1 不同处理对番茄丙二醛、脯氨酸含量的影响

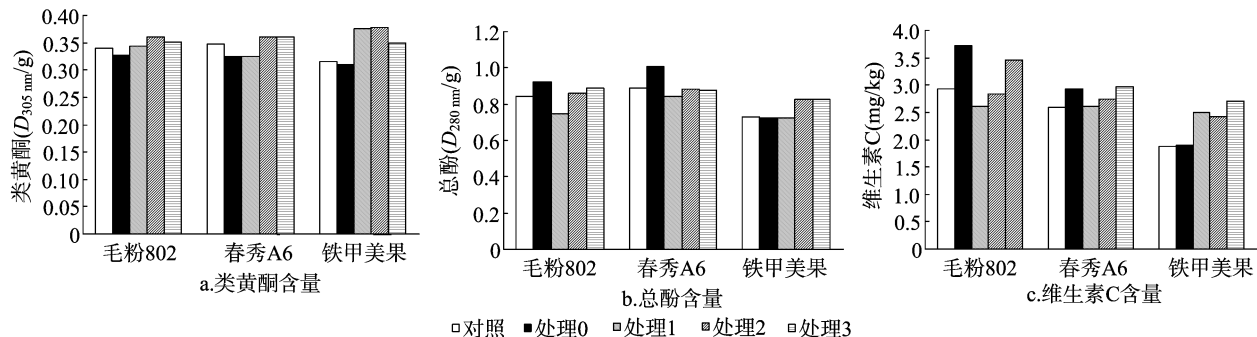


图2 不同处理对番茄类黄酮、总酚、维生素C含量的影响

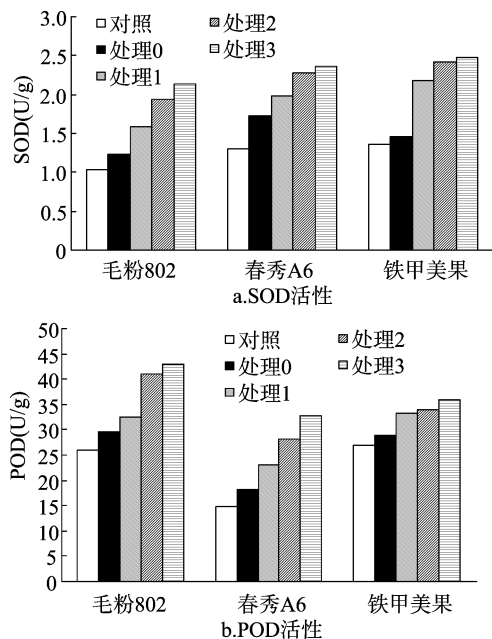


图3 不同处理对番茄SOD、POD活性的影响

0 增加 74.84%、45.48%，春秀 A6 中 SOD、POD 活性分别较维生素 C 含量增加 12.82%；处理 0 下铁甲美果的总酚、维生素 C 含量与 CK 相近。整体来看，毛粉 802 和春秀 A6 对亚高温环境胁迫的耐受较差，铁甲美果品种则较耐亚高温环境。

不同处理下各品种类黄酮含量呈现出处理 1、2、3 > 处理 0，其中处理 2 的类黄酮含量最高，毛粉 802、春秀 A6、铁甲美果品种分别较处理 0 增加 10.32%、11.03%、21.94%。在总酚、维生素 C 含量方面，毛粉 802、春秀 A6 中喷施外源物质处理下均较处理 0 低，说明植物受到胁迫时，硼酸及亚精胺处理可以起到降低其含量的作用，处理 1 降低幅度最大，处理 3 最小；铁甲美果中喷施外源物质处理均促进其含量提高，其中处理 3 下增幅最大。

2.3 不同处理对番茄 SOD、POD 活性的影响

由图 3 可见，毛粉 802、春秀 A6、铁甲美果在不同处理下番茄 SOD、POD 活性变化趋势一致，处理 0 下的 SOD、POD 活性高于 CK。处理 0 与 CK 相比，SOD 活性分别增加 18.78%、22.69%、7.12%；POD 活性分别增加 13.87%、22.90%、7.43%。总体而言，番茄在亚高温下通过增强酶活性来调节胁迫伤害，各品种在胁迫下的酶活性大小变化顺序为：春秀 A6 > 毛粉 802 > 铁甲美果。

喷施外源物质处理的酶活性均高于处理 0，处理 3 的酶

活性最强。处理 3 下毛粉 802 中 SOD、POD 活性分别较处理 0 增加 36.46%、79.03%，铁甲美果中 SOD、POD 活性分别较处理 0 增加 69.70%、24.79%。

3 结论与讨论

3.1 结论

亚高温环境下，3 个番茄品种的丙二醛、脯氨酸含量均呈上升趋势，其中铁甲美果上升幅度最小。喷施外源物质的处理丙二醛、脯氨酸含量不同程度下降。各品种的丙二醛含量均以处理 2、处理 3 下降最明显；春秀 A6、铁甲美果的脯氨酸含量以处理 3 下降效果显著，而毛粉 802 的脯氨酸含量以处理 2 中含量最低。

亚高温下番茄类黄酮含量降低，喷施不同外源物质均有提高其含量的作用，其中处理 2 的效果优于其他处理。在总酚、维生素 C 含量方面，毛粉 802、春秀 A6 中处理 0 明显高于 CK，喷施外源物质处理均较处理 0 有所降低，处理 3 下降最少；铁甲美果中处理 0 与 CK 变化不大，但喷施外源物质处理下其含量均升高。

亚高温下番茄 SOD、POD 活性升高，各处理中以处理 3

的 SOD、POD 活性最高。

3.2 亚高温下番茄的生理响应

丙二醛是膜脂过氧化作用的主要产物之一,对细胞膜和细胞中蛋白质、核酸、酶等许多分子有破坏作用,其含量增加可作为细胞膜受破坏的标志之一^[4]。脯氨酸是植物蛋白质组分之一,在逆境条件下植物体内脯氨酸含量显著增加,在一定程度上植物体内脯氨酸含量反映了植物抗逆性强弱。本研究中处理 0 的丙二醛含量高于 CK,说明亚高温均使番茄叶片的丙二醛含量升高,且致使果实中脯氨酸含量升高,表明亚高温下番茄叶片受到伤害,致使叶片膜脂过氧化产物增多,同时果实也受到损伤,在以往研究中已证明亚高温可使叶片中丙二醛及脯氨酸含量升高^[1,5-6],而亚高温对果实中脯氨酸含量影响的研究未见报道,但已证明亚高温可对番茄果实品质造成影响^[7]。

类黄酮、总酚、维生素 C 是植物体内主要抗氧化物质,在植物受胁迫情况下,可用来清除体内积累的自由基。类黄酮常伴随维生素 C 而存在,对维生素 C 的吸收起重要作用,是一种有较强抗氧化能力的次生代谢物^[8]。本研究中,番茄总酚、维生素 C 含量具有相似的变化趋势,亚高温胁迫下,毛粉 802、春秀 A6 在处理 0 下的含量高于对照,类黄酮却表现为下降,张国友等关于高浓度臭氧对蒙古栎叶片的研究中,在胁迫下总酚含量增加,而类黄酮含量却无变化^[9],可能是因为合成类黄酮比合成其他酚类物质须要消耗更多光合产物和能量^[10]。赵云霞等研究表明,以抗坏血酸为核心的抗氧化系统明显提高了番茄对高温、低温胁迫的抗性^[11]。铁甲美果中处理 0 及 CK 中的类黄酮、总酚、维生素 C 含量变化不明显,这可能与图 1 中铁甲美果的丙二醛、脯氨酸含量增幅最小有关,同时也说明了铁甲美果对亚高温的反应较小。王淑玲等认为,耐热性强的品种较耐热性差的品种维生素 C 含量变化幅度较小^[5]。品种耐受性不同,外源物质处理后的作用效果则不同。

SOD 为抵御活性氧自由基介导氧化损伤的第一道防线,可通过 Haber-Weiss 反应清除植物体内多余的超氧根阴离子($2O_2^- + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 + O_2$),是保护酶体系中的关键酶。POD 具有双重作用:一方面,POD 可在逆境或衰老初期表达,清除活性氧,表现为保护效应;另一方面,POD 也可在逆境或衰老后期表达,参与活性氧的生成和叶绿素的降解,并能引发膜脂过氧化作用,表现为伤害效应^[12]。在本研究中,处理 0 的 SOD、POD 活性均高于 CK,说明亚高温环境下各品种通过提高酶活性来增加自身抵抗亚高温胁迫的能力^[1]。铁甲美果的 CK 中 SOD、POD 活性较高,说明铁甲美果的抗热性能力较其他 2 个品种更好^[5]。

3.3 外源物质处理的效果

外源物质处理对提高番茄类黄酮、总酚、维生素 C 含量及 SOD、POD 活性,降低 MDA、Pro 含量起到了很好作用。各品种中总酚、维生素 C 含量均是在处理 3 下含量最高,SOD、POD 活性也是在处理 3 下活性最强,处理 3 明显提高了番茄抗氧化作用。在丙二醛含量方面,处理 2 较处理 3 更低,但 2 个处理效果相差不大,可认为其中亚精胺起到了更强作用。在低氧^[13]、渗透^[14]、盐^[15-16]等胁迫下,都已证明亚精胺可明显提高植物的抗氧化系统,提高植物抗胁迫的能力。杜永臣

等研究认为,在热胁迫下高水平精胺、亚精胺与番茄的耐热特性相对应^[17]。

铁甲美果中,处理 2 下丙二醛含量最低,类黄酮含量最高,毛粉 802 中也是处理 2 的脯氨酸含量最低,也许是硼酸和亚精胺这 2 种外源物质起到协同作用的效果,而其他处理并非如此,具体作用机理须进一步证实。毛粉 802、春秀 A6 中总酚、维生素 C 含量在外源物质处理下均小于处理 0,大于 CK,而铁甲美果中却是外源物质处理下均高于处理 0 和 CK,原因可能是铁甲美果较其他 2 个品种耐亚高温胁迫,受胁迫植物与未受胁迫植物对外源物质的反应机理不同^[18]。

参考文献:

- [1] 李 森,李天来. 短期昼间亚高温对番茄叶片抗氧化酶活性的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2009,40(2):135-139.
- [2] 郝建东,康宗利,于 洋. 植物生理学实验技术[M]. 北京:化学工业出版社,2006:101-175.
- [3] 曹建康,姜微波,赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京:中国轻工业出版社,2007:28-68.
- [4] 何丽莲,祖艳群,李 元,等. 不同小麦品种对 UV2B 辐射增强响应的生理特性差异[J]. 应用生态学报,2006,17(1):163-165.
- [5] 王淑玲,周海燕. 耐热性不同的番茄品种荧光特性和抗氧化体系对高温胁迫的响应[J]. 山东农业科学,2011(3):37-42.
- [6] 彭向永,邱念伟,高 飞. 短时间亚高温对蓖麻叶中几个与逆境性有关生理指标的影响[J]. 植物生理学通讯,2009,45(9):878-880.
- [7] 张 洁,李天来,徐 晶. 昼间亚高温对日光温室番茄生长发育、产量及品质的影响[J]. 应用生态学报,2005,16(6):1051-1055.
- [8] 邹凤莲,寿森炎,叶纨芝,等. 类黄酮化合物在植物胁迫反应中作用的研究进展[J]. 细胞生物学杂志,2004,26(1):39-43.
- [9] 张国友,何兴元,唐 玲,等. 高浓度臭氧对蒙古栎叶片酚类物质含量和总抗氧化能力的影响[J]. 应用生态学报,2009,20(3):725-728.
- [10] Yamaji K, Tobita H, Kitao M, et al. Ozone exposure over two growing seasons alters root-to-shoot ratio and chemical composition of birch (*Betula pendula* Roth) [J]. Global Change Biology, 2003, 9(10):1363-1377.
- [11] 赵云霞,于贤昌,李超汉,等. 高低温胁迫对番茄叶片抗坏血酸代谢系统的影响[J]. 山东农业科学,2010(4):22-26.
- [12] 赵丽英,邓西平,山 仑. 活性氧清除系统对干旱胁迫的响应机制[J]. 西北植物学报,2005,25(2):413-418.
- [13] 李 璟,胡晓辉,郭世荣,等. 外源亚精胺对根际低氧胁迫下黄瓜幼苗根系多胺含量和抗氧化酶活性的影响[J]. 植物生态学报,2006,30(1):118-123.
- [14] 段辉国,袁 澍,黄作喜,等. 亚精胺预处理对渗透胁迫下小麦幼苗抗氧化能力的影响[J]. 作物学报,2006,32(7):1057-1062.
- [15] 段辉国,赵俊茗,张轩波,等. 亚精胺预处理对 NaCl 胁迫下青稞幼苗生理特性的影响[J]. 西北植物学报,2009,29(6):1220-1225.
- [16] 张纪涛,胡晓辉,李 翠. 外源亚精胺(Spd)对盐胁迫下番茄幼苗生理生化指标的影响[J]. 长江学报,2010(16):25-28.
- [17] 杜永臣,毛胜利,王孝宣,等. 高温胁迫下耐热性不同番茄多胺水平变化的差异[J]. 园艺学报,2003,30(3):281-286.
- [18] 董灵迪,石琳琪,焦永刚,等. 不同番茄品种耐热性及耐热机理研究[J]. 华北农学报,2009,24(增刊):126-129.