

赵勇竣,徐术菁,王 钊,等. 高温胁迫对 3 个番茄品种生长和生理指标的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(17):147-149.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.17.035

高温胁迫对 3 个番茄品种生长和生理指标的影响

赵勇竣,徐术菁,王 钊,李 莉,刘桂伶

(青岛农业大学海都学院,山东莱阳 265200)

摘要:以番茄品种爱美特、佳美、飞天为试材,在人工模拟高温环境下研究 38 ℃ 高温在不同时长下对各品种番茄幼苗根长、株高、渗透调节物质含量、保护酶活性的影响。结果表明,随着高温胁迫时间(0、1、3、5、7、9 d)的延长,3 个品种抗高温胁迫能力排序为爱美特>佳美>飞天。具体表现为番茄叶片内丙二醛(MDA)含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量上升幅度大,且变化幅度与高温处理时间相关;SOD、POD、CAT 活性则总体表现为先升后降,高温处理 9 d 时活性下降到最低点。综上,高温处理 5 d 为各品种番茄幼苗感受高温胁迫的转折点,本试验为秋延迟高温番茄设施栽培和耐热品种选育提供了理论依据。

关键词:番茄;高温胁迫;抗氧化酶;渗透调节;生长量;生理指标

中图分类号: Q945.78;S641.201

文献标志码: A

文章编号: 1002-1302(2019)17-0147-03

番茄(*Solanum lycopersicum*)别称西红柿、柿子,属茄科番茄属草本植物,营养丰富、风味独特、口感极佳^[1]。番茄属喜温蔬菜,生长适温为 20~25 ℃,喜温不耐热,因此夏季成为番茄生产的淡季,夏季栽培常使番茄遭受高温迫害,导致植株生长缓慢、果实品质降低、病虫害频发等一系列问题,因此加强对番茄耐热性方面的研究,提高番茄的抗逆性对我国农业未来的发展具有重要意义。在番茄的高温生理方面,前人曾做过大量的研究。孙保娟等的研究表明,在高温胁迫下,不同品种番茄幼苗的株高、根长、茎粗和鲜质量的相对生长量均受到不同程度的抑制;不同品种的番茄幼苗随着高温胁迫时间的延长其热害指数逐渐上升^[2-4]。本研究以番茄夏季安全优质种植作为努力的方向,以期为培育抗性更强、品质更优、经济产量更高的番茄品种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

番茄品种爱美特、佳美、飞天的种子由寿光生物工程研发中心提供,试验地点为青岛农业大学海都学院实验室,试验材料于 2018 年 3 月 17 日播种,温水浸种催芽后进行穴盘基质育苗,每个品种取 100 粒种子,按每穴 2 粒的标准点播于 150 穴聚乙烯塑料穴苗盘中,装约 3/4 湿润育苗基质,播后覆盖 0.5~0.8 cm 的干基质,待幼苗长至 3 张真叶时,即 20 d 的苗龄(2018 年 4 月 10 日),将番茄幼苗移植于花盆中进行高温处理。先放置人工气候培养箱中,进行湿度 65%,昼温 38 ℃/夜温 30 ℃胁迫^[5],并根据胁迫时间的不同将其分为 6 个处理,分别测定胁迫 0、1、3、5、7、9 d 的番茄植株根系、株高相对生长量及番茄植株功能叶片(倒数第 3 张叶)的生理指

标。采取随机取样,每处理重复 3 次。

1.2 试验指标的测定

1.2.1 根系、株高相对生长量测定 使用 0~150 mm 量程的数显游标卡尺,测量 20 d 苗龄的番茄幼苗。根长是测量土壤以下部分的主根长度,株高是测量在土壤以上部位茎秆一直到番茄顶部生长点的距离。

1.2.2 各项生理指标的测定 MDA 含量测定采用硫代巴比妥酸法^[6],可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法^[7],可溶性蛋白含量测定采用考马斯亮蓝 G-250 法^[8]。抗氧化酶活性测定:SOD 活性测定采用 NBT 光化法^[9],POD 活性测定采用愈创木酚法^[10],CAT 活性测定采用愈创木酚法^[10],光合色素含量测定采用乙醇比色法^[11]。

2 结果与分析

2.1 在高温胁迫下番茄相对生长量的变化

由图 1、图 2 可知,高温处理前番茄根长为 4 cm、株高为 5 cm,经过高温胁迫后,根长、株高的相对生长量均呈下降趋势。在高温胁迫 3~5 d 时植株根长、株高相对生长量下降幅度较平缓;高温胁迫 5~7 d 时植株根长、株高相对生长量下降幅度较大;而高温胁迫 7~9 d 时,根长、株高相对生长量不再变化;在高温胁迫 9 d 时,爱美特株高、根长均比佳美和飞天的相对生长量高,说明番茄品种爱美特抗高温胁迫能力更强。

2.2 在高温胁迫下番茄 MDA 含量变化

由图 3 可知,高温处理前番茄叶片内 MDA 含量呈现最低状态,经高温处理后番茄叶片内 MDA 含量便表现出持续上升趋势。高温处理 1 d 时爱美特、佳美、飞天差异不显著,随着高温处理时间的延长,高温胁迫处理 9 d 时番茄叶片内 MDA 含量较处理 1 d 时明显升高,与未处理番茄植株相比,爱美特、佳美、飞天的 MDA 含量分别增加了 49.00%、49.36%、51.58%。根据在高温胁迫下 MDA 含量增加越多植株受害程度越严重,得出在高温胁迫的情况下植株的受害程度排序为飞天>佳美>爱美特。

收稿日期:2018-06-21

基金项目:山东省高等学校科技计划(编号:J18KB082)。

作者简介:赵勇竣(1994—),男,山东寿光人,主要从事园艺作物研究。E-mail:mitangtd@163.com。

通信作者:刘桂伶,硕士,主要从事园林植物研究。E-mail:liuguiling1990@163.com。

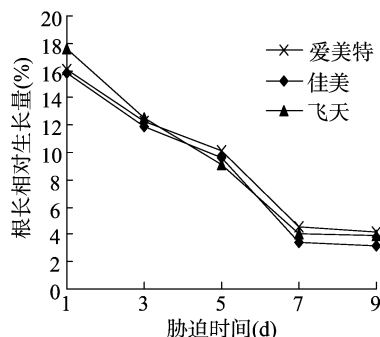


图1 高温胁迫下根长相对生长量

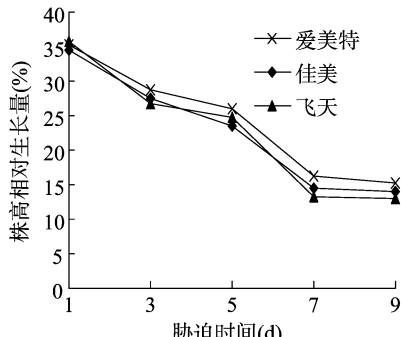


图2 高温胁迫下株高相对生长量

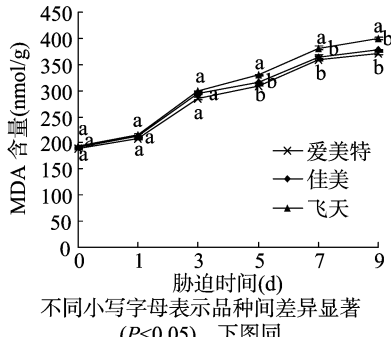


图3 高温胁迫下番茄植株内 MDA 含量变化

2.3 在高温胁迫下番茄可溶性糖含量变化

由图4可知,番茄幼苗经高温处理后,可溶性糖含量呈现出先增加后降低的趋势,当处理5 d时可溶性糖含量达到最高,且爱美特的可溶性糖含量显著高于佳美。5 d后随着高温处理时间的延长,可溶性糖含量不断下降,爱美特、佳美、飞天的可溶性糖含量在处理9 d时较处理5 d分别下降了64.94%、69.55%、67.17%。可溶性糖含量下降的百分比越大则说明抗性越小,所以飞天在高温胁迫情况下抗性最差,爱美特在高温胁迫下抗性更强。

2.4 在高温胁迫下番茄可溶性蛋白含量变化

由图5可知,爱美特、佳美、飞天的可溶性蛋白含量呈现出先增加后降低的变化,到后期随着高温处理时间的延长,可溶性蛋白含量表现出明显的差异性。至胁迫5 d,可溶性蛋白含量达到最大值,爱美特、佳美、飞天的可溶性蛋白含量分别

为0.40、0.39、0.36 mg/g。可溶性蛋白含量在一定时间的高温处理下会逐渐升高,说明植株抗高温胁迫增强。3个品种中爱美特的可溶性蛋白含量最高,抗高温胁迫比其他2个品种强。

2.5 在高温胁迫下番茄抗氧化酶活性变化

由图6、图7、图8可知,随着高温胁迫时间的延长,番茄植株内SOD、POD、CAT活性呈现出先升高后降低的趋势。在番茄可接受高温范围内,体内SOD、POD、CAT大量合成来抵抗高温,至胁迫5 d,SOD、POD、CAT活性值达到最大,随着胁迫时间的不断延长,超出了番茄本身的承受能力,活性值大幅度下降甚至植株死亡。爱美特品种3种抗氧化酶活性在不同胁迫时间均要高于其他2个品种,说明在高温胁迫环境下爱美特表现得更优越。

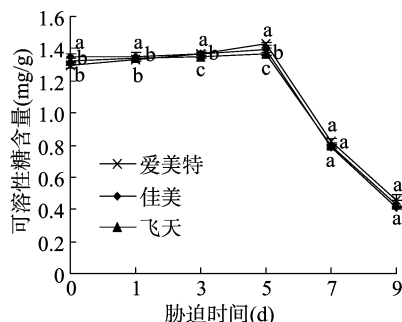


图4 高温胁迫下番茄植株内可溶性糖含量变化

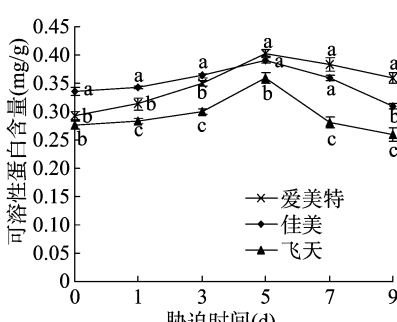


图5 高温胁迫下番茄植株内可溶性蛋白含量变化

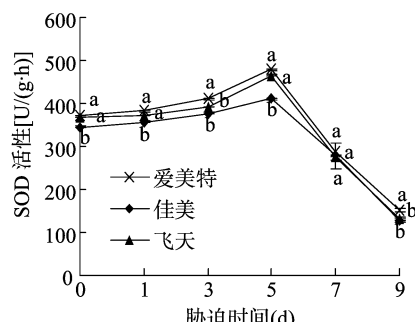


图6 高温胁迫下番茄植株内 SOD 活性变化

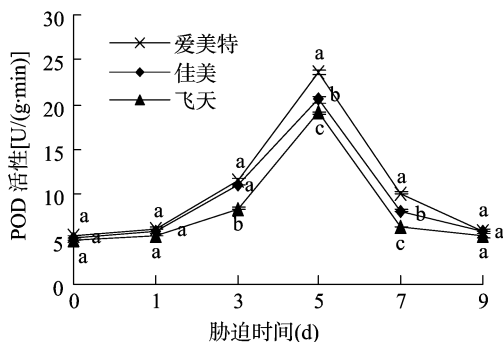


图7 高温胁迫下番茄植株内 POD 活性变化

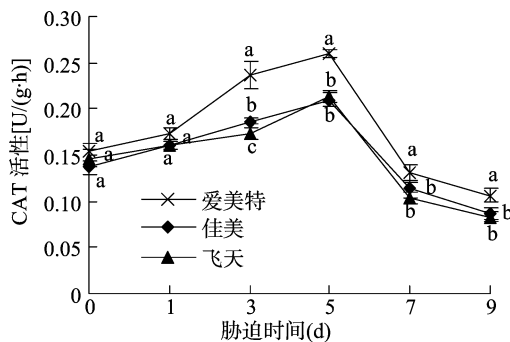


图8 高温胁迫下番茄植株内 CAT 活性变化

3 讨论

3.1 试验选材

前人关于番茄高温的研究大多选用耐热性品种^[12],如金

棚一号等,而耐寒抗病毒品种的耐热能力研究鲜有涉及,且前人研究选材多集中于番茄的2月龄大苗,对番茄幼苗的研究较少,本试验所采用的试验材料为20 d苗龄的耐寒抗病毒番茄品种飞天、美佳、爱美特,可为秋延迟番茄栽培和耐热番茄

品种的筛选提供依据。

3.2 高温胁迫方法

虽然前人在番茄耐热性及机理上有研究,但较多涉及自然高温胁迫,且研究方法多参考自然温度设计温度梯度^[13],然而,实际番茄生产多集中于如北方日光温室、塑料大棚等设施育苗区,越夏温度常高达 38℃,本试验采用昼温 38℃/夜温 30℃制造人工胁迫条件,设定的高温胁迫方法与实际生产相结合,对番茄设施栽植更有指导意义。

3.3 试验的相关生理指标

3.3.1 相对生长量 前人将坐果率、花粉活力等^[14]指标列入番茄高温胁迫的研究指标中,本研究选取的植株根长、株高相对生长量这 2 种指标能最直观、最快速体现番茄高温胁迫后生长的状态。植株根长、株高相对生长量随高温胁迫时间的延长出现停滞,在高温胁迫 5 d 时植株叶片出现失绿,在高温胁迫 7 d 时叶片逐渐出现褐色和黄色,在胁迫 9 d 时多数植株出现枯萎死亡,飞天品种枯萎较多,其次是佳美,最后是爱美特。在 3 个耐寒抗病毒品种中爱美特耐热性比较好,适合秋延迟阶段种植。本试验结果与吴丽君等研究的高温胁迫对番茄幼苗生长结论^[5]一致。

3.3.2 抗氧化酶活性 本试验中随温度的增加,SOD、POD、CAT 活性在 1~5 d 的胁迫时间中逐渐增加,在 7~9 d 的胁迫时间中逐渐降低。1~5 d 的结果与董灵迪等的结论相^[12-13,15]一致,但在 7~9 d 的试验结果与前人不同,抗氧化酶活性大多是随着胁迫时间的延长而出现“先升后减”的情况,因为胁迫的强度超出细胞承受能力,造成了细胞膜脂过氧化程度加重,严重影响细胞内蛋白质等其他物质的合成,因此抗氧化酶活性下降^[16]。由此可见,高温胁迫下植物体内保护酶的活性变化非常复杂,可能会因为试验材料、器材、方法的不同而得出不完全相同的结论。

3.3.3 抗逆性生理指标 MDA 含量可作为衡量植株受害程度的指标之一,高温胁迫会影响番茄叶片细胞内 MDA 含量,本试验中随着高温胁迫时间的延长,番茄幼苗体内的 MDA 含量不断的增加。本研究结果与孙保娟等得出的结果^[2,17]相一致。通过前人的研究结论与本试验的研究结论说明,其他条件相同的情况下,植株体内的 MDA 含量与高温胁迫时间呈正相关。

在逆境条件下,可溶性糖和可溶性蛋白既是不可或缺的能量储存,也是渗透调节的重要物质,能减少胁迫对植物造成的伤害,在此次试验中高温胁迫 1~5 d 时可溶性糖与可溶性蛋白含量呈上升状态,在胁迫 7~9 d 时呈降低状态。金春燕等研究发现,在高温胁迫情况下,可溶性糖含量随温度的增加而增加^[17],本试验 1~5 d 的研究结果与前人一致,7~9 d 可溶性糖降低的原因可能是植物高温胁迫时间较长导致光合作用减弱,呼吸作用消耗糖类,造成可溶性糖含量减低。张红梅等研究黄瓜幼苗耐热性时发现,可溶性蛋白含量随高温胁迫时间的延长而不断降低^[18],而本次试验中可溶性蛋白含量有一个上升阶段,可能是因为高温胁迫下脯氨酸积累使可溶性蛋白在一定时间里有上升阶段^[19]。

本试验的 3 个番茄品种在高温胁迫下的生理指标的变化趋势基本相同,但变化幅度不同,说明不同品种间存在耐热性差异。该研究的数据综合结果表明,爱美特品种耐高温能力最强,佳美其次,飞天最弱。在昼温 38℃/夜温 30℃的高温胁迫下,3 个番茄品种抗高温胁迫时间拐点为 5 d,后期可正常生长,高温胁迫致死时间为 9 d,此结论可为秋延迟番茄栽培和耐热品种的筛选提供依据。

参考文献:

- [1] 郎德山. 蔬菜栽培学各论[M]. 长春:吉林教育出版社,2015: 95-112.
- [2] 孙保娟,黎振兴,罗少波,等. 持续高温胁迫对茄子幼苗几个主要生理指标的影响[J]. 热带作物学报,2010,31(9):1528-1534.
- [3] 徐小万,曹必好,陈国菊,等. 高温高湿对辣椒抗氧化系统的影响及不同品种抗氧化性差异研究[J]. 华北农学报,2008,23(1): 81-86.
- [4] 吴丽君,张俊凤. 高温胁迫对番茄幼苗生长和生理指标的影响[J]. 北方园艺,2013(23):19-22.
- [5] 朱长志,张志仙,檀国印,等. 蔬菜作物高温胁迫研究进展[J]. 江西农业学报,2017,29(2):53-57.
- [6] 刘祖祺,张石城. 植物抗性生理学[M]. 北京:中国农业出版社,1994.
- [7] 丁雪梅,张晓君,赵云,等. 萘酚比色法测定可溶性糖含量的试验方法改进[J]. 黑龙江畜牧兽医,2014(23):230-233.
- [8] 王孝平,邢树礼. 考马斯亮蓝法测定蛋白含量的研究[J]. 天津化工,2009,23(3):40-42.
- [9] 沈文飏,徐朗莱,叶茂炳,等. 氮蓝四唑光化还原法测定超氧化物歧化酶活性的适宜条件[J]. 南京农业大学学报,1996,19(2): 101-102.
- [10] 李忠光,龚明. 愈创木酚法测定植物过氧化物酶活性的改进[J]. 植物生理学通讯,2008,44(2):323-324.
- [11] 冯一峰,王艳,唐都,等. 红枣叶片叶绿素提取方法的比较[J]. 中国酿造,2014,33(6):50-53.
- [12] 董灵迪,石琳琪,焦永刚. 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1):126-129.
- [13] 朱静,杨再强,李永秀,等. 高温胁迫对设施番茄和黄瓜光合特性及抗氧化酶活性的影响[J]. 北方园艺,2012(1):63-68.
- [14] 乔志霞,沈火林,安岩. 番茄耐高温胁迫能力鉴定方法的研究[J]. 西北农业学报,2006,15(6):114-120.
- [15] 徐佳宁,刘钢,张利云,等. 高温胁迫对不同番茄品种叶片抗氧化系统的影响[J]. 山东农业科学,2016(10):27-31.
- [16] 李璇,岳红,王升,等. 影响植物抗氧化酶活性的因素及其研究热点和现状[J]. 中国中药杂志,2013,38(7):973-978.
- [17] 金春燕,郭世荣,施标,等. 高温对不同番茄品种幼苗叶片抗氧化系统和渗透调节物质的影响[J]. 上海农业学报,2011,27(3):26-30.
- [18] 张红梅,金海军,丁小涛,等. 黄瓜幼苗对热胁迫的生理反应及叶绿素荧光特性[J]. 上海交通大学学报(农业科学版),2011,29(5):61-66.
- [19] 吴斌,蒋秋玮,顾婷婷,等. 高温胁迫下不同耐热性萝卜幼苗生理响应分析[J]. 中国蔬菜,2010(10):25-28.