

张玲丽,李文甲,李惠霞.水分处理对番茄侧枝扦插叶片部分生理指标及叶绿素荧光参数的影响[J].江苏农业科学,2015,43(9):194-196.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.09.062

# 水分处理对番茄侧枝扦插叶片部分生理指标及叶绿素荧光参数的影响

张玲丽<sup>1</sup>,李文甲<sup>2</sup>,李惠霞<sup>1</sup>

(1.银川能源学院生物工程系,宁夏永宁 750105; 2.宁夏农业学校,宁夏银川 750021)

**摘要:**以“瑞克斯旺 409”番茄侧枝为试材,研究了不同水分处理(25%、50%、75%、常规灌水量)对番茄侧枝扦插叶片可溶性糖、可溶性蛋白及  $F_v/F_m$  和  $F_v/F_o$  指标的影响。结果表明:在青熟期 50%、75% 处理叶片的可溶性蛋白积累量显著大于常规灌水量处理; $F_v/F_m$  和  $F_v/F_o$  在 14:00 之前呈现下降趋势并在 14:00 达到最低;在 14:00 以后,随着光强减弱、温度降低, $F_v/F_m$  和  $F_v/F_o$  逐渐升高,在 19:00 基本达到 06:00 水平;50% 处理的  $F_v/F_m$  一直保持在正常范围 0.8 左右,并且一天当中的变化趋于稳定。

**关键词:**番茄侧枝;扦插;可溶性糖;可溶性蛋白; $F_v/F_m$ ; $F_v/F_o$ 。

**中图分类号:** S641.201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)09-0194-03

叶绿素荧光动力学是以光合作用理论为基础,利用体内叶绿素 a 荧光,研究和探测植物光合生理与逆境胁迫关系的理想探针,是近年来在光合作用机理研究中发展的一种新型、快速、简便、准确、无损伤的检测植物光合作用生理状况的新兴技术,研究和探测植物光合生理状况及外界因子对其细微影响的新型活体测定和诊断技术<sup>[1]</sup>。近年来,随着叶绿素荧光理论和测定技术的进步,大大推动了光合作用超快原初反应及其他有关光合机理的研究,因而在作物各种抗性生

理<sup>[2-3]</sup>中得到了广泛的应用,显示出广阔的应用前景。

番茄具有较强的分枝和发生不定根能力,根据这一特点,可以利用枝条(侧枝)进行扦插栽培。扦插用的枝条来源广泛,扦插的成活率高,可达 90% 以上。番茄侧枝扦插育苗较播种育苗具有节省种子、成本低、育苗时间短、管理方便、提高繁殖系数等优点<sup>[4]</sup>。此外,侧枝扦插属于无性繁殖,是无性繁殖中最简便易行、应用最广的方法,可较好地保持本品种的特性,适宜一代杂种的繁育<sup>[5]</sup>。本试验在进行了自根苗与侧枝扦插苗的预试验基础上,选出各项指标表现较好的扦插苗进行不同灌溉量试验,探讨不同灌溉量对番茄侧枝扦插苗叶绿素荧光参数级部分生理指标的影响,为番茄侧枝扦插栽培技术筛选出最适宜的灌溉标准。

收稿日期:2014-09-01

基金项目:银川能源学院校级科研课题。

作者简介:张玲丽(1983—),女,宁夏平罗人,硕士研究生,讲师,从事蔬菜生理与栽培技术研究。E-mail:lingli0117@163.com。

- [9]李晓仁,李虹,魏文生.日光温室病虫害发生原因浅析与综合防治对策[J].北方园艺,2000(4):45-46.
- [10]马朝红,方建坤.蔬菜土壤养分积累状况与环境风险[J].长江蔬菜,2000(12):43-45.
- [11]余海英,李廷轩,周健民.设施栽培中逆境对园艺作物生长发育及其病害的影响[J].土壤通报,2006,37(5):1027-1032.
- [12]沙国栋,赵金元,俞建人,等.苏南地区设施蔬菜持续高效技术研究初报[J].沈阳农业大学学报,2000,31(1):127-129.
- [13]张春兰,张耀东,朱建春,等.施用稻草对防治保护地土壤盐渍化的作用[J].土壤,1994(3):146-148.
- [14]臧壮望.保护地土壤障碍与综合治理[J].蔬菜,2002(6):21-22.
- [15]汤宏,张杨珠,曾掌权,等.施用有机肥对蔬菜品质影响的研究进展[J].湖南农业科学,2009(6):69-72.
- [16]王冰清,尹能文,郑棉海,等.化肥减量配施有机肥对蔬菜产量和品质的影响[J].中国农学通报,2012,28(1):242-247.
- [17]高群,孟宪志,于洪飞.连作障碍原因分析及防治途径研究[J].山东农业科学,2006(3):60-63.
- [18]曹阳.冬季温室补光对果菜类作物生长发育的影响[J].河

北农业科学,2009,13(3):10-12.

- [19]周晚来,刘文科,杨其长.光对蔬菜硝酸盐累积的影响及其机理[J].华北农学报,2011,26(S2):125-130.
- [20]杜春华.日光温室冬春茬蔬菜生产的环境调控技术[J].吉林蔬菜,2007(4):22.
- [21]李萍萍,毛罕平,王多辉,等.智能温室综合环境因子控制的技术效果及合理的环境参数研究[J].农业工程学报,1998,14(3):202-206.
- [22]王英利,王勋陵,岳明. UV-B 及红光对大棚番茄品质的影响[J].西北植物学报,2000,20(4):590-595.
- [23]庞吉安,马德华,李淑菊.黄瓜光合作用的研究[J].天津农业科学,1997,3(4):10-17.
- [24]陈浙宁.温度对番茄光合产物转输和分配的影响[J].宁夏农林科技,1987(2):57.
- [25]樊平声,冯伟民,苗彩霞,等.淮北地区新型材料日光温室设计及使用技术[J].江苏农业科学,2012,40(11):382-384.
- [26]冯伟民,管安琴,沙国栋,等.改良型通风防虫大棚温湿度变化及其对番茄生长的影响[J].江苏农业学报,2012,28(6):1409-1412.

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

本试验以春茬种植的“瑞克斯旺 409”番茄侧枝为材料。

### 1.2 试验设计

使用扦插育苗技术进行栽培种植<sup>[6]</sup>。对于春茬番茄应用高密度低段栽培技术,可以促进番茄提早成熟,缩短生育期,控制番茄集中采收期,以期达到高产高收益的目的。选择生长一致、长 10~15 cm、具 4~5 节、生长点完好的侧枝。侧枝基部用刀片呈 30°切口切下,将侧枝下部 4~5 cm 处的叶去掉,每枝顶端留 3~4 张叶,顶端较大叶片剪去一半。将切割好的番茄侧枝以株距 30 cm、行距 45 cm 的规格扦插到已整理好的试验地中,缓苗后进行处理。共设置 25%、50%、75%、常规 4 个灌水量,根据番茄生育期设定灌水次数为 5 次。灌水前采样测定各项指标。

### 1.3 指标测定方法

可溶性糖采用蒽酮法<sup>[7]</sup>测定;可溶性蛋白采用考马斯亮蓝法<sup>[7]</sup>测定;荧光参数用 FMS-2 脉冲式调制荧光仪(Hansatech,英国)测定。光下荧光测定:应用开放夹在自然光强下进行,先照射检测光测定稳态荧光( $F_s$ ),然后照射饱和脉冲光 [ $12\ 000\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,脉冲时间 0.8 s]测定光下最大荧光( $F_m'$ );打开远红光,同时用黑布快速给叶片和叶夹遮光,5 s 后测定光下最小荧光( $F_0'$ )。测定光下荧光参数后叶片暗适应 15 min,再测定暗适应荧光参数。通过以上测定的叶绿素荧光参数计算出光系统 II (PS II) 的最大光能转换效率  $F_v/F_m$ 、潜在活性  $F_v/F_0$ 。<sup>[8-9]</sup>

### 1.4 数据分析

数据采用 Microsoft Excel 2003 软件进行绘图,用 SPSS 16.0 软件对平均数用 LSD 法进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同水分处理对番茄侧枝扦插叶片可溶性糖和可溶性蛋白的影响

叶片可溶性糖含量在干旱、高温等胁迫下会增加。由图 1 可知番茄叶片可溶性糖含量整体呈上升趋势,分别在坐果期和红果期达到最高点。25% 灌水量处理在坐果期时显著高于 50%、75% 处理,但在生长后期呈现急剧下降趋势,表明在较少灌水量处理时番茄侧枝扦插叶片表现出逆境胁迫。可溶性蛋白作为渗透调节物质的一种,它的多少可以用来衡量作物逆境下的胁迫反应。番茄叶片的可溶性蛋白在坐果期后整体较之前要高,在青熟期时达到顶峰,达到高峰时,50%、75% 处理叶片的可溶性蛋白积累量显著大于常规灌水量处理,红果时均呈下降趋势。

### 2.2 不同水分处理对番茄侧枝扦插叶片 $F_v/F_m$ 和 $F_v/F_0$ 的影响

$F_v/F_m$  指 PS II 最大光化学效率,反映了 PS II 反应中心内原初光能转化效率, $F_v/F_0$  则反映了 PS II 的潜在活性<sup>[1]</sup>。它们是表明光化学反应状况的 2 个重要参数。图 2 表明番茄叶片  $F_v/F_m$  和  $F_v/F_0$  在 14:00 之前呈现下降趋势并在 14:00 达到最低,在 12:00 至 16:00 之间  $F_v/F_m$  较低,说明这段时间光

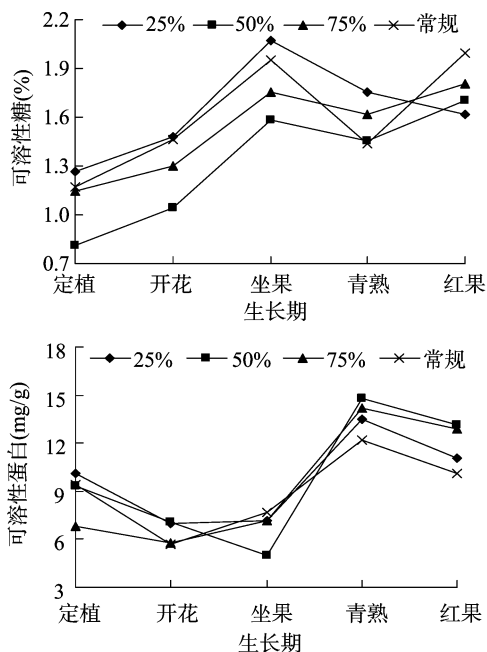


图1 不同水分处理对番茄侧枝扦插叶片可溶性糖和可溶性蛋白含量的影响

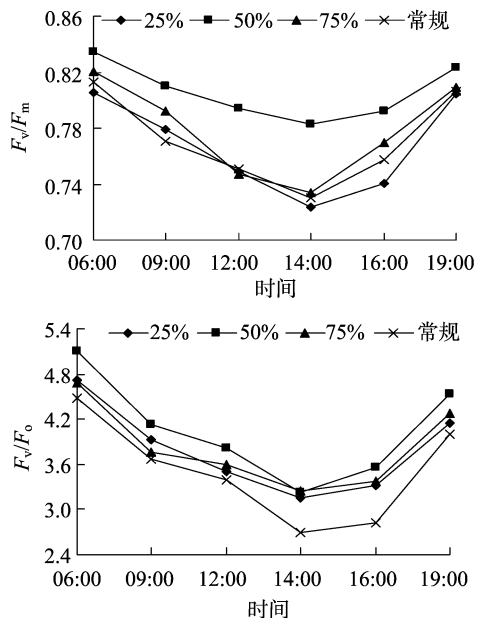


图2 不同水分处理对番茄侧枝扦插叶片  $F_v/F_m$  和  $F_v/F_0$  的影响

抑制加剧 ( $F_v/F_m$  值的变化是研究得最为广泛的光抑制指标)。在 14:00 以后,随着光强减弱、温度降低, $F_v/F_m$  和  $F_v/F_0$  逐渐升高,在 19:00 时基本达到 06:00 水平,说明番茄叶片光合作用的器官在中午光强和温度较高下其光合活性受到了暂时的抑制,光合器官并没有受到不可恢复的损伤,14:00 后随着光强和温度的下降其功能得到完全恢复。可见其中午 PS II 的功能下调是可逆的,说明这种 PS II 的功能下调可能是避免中午过大光强伤害的一种适应方式。在 14:00 时 50% 处理的  $F_v/F_m$  与其他处理间有显著差异 ( $P < 0.05$ ),而 50% 和常规处理的  $F_v/F_0$  在 14:00 和 16:00 时与其他处理间有显著差异 ( $P < 0.05$ )。

### 3 讨论

叶片可溶性糖含量在干旱、高温等胁迫下会增加,可溶性糖的积累在番茄果实发育的调节中有双重作用:一方面可以降低水势,维持水和溶质向果实流入;另一方面果实中的糖代谢需维持在一个适当水平,运输形成的糖迅速转化,增加溶质浓度,维持低水势;可溶性糖还可尽快转化为不溶性成分或分解消耗,以免产生过度的反馈抑制。由图 1 可知,番茄叶片可溶性糖含量整体呈上升趋势,分别在坐果期和红果期达到最高点。25% 灌水量处理在坐果期时显著高于 50%、75% 处理,但在生长后期呈现急剧下降趋势,表明在较少灌水量处理时番茄侧枝扦插叶片表现出逆境胁迫。在后期常规灌水量处理的番茄叶片含糖量又急剧上升并在红果期时显著高于其他处理,表明番茄叶片在灌水量充足或过高时也会表现出逆境胁迫;同样表明不只干旱胁迫会造成植株可溶性糖含量的增加<sup>[10]</sup>,灌水量过大同样会造成植株可溶性糖含量的增加。

可溶性蛋白含量与植物调节细胞渗透势有关。可溶性蛋白含量是植物体代谢过程中蛋白质损伤的重要指标,其变化可以反映细胞内蛋白质合成、变性及降解等多方面的信息<sup>[11]</sup>。也有研究表明,淹水或干旱等逆境胁迫能抑制蛋白质的合成并诱导蛋白质的降解,从而使植株体内的总蛋白质含量降低<sup>[12]</sup>。蛋白质含量的降低与植物的衰老密切相关,也是逆境对植物的一种伤害作用。番茄叶片的可溶性蛋白在坐果期后整体较之前要高,在青熟期时达到顶峰。达到高峰时,50%、75% 处理叶片的可溶性蛋白积累量大于其他 2 个处理,说明 50%、75% 的处理可能对番茄形成了干旱胁迫,使其需要合成较多的蛋白,起到抗脱水的作用。而在红果期时番茄叶片的可溶性蛋白含量又下降,这可能是由于生长后期番茄叶片蛋白酶的活性迅速提高,加快了蛋白质的水解。本试验红果期 25% 和常规灌水量处理的可溶性蛋白显著低于其他 2 个处理,结果与上述研究成果相符合。

$F_v/F_m$  指 PS II 最大光化学效率,反映了 PS II 反应中心内原初光能转化效率, $F_v/F_o$  则反映了 PS II 的潜在活性<sup>[10]</sup>。它们是表明光化学反应状况的 2 个重要参数。非环境胁迫条件下叶片的荧光参数  $F_v/F_m$  极少变化,不受物种和生长条件的影响。遭受光抑制的叶片其参数变化明显,是表示光抑制程度的良好指标和探针<sup>[13]</sup>。Schansker 等发现, $F_v/F_m$  值降低,PS II 活性降低,光化学猝灭效率( $q_p$ )降低,反应中心开放的比例下降,用于光合电子传递的能量减少<sup>[14]</sup>。

从图 2 看出,过高或太少的水分处理都可使  $F_v/F_m$  与  $F_v/F_o$  比值变低,表明水分胁迫使 PS II 受到了伤害,降低了 PS II 原初光能转化效率,使番茄叶片 PS II 潜在活性中心受损,午间光合作用原初反应过程受抑制加重,光合电子由 PS II 反应中心向 QA、QB 及 PQ 库传递过程受到影响<sup>[15]</sup>,叶绿素衰减和光合膜的功能失调也导致 PS II 光化学活性下调<sup>[16]</sup>。而适当的灌水量(50% 和 75% 处理)可维持较高的 PS II 潜在活性和 PS II 光化学最大效率,有利于光合色素把所捕获的光能以更高的速度和效率转化为化学能,从而为碳同化提供更加充足的能量,有利于光合速率的提高。50% 处理的  $F_v/F_m$  值一直保持在正常范围的 0.8 左右,并且一天当

中的变化趋于稳定,而 75% 处理除 14:00 外也基本保持在正常范围的 0.8 左右。

本试验在已确定番茄侧枝扦插技术的各项优势的基础上,对番茄侧枝扦插进行 25%、50%、75% 和常规灌水量处理,以期在得到最优效果的基础上达到高效节水的目的。通过对部分生理和叶绿素荧光参数的分析,基本确定 50% 和 75% 处理效果较好,所以在应用番茄侧枝扦插种植技术时采取常规灌水量的 50%~75% 浇灌即可,至于是否可以推广种植还需参考其他指标进行进一步的研究。

### 参考文献:

- [1] 张守仁. 叶绿素荧光动力学参数的意义及讨论[J]. 植物学通报, 1999, 16(4): 444-448.
- [2] 卢从明, 张其德, 匡廷云. 水分胁迫对小麦光系统的影响[J]. 植物学报, 1994, 36(2): 93-98.
- [3] 罗俊, 张木清, 吕建林, 等. 水分胁迫对不同甘蔗品种叶绿素 a 荧光动力学的影响[J]. 福建农业大学学报, 2000, 29(1): 18-22.
- [4] 刘明启, 王焕新. 番茄扦插育苗评价与思考[J]. 科技咨询导报, 2007(23): 249.
- [5] 鲁述霞. 番茄侧枝扦插繁殖技术[J]. 农业科技与信息, 2008(21): 47-48.
- [6] 宋胭脂. 不同扦插基质对番茄成苗的影响[J]. 北方园艺, 2005(1): 49-50.
- [7] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [8] Schreiber U, Schliwa U, Bilger W. Continuous recording of photochemical and non-photochemical chlorophyll fluorescence quenching with a new type of modulation fluorometer[J]. Photosynthesis Research, 1986, 10(1/2): 51-62.
- [9] Bilger W, Björkman O. Role of the xanthophyll cycle in photoprotection elucidated by measurements of light-induced absorbance changes, fluorescence and photosynthesis in leaves of *Hedera canariensis*[J]. Photosynthesis Research, 1990, 25(3): 173-185.
- [10] 邹琦. 作物抗旱生理生态研究[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1994: 51-56.
- [11] 邵世光, 阎斌伦, 许云华, 等.  $\text{Cd}^{2+}$  对条斑紫菜的胁迫作用[J]. 河南师范大学学报: 自然科学版, 2006, 34(2): 113-116.
- [12] 魏良民. 几种旱生植物碳水化合物和蛋白质变化的研究[J]. 干旱区研究, 1991, 8(4): 38-41.
- [13] 许大全, 张玉忠, 张荣铤. 植物光合作用的光抑制[J]. 植物生理学通讯, 1992, 28(4): 237-243.
- [14] Schansker G, van Rensen J J S. Performance of active photosystem II centers in photoinhibited pea leaves[J]. Photosynth Res, 1999, 62: 175-184.
- [15] 卢从明, 张其德, 匡廷云, 等. 水分胁迫对小麦 PS II 的光能转换效率和激发能分配的影响[J]. 生物物理学报, 1995, 11(1): 82-86.
- [16] Ladjal M, Epron D, Ducrey M. Effects of drought preconditioning on thermotolerance of photosystem II and susceptibility of photosynthesis to heat stress in cedar seedlings[J]. Tree Physiology, 2000, 20(18): 1235-1241.