

高温干旱处理对番茄不同品种幼苗生长的影响

蒋 燕¹, 孟 玲², 赵会杰³

(1. 河南科技大学, 洛阳 471003; 2. 四川省邛崃市职业教育中心, 611530; 3. 河南农业大学, 郑州 450002)

摘 要:研究了高温干旱对 13 个番茄品种苗期生长的影响, 对不同品种耐高温干旱性能进行了比较。结果表明: 高温干旱胁迫后植株外部生长反应与其生理反应基本一致。番茄幼苗生长量、叶片叶绿素含量、光合速率、根系活力、细胞质膜相对透性、体内游离脯氨酸(Pro)表现显著变化, 可溶性糖(WSC)与丙二醛(MDA)增加。不同品种以紫玫、黄矮、毛粉、黄洋、强力表现耐高温干旱能力较强, 而黄矮、黄玉、红洋、花绣、红樱耐高温干旱能力较弱。

关键词: 番茄; 高温干旱; 幼苗生长

中图分类号: S 641.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2007)01-0001-05

高温干旱是限制植物生长发育、影响产量和品质的重要因素。随着现代科学技术的发展, 国内外学者对植物高温干旱胁迫生理的研究日益深入。如范双喜^[1]对园艺植物高温下丙二醛、电导率、光合能力鉴定指标的阐述; 马德华、孟令波^[2,3]研究认为丙二醛可作为高温对黄瓜生物膜影响的鉴定指标。第纳尔、Kuo L. G^[4,5]研究了高温下番茄根系运输和脯氨酸变化; 宋志荣^[6]研究认为丙二醛和脯氨酸可作为辣椒抗旱鉴定的直接指标; 张志忠^[7]研究认为根系活力、脯氨酸、丙二醛可作为茄子苗期耐热性鉴定指标; 杨秋珍^[8]研究了高温下甜瓜质膜透性、叶绿素变化。王冬梅、伊贤贵^[9,10]指出番茄耐热性鉴定的复杂性。郭永良^[11]测定了高温下一些杂草的可溶性糖、脯氨酸、丙二醛含量变化。李林锋^[12]从植株生长、叶绿素、脯氨酸方面研究了干旱对桉树幼苗的影响。侯嫦娥^[13]从生长性状、根系活力、丙二醛、电导率方面研究了干旱对青檀树苗木生长及生理特性的影响。

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)起源于热带、亚热带地区, 温度高于 35℃ 生长不良, 要求土壤相对湿度 80% 左右。番茄是生产上的大宗蔬菜之一, 高温干旱严重制约番茄生产, 阻碍幼苗的正常生长发育, 导致产量和品质的下降。无论是通过栽培途径, 还是通过育种手段, 都亟需筛选出耐高温干旱的番茄种质资源。尽管

有关番茄高温干旱生理研究的报道已经很多, 但多以高温或干旱单一因素开展研究^[14-17]。而实际生产中, 高温与干旱往往同时出现。现通过探讨高温干旱对番茄幼苗生长的影响, 对不同品种抗性进行评价鉴定, 对于研究逆境伤害机理, 指导生产中正确选用优良品种和采取抗逆应变栽培技术, 有着重要的理论与实际意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选用红洋梨(简称红洋)、黄洋梨(黄洋)、花绣(花绣)、红矮、紫玫瑰(紫玫)、黄小玉(黄玉)、加拿大 8 号(加 8)、马纳佩尔(马纳)、强力米寿(强力)、红樱桃(红樱)、黄矮、黄樱桃(黄樱)、毛粉 802(毛粉)共 13 个番茄品种为试验材料。品种试材均来源于云南世博园。

1.2 试验设计

试验于 2004 年 6 月在河南科技大学试验基地进行, 常规育苗管理。幼苗 4-5 片叶时, 以温度 38℃-40℃ 土壤含水量为田间持水量的 40%, 作为高温干旱处理; 以温度 25℃ 土壤含水量为田间持水量的 80%, 作为对照(CK)。每处理 20 株, 重复 3 次。在所有试验含水量达到要求时开始控水, 每天 18:00 时称取营养钵重, 补充当天失去水分, 使保持设定含水量, 处理 7 d。在处理前后测定植株生长量, 处理后测定叶片可溶性糖、丙二醛、脯氨酸、叶绿素含量、光合速率、根系活力、电导率等相关生理指标。

1.3 测定项目与方法

植株生长量用株高、茎粗、叶面积、株幅 4 个指标衡量。叶面积用相关关系方法计算^[18]; Li-6400 型便携式光合作用测定仪测定幼苗光合作用^[19]。温度 (23±1)℃ 二氧化碳浓度为 (400±10) μmol·mol⁻¹。



第一作者简介: 蒋燕, 女, 1966 年生, 硕士, 1988 年毕业于西南农业大学园艺学院, 现任河南科技大学农学院副教授, 园艺研究所所长, 主要从事园艺植物的栽培、育种教学及科研工作, 发表科研论文 40 余篇, 出版高校教材及科研论著 6 部, 获 8 项省级科研成果。

收稿日期: 2006-08-11

RH 为 25%~30%, PFD 为 $1000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; 分光光度法^[17]测定叶绿素含量, Arnon 方法^[18]计算叶绿素含量; DDS-II 型电导率仪电导仪法^[19]测定电导率; TTC 比色法^[17]测定根系活力; 萘酚法^[17]测定 WSC; 硫代巴比妥酸法^[17]测定 MDA 含量; 磺基水杨酸法^[17]测定脯氨酸含量。用 UV755B 型分光光度计比色。

1.4 测定数据处理方法

幼苗生长量指标用增长量差值表示, 即处理的增长量与对照增长量的差值。其他各指标差值用处理减去对照表示。首先进行每一个指标不同品种与各自对照相比差异显著性分析, 然后对不同品种耐高温干旱能力进行比较, 根据各指标对不同品种抗性进行排序。各指标给予一定权重系数, 分别为生长量: 0.3、光合速率与叶绿素含量: 0.3、叶片渗出率与根系活力: 0.4。

植株生长量株高、茎粗、叶面积、株幅增长量4项的

表1 高温干旱处理对番茄幼苗株高、茎粗、叶面积、株幅增长量的影响

| 品种 | 株高增长量(cm) | | | 品种 | 茎粗增长量(cm) | | | 品种 | 叶面积增长量(cm ²) | | | 品种 | 株幅增长量(cm) | | |
|----|-----------|----------------------|---------|----|-----------|----------------------|----------|----|--------------------------|----------------------|---------|----|-----------|------------------------|---------|
| | 接CK | 差值 | 差异显著性 | | 接CK | 差值 | 差异显著性 | | 接CK | 差值 | 差异显著性 | | 接CK | 差值 | 差异显著性 |
| 花绣 | 49.14 | 2.87 | aA | 红矮 | 72.22 | 0.07 | aA | 加8 | 40.81 | 3.62 [*] | aA | 红矮 | 59.72 | 61.52 | aA |
| 加8 | 24.34 | 1.23 | abAB | 马纳 | 72.22 | 0.07 ^{***} | aA | 红洋 | 78.86 | 3.28 | aA | 紫玫 | 28.21 | 23.83 | abAB |
| 马纳 | 25.00 | 1.00 | abAB | 黄洋 | 44.00 | 0.04 | abAB | 加8 | 64.82 | 1.97 | aA | 黄洋 | 17.99 | 21.34 | abAB |
| 红洋 | 12.04 | 0.98 | abAB | 强力 | 22.73 | 0.02 ^{***} | abcABC | 紫玫 | 62.3 | 1.95 | abA | 黄玉 | 56.6 | -11.25 [*] | abcAB |
| 西洋 | 12.79 | 0.78 | abAB | 加8 | 0.00 | 0.00 | abcdABCD | 红矮 | 25.31 | 0.91 | abcAB | 黄矮 | -70 | -13.5 | abcABCD |
| 毛粉 | 4.89 | 0.38 | abcABC | 紫玫 | 9.41 | 0.01 | bcdABC | 黄矮 | 91.27 | 0.87 | abcAB | 花绣 | 12.8 | 25.04 | abcABC |
| 强力 | -20.00 | -1.00 | bcABCD | 红洋 | -15.63 | -0.02 | bcdABCD | 加8 | 0.0 | 0.60 | abcAB | 红矮 | -31.97 | -62.50 ^{***} | bcdABCD |
| 黄矮 | -33.33 | -1.05 ^{***} | bcABC | 黄玉 | -50.00 | -0.03 | bcdABC | 黄玉 | -9.39 | -0.06 | abcAB | 红樱 | -57.68 | -65.63 [*] | bcdABC |
| 紫玫 | 21.93 | 1.29 | bcdABCD | 花绣 | 25.00 | 0.04 | cdBC | 花绣 | 5.95 | 0.34 | abcAB | 马纳 | 29.81 | 77.42 | bcdABCD |
| 黄玉 | -60.87 | -1.40 [*] | bcdABC | 黄矮 | -88.89 | -0.04 [*] | cdBC | 马纳 | -13.26 | -1.52 ^{***} | abcdABC | 加8 | -53.01 | -110.00 | cdBCD |
| 红矮 | 6.23 | 1.55 | bcdABCD | 黄樱 | 66.67 | -0.05 [*] | cdABCD | 毛粉 | 34.96 | -3.46 [*] | bcdAB | 黄樱 | 97.34 | -118.88 ^{***} | cdABCD |
| 红樱 | -32.28 | -3.05 | cdCD | 毛粉 | -46.43 | -0.07 [*] | dCD | 红樱 | -81.15 | -4.56 [*] | cdAB | 强力 | -76.7 | -175.13 ^{***} | deCD |
| 黄樱 | 54.55 | -4.50 ^{***} | dD | 红樱 | 96.55 | -0.14 ^{***} | dD | 强力 | 62.28 | -7.18 ^{***} | dB | 毛粉 | 59.41 | -238.93 ^{***} | dD |

注: “*”表示与对照差异显著, “***”表示与对照差异极显著。小写字母表示不同品种 0.05 水平上差异, 大写字母表示不同品种 0.01 水平上差异, 下同。

茎粗增长量与对照相比, 马纳、强力极显著增加, 红樱极显著降低, 黄樱、黄矮显著降低; 不同品种间, 红矮受影响较小, 与马纳、黄洋、强力、加8差异不显著, 与紫玫、红洋、黄玉差异显著, 与其他品种差异极显著。红樱受影响较大, 与毛粉、黄樱差异显著, 与其他品种差异极显著。

叶面积增长量与对照相比, 黄洋显著增加, 马纳、强力极显著降低, 毛粉、红樱显著降低。不同品种间, 强力、红樱、毛粉受抑制较多, 三者差异不显著。强力与黄洋、红洋、加8达极显著差异, 与其他品种达显著差异。红樱与黄洋、红洋、加8、紫玫达显著差异。毛粉与黄洋、红洋、加8达显著差异。

株幅增长量与对照相比, 毛粉、强力、黄樱、红矮极显著降低, 红樱、黄玉显著降低。不同品种间, 毛粉、强力、黄樱受抑制较多, 三者差异不明显。毛粉与加8、马纳达显著差异, 与其他达极显著差异。强力与花绣、黄

权重各 0.25; 光合能力用光合速率、叶绿素 a、b、a+b 含量这 4 项指标来衡量, 权重分别 0.4、0.2、0.2、0.2; 质膜透性用相对渗出率来表示, 根系活力用 A 值表示, 2 项权重各 0.5; WSC、Pro、MDA 含量权重分别为 0.35、0.35、0.3。

所有观测数据均利用 spss 统计软件进行方差分析和多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 高温干旱处理对番茄幼苗植株生长量影响

从表 1 中可以看出, 株高增长量与对照相比, 黄矮、黄樱极显著降低, 黄玉显著降低, 其他差异不显著; 不同品种间, 黄樱受影响较大, 与红樱差异不显著, 与紫玫、黄玉、红矮达显著差异, 与其他品种达极显著差异。花绣与强力、黄矮、紫玫、黄玉、红矮达显著差异, 与红樱、黄樱达极显著差异。

茎粗增长量与对照相比, 马纳、强力极显著增加, 红樱极显著降低, 黄樱、黄矮显著降低; 不同品种间, 红矮受影响较小, 与马纳、黄洋、强力、加8差异不显著, 与紫玫、红洋、黄玉差异显著, 与其他品种差异极显著。红樱受影响较大, 与毛粉、黄樱差异显著, 与其他品种差异极显著。叶面积增长量与对照相比, 黄洋显著增加, 马纳、强力极显著降低, 毛粉、红樱显著降低。不同品种间, 强力、红樱、毛粉受抑制较多, 三者差异不显著。强力与黄洋、红洋、加8达极显著差异, 与其他品种达显著差异。红樱与黄洋、红洋、加8、紫玫达显著差异。毛粉与黄洋、红洋、加8达显著差异。株幅增长量与对照相比, 毛粉、强力、黄樱、红矮极显著降低, 红樱、黄玉显著降低。不同品种间, 毛粉、强力、黄樱受抑制较多, 三者差异不明显。毛粉与加8、马纳达显著差异, 与其他达极显著差异。强力与花绣、黄

矮达显著差异, 与红洋、紫玫、黄洋、黄玉达极显著差异。综合分析这 4 项指标可以看出, 高温干旱条件下, 番茄生长量受到不同程度抑制。黄洋、红洋、加8受影响较小, 表现较强的抗高温干旱能力; 红樱、黄樱受抑制较大, 表现抗高温干旱能力较弱。

2.2 高温干旱处理对番茄不同品种幼苗光合速率、叶绿素含量的影响

由表 2 可见, 光合速率指标, 各处理与对照以及品种间差异均不显著, 说明处理对试验品种光合速率影响不明显。

叶绿素 a 含量与对照相比, 红樱极显著降低, 黄矮极显著升高, 红矮显著降低, 不同品种间, 红洋与毛粉、紫玫、黄矮、强力、加8、马纳差异显著。

叶绿素 b 含量与对照相比, 红樱极显著降低, 黄樱、黄玉显著降低, 黄矮显著升高。不同品种间, 红洋与红樱差异不显著, 与其余品种间达显著差异, 其他品种间

差异不显著。

表2 高温干旱处理对番茄不同品种幼苗叶绿素含量及光合速率的影响

| 光合速率 $\mu\text{mol} \cdot (\text{CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$ | | | | 叶绿素 a $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ | | | | 叶绿素 b $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ | | | | 叶绿素 a+b $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ | | | |
|--|--------|---------|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|-------|---|--------|----------------------|-------|
| 品种 | 较CK | 均值 | 差异显著性 | 品种 | 较CK | 均值 | 差异显著性 | 品种 | 较CK | 均值 | 差异显著性 | 品种 | 较CK | 均值 | 差异显著性 |
| 强粉 | 36.72 | 0.0033 | aA | 毛粉 | 25.99 | 0.4400 | aA | 强粉 | 49.51 | 0.18 | aA | 毛粉 | 25.27 | 0.62 | aA |
| 黄玉 | 18.06 | 0.0013 | aA | 紫玫 | 47.14 | 0.4300 | aA | 毛粉 | 39.13 | 0.18 | aA | 紫玫 | 47.82 | 0.59 | aA |
| 黄矮 | 365.52 | 0.0011 | aA | 黄矮 | 27.21 | 0.38 ^{***} | aA | 强力 | 57.05 | 0.15 | aA | 黄矮 | 25.22 | 0.5 ^{***} | aAB |
| 加8 | -0.75 | 0.0000 | aA | 强力 | 34.29 | 0.2700 | aA | 加8 | 28.51 | 0.14 | aA | 强力 | 40.10 | 0.43 | aAB |
| 黄矮 | 18.75 | 0.0002 | aA | 加8 | 19.59 | 0.2500 | aA | 黄矮 | 20.54 | 0.2 ^{***} | aA | 加8 | 22.09 | 0.39 | aAB |
| 黄洋 | -18.43 | -0.0012 | aA | 马纳 | 12.27 | 0.1200 | aA | 马纳 | 17.90 | 0.07 | aA | 马纳 | 12.87 | 0.19 | aAB |
| 毛粉 | -64.80 | -0.0021 | aA | 黄洋 | 4.13 | 0.0300 | abA | 黄洋 | -0.43 | -0.02 | aA | 黄洋 | 2.85 | 0.02 | aAB |
| 马纳 | -71.21 | -0.0024 | aA | 黄玉 | -2.63 | -0.0500 | abA | 黄矮 | -13.71 | -0.07 [*] | aA | 黄玉 | -6.46 | -0.15 | aAB |
| 紫玫 | -85.59 | -0.0032 | aA | 黄矮 | -13.57 | -0.2000 | abA | 花绣 | -12.23 | -0.08 | aA | 黄矮 | -12.72 | -0.26 | abAB |
| 红洋 | 58.91 | 0.0059 | aA | 红矮 | 24.55 | -0.43 [*] | abA | 黄玉 | 17.95 | -0.1 [*] | aA | 花绣 | 25.59 | 0.58 | abAB |
| 花绣 | 79.68 | 0.0067 | aA | 花绣 | 30.66 | 0.5100 | abA | 红矮 | 21.58 | 0.14 | aA | 红矮 | 22.73 | 0.58 [*] | abAB |
| 红矮 | -59.50 | -0.0082 | aA | 红矮 | -36.92 | -0.61 ^{***} | abA | 红矮 | -38.31 | -0.25 ^{***} | abA | 红矮 | -36.74 | -0.87 ^{***} | abAB |
| 红矮 | -95.63 | -0.0099 | aA | 红洋 | -56.67 | -1.00 | bA | 红洋 | -78.59 | -0.95 | bA | 红洋 | -64.92 | -1.95 | bB |

叶绿素 a+b 含量结合以上二者变化规律,与对照相比,红矮极显著降低,黄矮极显著升高,红矮显著降低,其他差异不显著。红洋与毛粉、紫玫间达到极显著差异,与黄矮、强力、加8、马纳、黄洋、黄玉间达到显著差异,与其他品种差异不显著。其他品种之间,差异不显著。

结合以上光合速率和叶绿素含量变化加权分析,强力、毛粉、黄矮、加8抗高温干旱能力较强,红洋、红矮、花

绣、红矮抗高温干旱能力较弱。

2.3 高温干旱处理对番茄幼苗叶片渗出率、根系活力 A 值的影响

由表3可见,相对渗出率与对照相比,马纳极显著增加,黄矮极显著减少;不同品种间,马纳渗出率较多,红矮渗出率较少,二者与其他品种达到极显著差异,其余品种间差异不显著。

根系活力与对照相比,加8、花绣、红矮极显著降低,

表3 高温干旱处理对番茄幼苗叶片相对渗出率、根系活力 A 值的影响

| 叶片相对渗出率(%) | | | | 根系活力 A 值 $(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1})$ | | | |
|------------|--------|----------------------|-------|--|--------|----------------------|-------|
| 品种 | 较CK +% | 均值 | 差异显著性 | 品种 | 较CK +% | 均值 | 差异显著性 |
| 红矮 | -59.16 | -59.74 | aA | 强力 | 93.53 | 1.66 | aA |
| 黄矮 | -19.90 | -8.14 ^{***} | bB | 黄洋 | 38.36 | 0.91 | aA |
| 红矮 | 23.76 | 7.46 | bB | 红洋 | 43.25 | 0.89 ^{***} | aA |
| 毛粉 | -21.84 | -7.42 | bB | 黄玉 | 19.16 | 0.28 | aAB |
| 黄矮 | -16.66 | -5.19 | bB | 紫玫 | 2.30 | 0.04 | aAB |
| 加8 | -24.04 | -5.06 | bB | 红矮 | -4.52 | -0.07 [*] | abABC |
| 紫玫 | -13.59 | -4.66 | bB | 马纳 | -17.42 | -0.36 | bcBCD |
| 花绣 | -15.68 | -4.13 | bB | 花绣 | -21.15 | -0.73 ^{***} | bcBCD |
| 黄玉 | 17.00 | 3.97 | bB | 黄矮 | 43.44 | 0.93 | bcCD |
| 红洋 | -3.31 | -0.87 | bB | 毛粉 | -47.11 | -1.28 | bcCD |
| 强力 | 20.61 | 4.12 ^{***} | bB | 黄矮 | -55.51 | -1.34 [*] | cCD |
| 黄洋 | 31.95 | 7.05 | bB | 加8 | -48.38 | -1.77 ^{***} | cCD |
| 马纳 | 337.40 | 51.77 [*] | aC | 红矮 | -59.21 | -2.25 ^{***} | dD |

黄矮、红矮显著降低,红矮极显著升高。不同品种间,红矮下降较多,与强力、黄洋、红洋、黄玉、紫玫、红矮达到极显著差异。加8、黄矮根系活力下降,与强力、黄洋、红洋、黄玉、紫玫达到极显著差异,与红矮达到显著差异。

结合以上2项分析耐高温干旱能力,以红矮、黄矮、强力较强,红矮、加8、马纳较弱。

2.4 高温干旱处理对番茄幼苗 WSC、Pro、MDA 含量的影响

由表4可见,WSC 含量与对照相比,毛粉极显著增高,其他与对照差异不显著。不同品种间,毛粉与黄玉、红矮达到了显著差异,与花绣达到了极显著差异,与其他品种差异不显著。

Pro 含量与对照相比,强力极显著降低,其他与对照差异不显著。不同品种间,黄矮、毛粉、花绣、黄矮、强力、紫玫间差异不显著。黄矮与红矮、马纳、黄洋、加8、红洋达显著差异,与黄玉、红矮达极显著差异。红矮与黄矮达显著差异,与花绣、毛粉达极显著差异。

MDA 含量,各品种之间以及各品种处理与对照之间均未达显著差异。

这3项指标综合分析比较,毛粉、黄矮、马纳积累 WSC、Pro 较多,MDA 积累较少,耐高温干旱能力较强。黄玉、花绣、红洋 WSC、Pro 积累量较少,MDA 积累较多,耐高温干旱能力较弱。

综合以上生长和生理指标加权分析比较,以紫玫、

黄矮、毛粉、黄洋表现耐高温干旱能力较强,而红樱、花绣、红洋、黄玉、黄樱耐高温干旱能力较弱。

表4 高温干旱处理对番茄不同品种幼苗 WSC、Pro、MDA 含量的影响

| 品种 | WSC 含量 (mg · g ⁻¹) | | | 品种 | Pro 含量 (mg · g ⁻¹) | | | 品种 | MDA 含量 (nmol · g ⁻¹) | | |
|-----|--------------------------------|------------------------|---------|-----|--------------------------------|----------------------|----------|-----|----------------------------------|--------|-----|
| | 较 CK | 与 CK | 差异 | | 较 CK | 与 CK | 差异 | | 较 CK | 与 CK | 差异 |
| | 比 | 差值 | 显著性 | | 比 | 差值 | 显著性 | | 比 | 差值 | 显著性 |
| 毛粉 | 97.34 | -0.4385 ^{***} | a/A | 黄樱 | 85.73 | 0.0355 | a/A | 花绣 | 4.38 | 0.6624 | a/A |
| 马纳 | 66.13 | 0.2805 | ab/A | 毛粉 | 53.48 | 0.0224 | ab/AB | 马纳 | 4.98 | 0.9204 | a/A |
| 黄矮 | -33.60 | -0.086 | abc/AB | 花绣 | -53.36 | -0.0214 | ab/AB | 红樱 | 7.38 | 1.2086 | a/A |
| 紫玫 | -34.84 | -0.1837 | abc/AB | 黄矮 | -18.92 | -0.0003 | abc/ABC | 黄矮 | 9.88 | 1.2409 | a/A |
| 强力 | -12.52 | -0.1099 | abc/AB | 强力 | 5.80 | 0.0159 ^{**} | abc/ABC | 毛粉 | 10.26 | 1.246 | a/A |
| 加 8 | 2.69 | 0.0498 | abc/AB | 紫玫 | 15.06 | 0.0159 | abcd/ABC | 红洋 | 10.87 | 1.531 | a/A |
| 红矮 | 51.99 | 0.0746 | abc/AB | 红矮 | 42.60 | 0.0211 | bcd/ABC | 紫玫 | 11.67 | 1.5871 | a/A |
| 黄樱 | 26.69 | 0.0773 | abc/AB | 马纳 | 44.46 | 0.0235 | bcd/ABC | 黄樱 | 14.19 | 1.6086 | a/A |
| 黄洋 | 34.13 | 0.1184 | abcd/AB | 黄洋 | 68.44 | 0.0244 | bcd/ABC | 加 8 | 15.08 | 1.6516 | a/A |
| 红洋 | 36.64 | 0.1308 | abcd/AB | 加 8 | 70.31 | 0.0252 | bcd/ABC | 黄洋 | 19.75 | 1.6925 | a/A |
| 黄玉 | 43.06 | 0.3214 | bcd/AB | 红洋 | 76.84 | 0.0292 | cd/ABC | 黄玉 | 21.22 | 1.7893 | a/A |
| 红矮 | 69.10 | 0.3361 | cd/AB | 黄玉 | 79.44 | 0.0528 | cd/BC | 强力 | 21.22 | 2.0086 | a/A |
| 花绣 | 87.64 | 0.7349 | d/BC | 红樱 | 138.27 | 0.0604 | d/C | 红矮 | 22.29 | 2.1089 | a/A |

3 结论与讨论

3.1 高温干旱条件下,番茄多数品种幼苗生长量减小,即高温干旱对番茄幼苗生长造成抑制。部分品种叶绿素积累,表现不同品种抗性的差异。光合速率变化,处理与对照以及不同品种之间差异均不显著,可能因为番茄较耐高温干旱,或者处理未达到临界温度和水分。

3.2 细胞膜系统的稳定性与植物的抗性呈正相关^[1],相对电导率作为质膜透性的指标^[3,8],植物受高温干旱胁迫时,膜蛋白变构,内膜系统出现膨胀、收缩或破损^[1],导致质膜半透性增大^[3,20]。本研究也得到相同结果,抗性弱的番茄品种,质膜受到损伤,透性增加;抗性强的相反。

3.3 根系活力是影响根系吸收水分和矿质营养的主要因素。水分胁迫下,能维持较高的根系活力是抗性强的体现^[12]。耐热品种高温下根系运输不受影响,而不耐热品种根系运输受阻^[3,4]。高温干旱条件下,番茄幼苗根系活力受到影响,黄玉、黄洋降低较少,抗性较强;加 8、红矮抗性较弱。

3.4 MDA 是膜脂过氧化过程中的分解产物,作为膜脂过氧化指标,表示膜脂过氧化程度和对逆境反应的强弱。MDA 含量越高,则损伤越大^[2,6,7,11,12-13]。高温干旱影响细胞质膜的稳定性和完整性,耐热品种膜脂过氧化水平较不耐热品种低^[9]。本试验表明,番茄幼苗 MDA 含量表达的抗性与其叶片相对渗出率表达的抗性一致。表示细胞膜质膜透性改变和膜脂过氧化程度的一致性。

3.5 细胞中 WSC 和 Pro 的积累已被证明与植物的抗性密切相关。植物忍耐水分胁迫依赖于通过溶质积累以保持细胞膨压的渗透调节能力^[22]。WSC 可降低细胞渗透势以维持膨压,防止细胞内大量脱水。WSC 下降,可能是呼吸作用大于光合作用,消耗了贮存的糖类;

WSC 的增加,说明高温干旱条件下植物的一种适应^[11]。Pro 是重要的有机渗透调节物质,环境胁迫下植物体内发生较多的 Pro 积累^[6,23],抗性强的品种可积累更多的 Pro^[18,9,12]。但也有相反的报道^[24,25],认为 Pro 积累与抗性无关。Pro 与 MDA 在积累上的相关性说明 Pro 积累量的多少可以看作是植物体受环境胁迫的大小和受损伤的程度,Pro 宜作为一种伤害指标^[11]。也可能,逆境胁迫下导致 Pro 氧化酶活性受抑制^[21],积累 Pro 本身是一种伤害现象,但 Pro 积累又有一定的保护作用^[6,11,26]。本试验表明,高温干旱处理后番茄幼苗 Pro 变化表达的抗性与其他指标表达的抗性一致,说明 Pro 积累,可以作为抗性鉴定指标之一。番茄幼苗 Pro 含量变化与宋志荣^[6]、王冬梅^[9]、郭水良^[11]等人研究的结果基本一致。高温干旱引起蛋白质分解,或是 Pro 自身氧化^[9]。抗性强的品种可以通过增加 Pro 含量来缓解逆境伤害^[12]。

3.6 试验结果表明,高温干旱胁迫后番茄幼苗发生的生理反应与幼苗的生长反应基本一致。结合生长、生理指标,加权计算番茄幼苗不同品种对高温干旱抗性能力,由强到弱依次为紫玫、黄矮、毛粉、黄洋、强力、红矮、加 8、马纳、黄樱、黄玉、红洋、花绣、红樱。生长量、电导率、叶绿素、光合速率、根系活力、MDA、Pro、WSC 等,可以作为番茄苗期抗性鉴定指标,几项指标应互相参照。

3.7 本试验各项指标加权系数是参考前人研究方法,根据经验取值,仅供参考。试验对番茄不同品种幼苗对高温干旱的抗性进行了初步研究,其他如盐碱、病虫、有害气体等逆境引起的生理变化如水杨酸、蛋白质、呼吸速率、脱落酸、细胞超微结构等等,都有待进一步研究^[1-3,14]。在自然条件下,植物可能同时受多种逆境因素胁迫,同时有多个指标异常并相互作用、相互影响。实际生产中,应根据具体情况,采用合适的指标指导

牛建芳^{1,2}

参考文献:

- [1] 范双喜, 谷建日, 韩士斌. 园艺植物高温逆境生理研究进展[J]. 北京农学院学报, 2003, 4(2): 147—151.
- [2] 马德华, 康金安, 李淑菊. 等. 温度逆境锻炼对高温下黄瓜幼苗生理的影响[J]. 园艺学报, 1998, 25(4): 350—355.
- [3] 孟令波, 李淑菊. 高温胁迫对黄瓜生理、生化过程的影响[J]. 哈尔滨学院学报, 2003, 24(10): 121—125.
- [4] Dinar J. M. Effect of heat stress on assimilate partitioning in tomato [J]. AnnBot. 1985, 56: 239—248.
- [5] Kuo L. G., Chen H. M., Ma L. H. Effect of high temperature on proline content in tomato floral buds and leaves[J]. Amer. Soc. Hort. Sci. 1986, 11(5): 746—750.
- [6] 宋志荣. 干旱胁迫对辣椒生理机制的影响[J]. 西南农业学报, 2003, 16(2): 53—55.
- [7] 张志忠, 吴普华, 黄莉琦. 等. 茄子耐热性苗期筛选指标的研究[J]. 中国蔬菜, 2004, (2): 4—7.
- [8] 杨秋珍, 李军, 王全盛. 等. 高温胁迫下生理生态特性研究[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(1): 20—22.
- [9] 王冬梅, 许向红, 李景富. 番茄耐热性研究进展[J]. 中国蔬菜, 2003, (2): 58—60.
- [10] 伊贤贵, 罗庆烈. 番茄耐热性鉴定方法研究[J]. 西南农业学报, 2004, 14(2): 62—65.
- [11] 郭水良, 方芳, 张强. 不同温度对七种外来杂草生理指标的影响及其适应意义[J]. 广西植物, 2003, 23(1): 73—76.
- [12] 李林峰, 刘新敏. 干旱胁迫对梭梭幼苗的生长和某些生理生态的影响. 西北林学院学报, 2003, 19(1): 14—17.
- [13] 侯瑞英, 方升佐, 蔡建辉. 等. 干旱胁迫对青蒿等四种草本生长及生理特性的影响[J]. 南京林业大学学报, 2003, 11(6): 103—106.
- [14] 陈立然, 刘星辉. 植物抗热性鉴定指标的种类[J]. 干旱地区农业研究, 1997, 12(4): 72—77.
- [15] Suzanne NR, David M P. Leaf area prediction model for cucumber from linear measurements[J]. Hort. sci., 1987, 22(6): 1264—1266.
- [16] 李合生, 刘华山, 董新纯. 等. 植物生理生化原理和技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998, 261—263.
- [17] 白宝璋, 史国安, 赵景阳. 等. 植物生理学(下, 实验教程)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [18] Arnon D I. Coper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoloxidase in Beta vulgaris[J]. Plant Physiol. 1949, 24: 1—15.
- [19] 习岗, 张振波. 植物抗逆性研究的物理学方法[J]. 物理, 1997, 26(3): 162—166.
- [20] 蒋明义, 荆家海, 王韶堂. 水分胁迫与植物膜脂过氧化[J]. 西北农业大学学报, 1991, 19(2): 43—49.
- [21] 鲁福成, 王明启, 魏吉生. 等. 逆境条件下几种蔬菜生理指标的变化[J]. 天津农业科学, 2001(6): 6—9.
- [22] 李天红, 李纪华. 水分胁迫对苹果苗结构性碳水化合物组分及含量的影响[J]. 中国农学通报, 2002, 8(4): 35—39.
- [23] 柳小妮, 曹致中. 几种早熟不耐热性的研究[J]. 中国草地, 2002, 5(3): 40—43.
- [24] 何维明, 董峰. 高气温对早熟柳光合和生长的影响[J]. 林业科学, 2003, 39(1): 160—164.
- [25] 王邦锐, 黄久富. 不同植物在水分胁迫条件下脯氨酸的积累与抗旱性关系[J]. 植物生理学报, 1989, 15(1): 46—51.
- [26] 汤章城. 逆境条件下植物脯氨酸的积累及其可能的意义[J]. 植物生理学报, 1984(1): 15—21.

Influences of High Temperature with Soil Drought on Physiological Character of Tomato Seedlings

JIANG Yan¹, MENG Ling², ZHAO Hui-jie³

(1. Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003; 2. Qionglai Professional Education Centers, Sichuan 611530; 3. Henan Agriculture University, Zhengzhou 450002)

Abstract: This essay studied the influences of high temperature with soil draught on physiological character of 13 varieties of tomatoes seedling growth, and compared the different resistances of varieties of tomatoes seedlings to high temperature and soil drought. Results showed the influences of high temperature and soil drought on the physiological character and the outward growth of tomato seedlings was uniformity, the growthes of varieties tomato seedlings with different resistances, chlorophyll contents and their rates of photosynthesis of leaves, roots vigor, permeability of cell membranes, and internal proline etc. appear to increase or decrease, soluble sugar and malonaldehyde (MDA) increases different apparently.

Different varieties of tomato varieties with strong resistance to high temperature and drought were Zimei Huangai, Maofen, Huangyang and Qiangli. With weak resistance such as Huangying, Huangyu, Hongyang, Huaxiu and Hongying. Growth capacity of tomato seedlings, conductivity of leaves, rates of photosynthesis of leaves, vigor of roots, chlorophyll contents, MDA, Pro and WSC etc. regarded as indexes of identifying resistances of tomato seedlings. The indexes could be compared each other.

Key words: Tomato seedlings; High temperature with soil drought; Physiological character