

高温逆境下嫁接辣椒耐热性的研究

王水霞¹, 崔世茂¹, 付崇毅¹, 尹 斌¹, 郝春燕²

(1. 内蒙古农业大学 农学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 2. 上海市宝山区蔬菜科学技术推广站, 上海 200443)

摘要: 试验以野生辣椒威壮贝尔为砧木, 辣椒品种科椒二号为接穗进行嫁接, 研究了嫁接和自根辣椒对夏季温室中高温的抵御能力, 为设施辣椒耐热栽培及生产提供依据。结果表明, 高温对辣椒叶片各项指标影响比亚高温明显; 不论是在高温还是亚高温条件下, 嫁接辣椒叶片的脯氨酸(Pro)含量、过氧化物酶(POD)活性都明显高于自根苗, 而嫁接苗的相对电导率、丙二醛(MDA)含量、超氧阴离子产生速率低于自根苗。明确嫁接能显著提高辣椒的抗热性。

关键词: 辣椒; 嫁接; 高温; 抗热性

中图分类号: S641.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2012)01-0155-04

Studies on the Heat Tolerance of Grafted Pepper under High Temperature Stress

WANG Shui-xia¹, CUI Shi-mao¹, FU Chong-yi¹, YIN Bin¹, HAO Chun-yan²

(1. Agronomy College of Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China; 2. Vegetable Science and Technology Extension Center of Baoshan District of Shanghai, Shanghai 200443, China)

Abstract: In the study, we researched the resistant capability of the grafted and self-rooted pepper to high temperature under greenhouse in summer conditions. The rootstock of the grafted pepper was wild pepper variety named Very Strong Bell, the scion and self-rooted pepper were both Kejiaoerhao. The results showed that the effect of high temperature on pepper leaves was more obvious than sub-high temperature. Both under high and sub-high temperature conditions, proline content and POD activity of the grafted pepper leaf were significantly higher than self-rooted, while the relative conductivity, MDA content and the production rate of Superoxide Anion of the grafted pepper were lower than self-rooted. These results highlight that grafting can significantly improve the heat resistance of pepper.

Key words: Pepper; Grafting; High temperature; Heat resistance

近年来全球性温室效应不断加剧,加之北方日光温室夏季由于塑料薄膜的覆盖效应,持续出现40℃以上的高温时有发生,甚至会持续几小时,夏季持续高温已成为我国北方设施辣椒生产的重要限制因子。辣椒(*Capsicum annuum* L.)属于喜温性植物,但是高温却不利于其生长。在设施栽培中,辣椒生长发育适宜的温度范围为白天20~27℃,夜间15~18℃,超过35℃时则生长发育受阻,发生落叶、落花现象,结果能力随之下降,产量锐减。而设施内气温有时则高达40℃以上。嫁接是一种提高抗高温的重要途径,由于嫁接具有促进蔬菜生长发育、提高果实品质以及减少真菌、细菌、病毒的感染和增强植

物的抗病性^[1-2]、抗旱性^[3]、耐盐性^[4]等优点而受到人们的重视。21世纪初,赵鑫等^[5]以辣椒不同类型的变种作为砧木研究了辣椒嫁接成活率、嫁接后植株的生长发育、防病效果以及嫁接对产品品质的影响,指出辣椒嫁接栽培在生产上同样可行。范双喜等^[6]以赤茄、黏毛茄、北农茄砧和托鲁巴姆为砧木,研究了嫁接番茄对高温的抵御能力,结果表明,高温下北农茄砧嫁接番茄其叶片游离脯氨酸(Pro)含量、蛋白质的含量均较番茄自根苗多,同时过氧化物酶(POD)活性与抗坏血酸过氧化氢酶(APX)活性较高,表现出较强的抗热能力。刘成静等^[7]研究了西瓜不同品种嫁接苗的耐热性及保护酶的变化趋

收稿日期:2011-11-17

基金项目:国家自然科学基金项目(31060269);内蒙古自然科学基金项目(200508010302)

作者简介:王水霞(1986-),女,内蒙古乌兰察布人,在读硕士,主要从事设施园艺及其抗性生理研究。

通讯作者:崔世茂(1961-),男,山西代县人,教授,博士生导师,主要从事设施园艺及其抗性生理研究。

势 研究表明,高温胁迫下,嫁接苗的耐热性高于自根苗。本试验在温室不同高温处理下,通过对嫁接苗和自根苗的 Pro 含量、膜透性、POD 活性、丙二醛(MDA)含量、超氧阴离子(O_2^-)产生速率等指标的测定,研究了嫁接对辣椒抗热性的影响,旨在为设施辣椒耐热栽培及生产提供依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

嫁接苗采用野生辣椒威壮贝尔作砧木,辣椒品种科椒二号作接穗;自根苗为科椒二号。

1.2 处理方法

试验于2010年在内蒙古农业大学教学农场温室进行。3月23日进行砧木浸种催芽播种,20 d后播种接穗,砧木和接穗均播种在装有园土和羊粪1:1的营养钵中,待砧木长到5~7片真叶,接穗为4~6片真叶时采用劈接法进行嫁接。嫁接后15 d(6月20日)将嫁接苗和自根苗定植到温室中。

试验共设4个处理,分别为亚高温自根、亚高温嫁接、高温自根、高温嫁接;每处理3次重复,共12个小区,小区面积为5 m²。各处理均采用双行垄作种植,行距50 cm,株距为35 cm,种植密度为4 000株/667 m²。

首先进行高温预处理,逐渐增加棚内温度。7月20日开始连续高温处理。高温处理采取全封闭不放风的办法(晴天高温处理区的温度可达到40~45℃,维持3~4 h),亚高温处理采用半封闭微放风的办法(亚高温处理区的温度可达到30~35℃,维持3~4 h)。具体方法为上午闷棚不放风,高温处理温度超过45℃时,适当喷水降温;亚高温处理超过35℃时适当放风和喷水降温,使温度分别控制在40~45℃和30~35℃,每天高温温度可以从11:00持续到14:00。

1.3 测定方法

相对电导率采用李合生^[8]生理实验指导中的方法测定,MDA含量的测定采用硫代巴比妥酸反应比色方法^[8]测定,POD活力采用愈创木酚法^[8]测定, O_2^- 的产生速率采用陈建勋实验指导^[9]中的方法测定,游离Pro含量的测定采用以酸性茚三酮溶液作显色液的比色方法^[8]测定,以上4种测定方法均用鲜质量测定。

高温处理后0 2 4 6 8 d,分别采取各处理小区植株上部3~4片叶片测定各项生理生化指标。试验数据均为3次重复的平均值。数据处理和作图采用Microsoft Excel软件进行。

2 结果与分析

2.1 高温下嫁接对辣椒叶片 Pro 含量的影响

图1为不同高温处理后辣椒叶片Pro含量的测定结果。从图1可以看出,辣椒嫁接苗和自根苗叶片Pro含量在前6 d均随着高温和亚高温处理时间的延长而呈现不断上升趋势,高温处理的嫁接苗和自根苗的脯氨酸含量在处理的第6天达到最大值,高温处理第8天时呈现下降趋势,但嫁接苗下降趋势较小。亚高温处理的自根苗在第6天达到最大值,在第8天时稍有下降但下降的幅度不大,而亚高温处理的嫁接苗一直表现出上升趋势。在处理的第6~8天没有阴天,所以下降的原因可能是高温胁迫严重。不管是高温还是亚高温处理,嫁接苗都比自根苗Pro含量高,说明嫁接苗在高温胁迫下渗透调节能力较强。

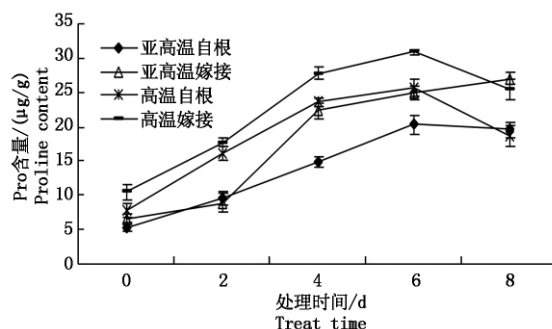


图1 高温亚高温处理后对辣椒叶片 Pro 含量的影响
Fig.1 Effect of high and sub-high temperature stress on proline content of pepper leaves

2.2 高温下嫁接对辣椒叶片相对电导率的影响

图2为不同高温处理后辣椒叶片相对电导率的测定结果。从图2可以看出,高温和亚高温胁迫在不同程度上提高了嫁接和自根辣椒叶片的相对电导率,随着处理时间的延长,嫁接苗和自根苗叶片的相对电导率增大,但自根苗均比嫁接苗叶片相对电导率高。处理8 d后相对电导率大小顺序是:高温自根>亚高温自根>高温嫁接>亚高温嫁接,其中高温自根苗的相对电导率增幅最大,增幅为1103.58%,亚高温嫁接苗的增幅最小,为738.61%,增幅=(处理8 d的相对电导率-处理0 d的相对电导率)/处理0 d的相对电导率,说明高温和亚高温胁迫下嫁接苗的细胞膜受伤害的程度较轻,而自根苗细胞膜破坏较重。4个处理的辣椒叶片相对电导率都在第6天时有下降趋势,在处理的第4~6天没有出现阴天,所以下降的原因可能为高温适应。

2.3 高温下嫁接对辣椒叶片 MDA 含量的影响

图3为不同高温处理后辣椒叶片MDA含量的测定结果。由图3可知,不同处理植株叶片MDA含

量的变化与电解质渗漏率的变化规律基本一致。处理 8 d 后 MDA 含量大小的顺序为: 高温自根 > 亚高温自根 > 高温嫁接 > 亚高温嫁接, 其中高温自根苗的增幅最大, 为 125.25%, 而亚高温嫁接增幅最小, 为 74.38%。同样说明高温和亚高温胁迫下嫁接苗的细胞膜受伤害的程度较轻, 而自根苗细胞膜破坏较重。

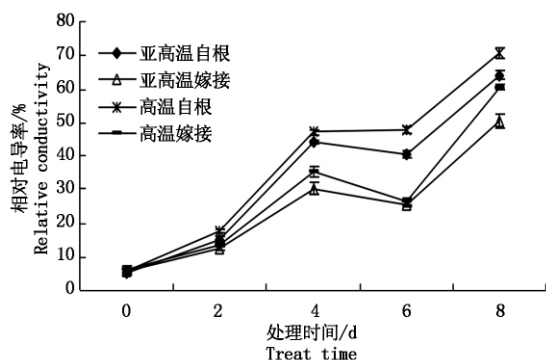


图2 高温亚高温处理后对辣椒叶片相对电导率的影响
Fig. 2 Effect of high and sub-high temperature stress on relative conductivity of pepper leaves

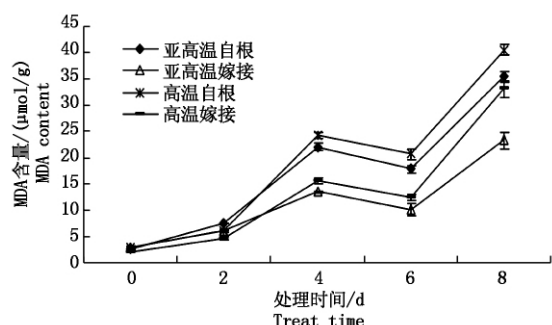


图3 高温亚高温处理后对辣椒叶片 MDA 含量的影响
Fig. 3 Effect of high and sub-high temperature stress on MDA content of pepper leaves

2.4 高温下嫁接对辣椒叶片 POD 活性的影响

图4 为不同高温处理后辣椒叶片 POD 活性的测定结果。从图4 可以看出 随高温处理时间的延长 POD 活性随之增加, 增加幅度最大的是高温嫁接苗, 增幅为 52.60% 最小的为亚高温自根苗, 增幅为 32.00%。

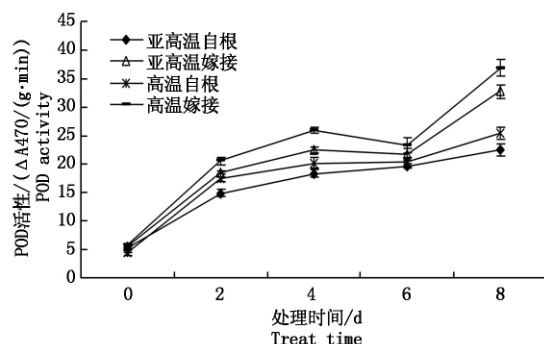


图4 高温亚高温处理后对辣椒叶片 POD 活性的影响
Fig. 4 Effect of high and sub-high temperature stress on POD activity of pepper leaves

两种温度条件下嫁接苗的 POD 活性均高于自根苗, 嫁接苗在处理的第 6 天时有降低的趋势, 且高温嫁接苗降低的更为明显, 在处理的第 4~6 天没有出现阴天, 所以下降的原因可能为高温适应。

2.5 高温下嫁接对辣椒叶片 O_2^- 产生速率的影响

图5 为不同高温处理后辣椒叶片 O_2^- 产生速率的测定结果。从图5 可以看出 4 种处理的 O_2^- 产生速率变化趋势相似, 均呈先升后降再升的变化趋势, 在处理第 8 天时达到最大, 在处理的第 4~6 天没有出现阴天, 所以下降的原因可能为高温适应。高温处理的植株要比亚高温处理的植株 O_2^- 产生速率快, 同一温度条件下自根苗比嫁接苗 O_2^- 产生速率快, 说明嫁接可以在一定程度上减慢 O_2^- 产生速率。

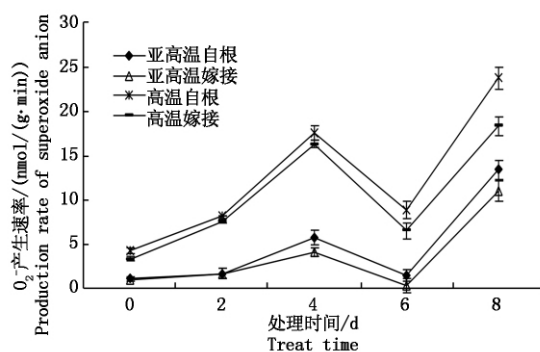


图5 高温亚高温处理后对辣椒叶片 O_2^- 产生速率的影响
Fig. 5 Effect of high and sub-high temperature stress on production rate of Superoxide Anion of pepper leaves

3 讨论

3.1 Pro 的渗透调节作用

在高温胁迫逆境下, 作物体内 Pro 含量迅速上升, 甚至成倍增加^[10], 植物在逆境条件下游离 Pro 的积累将会提高植物对逆境的忍耐力或适应力, 抗逆性强的游离 Pro 的积累量较大^[11]。本试验研究表明, 在高温和亚高温处理后嫁接苗和自根苗的游离 Pro 含量均显著增加, 高温处理条件下增加的更为明显; 在两种温度条件下, 嫁接苗的游离 Pro 含量均比自根苗的高, 说明嫁接苗抗逆性更强。

3.2 高温对细胞膜的伤害作用

质膜是细胞与环境之间的界面, 各种逆境对细胞的影响首先作用于质膜, 逆境胁迫对质膜结构和功能的影响通常表现为选择性的丧失, 电解质和某些小分子有机物大量渗漏^[12-13]。MDA 是膜脂过氧化作用的主要产物, 其含量的多少可表示植物细胞膜受伤害程度的大小^[14]。本试验结果显示, 随着高温和亚高温胁迫时间的延长, 不同辣椒苗 MDA 含量迅速升高, 表明膜系统的损伤越来越严重, 其中自根苗的 MDA 含量的增加显著高于嫁接苗, MDA 含

量与植株受伤害程度呈显著正相关,嫁接苗受到的伤害显著低于自根苗。

植物组织在受到热胁迫时,细胞膜的结构和功能首先受到伤害,细胞膜透性增加,导致电解质外渗率增加,因而电解质的渗漏率(相对电导率)可以作为细胞受热胁迫伤害程度的指标^[12]。本试验研究的辣椒叶片相对电导率与MDA含量变化趋势基本一致,同样说明嫁接苗要比自根苗受害程度轻。

3.3 抗氧化酶对活性氧的清除作用

植物在正常情况下,体内活性氧产生与清除处于平衡状态,不会导致细胞伤害^[15]。但逆境胁迫会促进活性氧产生,严重时导致植物伤害或死亡^[16]。本试验显示,温度越高活性氧产生速率越快,自根苗尤为突出,嫁接苗相对产生速率较慢,说明嫁接苗受伤害程度较轻。

植物可以通过酶类抗氧化保护系统(SOD、CAT、POD、APX)来清除自由基,以消除或减轻高温胁迫对植物的伤害^[17]。众多的研究表明,环境逆境往往先抑制酶促防御体系的活性,再进一步对细胞造成伤害^[18]。POD可以清除植物体内的 H_2O_2 ,植物品种耐热性强弱与体内POD活性呈正相关^[13,19],本试验研究表明,在温度胁迫下,POD活性增加,同样嫁接苗比自根苗增加明显,增幅最大的是高温嫁接苗,最小的是亚高温自根苗,说明嫁接苗清除 H_2O_2 能力强于自根苗。

4 结论

本试验从渗透调节物质Pro、膜质过氧化产物MDA、膜质过氧化程度指标相对电导率、抗氧化酶POD活性、超氧阴离子自由基等几个指标研究了嫁接对辣椒抗高温的影响,结果表明,不论是在高温还是亚高温条件下,嫁接辣椒叶片的Pro含量、POD活性都明显高于自根苗,而嫁接苗的相对电导率、MDA含量、 O_2^- 产生速率均低于自根苗。说明嫁接在一定程度上可以提高辣椒抵抗高温的能力。

参考文献:

- [1] Lee J M. Cultivation of grafted vegetables: Current status, grafting methods and benefits [J]. Horticultural Science, 1994, 29: 235 - 239.
- [2] Matsuzoe N. Resistance of tomato grafted on solanum rootstock to bacterial wilt [J]. J Jpn Soc Hort Sci, 1991, 60 (2): 176 - 177.
- [3] Lee W Y. Yield performance test of watermelon grafted onto 11 the rootstock Sioyos angulatus in the farm field [J]. Kor Soc Hort Sci, 1992, 10(2): 38 - 39.
- [4] 史跃林,刘佩瑛,罗庆熙,等. 黑籽南瓜砧对黄瓜抗盐性的影响研究[J]. 西南农业大学学报, 1995(3): 232 - 236.
- [5] Zhao X, Zhou B L, Lin G R *et al.* Experimental study on effect of grafted pepper [J]. Northern Horticulture, 2000 (4): 8 - 9.
- [6] 范双喜,王绍辉. 高温逆境下嫁接番茄耐热特性研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(增刊): 60 - 63.
- [7] 刘成静,王崇启,焦自高,等. 高温胁迫下西瓜嫁接苗耐热性和保护酶活性的研究[J]. 长江蔬菜, 2009 (2b): 50 - 52.
- [8] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 1版. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [9] 陈建勋. 植物生理学实验指导[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2002.
- [10] Xin G, Browse J. Eskimol mutants of Arabidopsis are constitutively freezing tolerant [J]. Proc Natl Acad Sci, 1998, 95(6): 7799 - 7804.
- [11] Sing T N, Aspinall D, Paley L G. Proline accumulation and varietal adaptability to drought in barley: A potential metabolic measure of drought resistance [J]. Nature New Biol, 1972, 236: 188 - 190.
- [12] 王宝山. 生物自由基与植物膜伤害[J]. 植物生理学通讯, 1988(2): 12 - 16.
- [13] 姚元干,石雪晖,杨建国,等. 辣椒耐热性与叶片质膜透性及几种生化物质含量的关系[J]. 湖南农业大学学报, 2000, 26(2): 97 - 99.
- [14] 魏珉,刑禹贤,于贤昌,等. CO_2 施肥对黄瓜幼苗抗冷性及后期生育的作用[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2001, 32(2): 157 - 161.
- [15] Mccord J M, Fridovich I. Superoxide dismutase: An enzymic function for erythrocuprein (Hemocuprein) [J]. J Biol Chem, 1969, 244: 6049 - 6055.
- [16] 吴建慧,杨玲,孙国荣,等. 低温胁迫下玉米幼苗叶片活性氧的产生及保护酶活性的变化[J]. 植物研究, 2004, 24(4): 456 - 459.
- [17] Du X M, Yin W X, Zhao Y X *et al.* The production and scavenging of reactive oxygen species in plants [J]. Journal of Biomedical Engineering, 2001, 17(2): 121, 125.
- [18] 曹锡清. 膜质过氧化对细胞与机体的作用[J]. 生物化学与生物物理学进展, 1986(2): 17 - 23.
- [19] 李敏,王维华,王然,等. 高温胁迫对菠菜叶片保护酶活性和膜透性的影响[J]. 园艺学报, 2004, 31 (1): 99 - 100.