

王广龙,夏 冬,杨泽恩,等. 幼苗质量对番茄植株生长发育和产量品质的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(5):140-144.

# 幼苗质量对番茄植株生长发育和产量品质的影响

王广龙,夏 冬,杨泽恩,蒋芳玲,吴 震

(南京农业大学园艺学院/农业部南方蔬菜遗传改良重点开放实验室,江苏南京 210095)

**摘要:**以有限生长型番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)品种合作 906 与无限生长型番茄品种合作 908 为试材,采用遮光、基质控水等方法获得不同质量的番茄幼苗,研究幼苗质量对番茄植株生长发育及果实产量和品质的影响。结果表明:徒长苗与老化苗定植后,对植株生长发育有着显著的后效应,与对照相比,徒长苗与老化苗均延迟了初花期,降低了花芽质量、叶片叶绿素含量、净光合速率,进而造成了果实产量与品质下降。

**关键词:**番茄;幼苗质量;生长发育

**中图分类号:** S641.204+.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)05-0140-05

幼苗质量指蔬菜秧苗在培育过程中形成的对环境的适应性以及所具备的潜在生产能力<sup>[1]</sup>。蔬菜秧苗培育过程中,如果环境条件控制不当,极易造成蔬菜生长平衡失调、适应性降低等问题,导致幼苗质量下降,进而影响植株生长<sup>[2]</sup>。番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)是重要的设施栽培蔬菜作物,生产上主要采用育苗栽培。育苗过程中,CO<sub>2</sub> 含量<sup>[3]</sup>、光照条件<sup>[4-5]</sup>、水分胁迫<sup>[6]</sup>、高温<sup>[7]</sup>等环境因子均会影响幼苗质量。不同质量幼苗定植后对植株的生长发育均有影响。毛丽萍等通过苗期昼夜温差处理得到不同质量的番茄幼苗,研究其定植后植株开花、坐果、产量情况,结果表明,没有昼夜温差不利于番茄苗期干物质积累,进而影响花芽分化及后期持续高产<sup>[8]</sup>。侯兴亮等研究发现,徒长苗对番茄植株生长有明显的后效应,会影响花芽分化并造成产量下降<sup>[4]</sup>。前人研究多集中于徒长对番茄幼苗质量以及定植后开花、坐果、产量的影响。关于老化苗以及不同程度徒长苗对番茄果实产量及品质的影响研究还未见报道。本研究通过设置不同环境条件得到不同质量的番茄幼苗,探讨其定植后对植株生长发育以及产量的影响,旨在为合理控制育苗环境、培育优质壮苗提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验于 2013 年 3—8 月在南京农业大学江浦园艺试验站进行,供试番茄品种为合作 906(辽宁省抚顺市北方农业科学研究所)、合作 908(上海长种番茄种业有限公司)。采用穴盘基质育苗,育苗基质为泥炭、蛭石、珍珠岩按 2:1:1(体积比)比例配制的混合基质。3 月 1 日浸种催芽,3 月 3 日选取

胚根露出种皮的番茄种子播于 72 孔穴盘。幼苗子叶展平后,浇施日本园试配方营养液;子叶期每隔 7 d 喷施 1 次 1/4 倍标准浓度营养液,1 片真叶期每隔 7 d 喷施 1 次 1/2 倍标准浓度营养液,2 片真叶后每隔 7 d 喷施 1 次标准浓度营养液。播种后第 7 天子叶出土,子叶出土后第 20 天(幼苗为 2 叶 1 心期)设置不同生长环境条件:(1)正常环境条件。温室内全光照,晴天中午光照强度为 900~1 100 μmol/(m<sup>2</sup>·s),基质湿度为饱和含水量的 65%;(2)灰色遮阳网遮光。遮光后光照强度为温室全光照的 60%~70%;(3)黑色遮阳网遮光。遮光后光照强度为温室全光照的 30%~40%;(4)较高基质含水量。用 HH2/WET 土壤三参数速测仪(英国 Delta-T 公司)测定,控制基质相对含水量为饱和含水量的 80%;(5)较低基质含水量。用 HH2/WET 土壤三参数速测仪测定,控制基质相对含水量为饱和含水量的 30%。采用随机区组方法,每处理重复 3 次。

### 1.2 幼苗质量分级、定植

在上述不同环境条件下,番茄幼苗生长状态不同,形成了不同质量的幼苗(表 1、图 1)。以壮苗指数为主要质量评价指标,其他指标作为参考指标,评价幼苗质量。T0 为正常环境条件下生长的幼苗,设为对照苗;T1、T2、T3 分别为灰色遮阳网遮光、黑色遮阳网遮光以及较高基质含水量条件下生长的幼苗,3 类幼苗均有不同程度徒长,其中以 T2 壮苗指数最低,徒长最为严重,设为重度徒长苗;T3 较对照苗有轻微徒长,设为轻度徒长苗;T1 为中度徒长,设为中度徒长苗;T4 为较低基质含水量条件下生长的幼苗,其株高、茎粗、全株鲜重、全株干重以及壮苗指数均最低,老化较为严重,设为老化苗。4 月 17 日结束遮光及基质控水。4 月 19 日选取不同质量番茄幼苗定植于塑料大棚内。塑料大棚土壤前茬为秋冬休耕土壤,耕作层土壤含水量为 18.4%,有机质、碱解氮、速效磷、速效钾含量分别为 19.81、84.56、9.74、8.97 mg/kg。塑料大棚长 45.0 m、宽 8.0 m、顶高 3.5 m、肩高 2.0 m。采用宽窄行双行栽培,畦宽 1.2 m、高 0.3 m、沟宽 0.4 m、深 0.3 m。每畦定植 2 行,宽行行距 80 cm,窄行行距 40 cm,株距为 30 cm,定植密度为 55 500 株/hm<sup>2</sup>。每类幼苗栽植 30 株,3 次重复,随机区组排列,定植前施用 1 次三元复合肥,施肥量为 600 kg/hm<sup>2</sup>。按常规方法进行栽培管理。

收稿日期:2013-09-04

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(12)4044];江苏省科技支撑计划(编号:BE2011435、BE2011461);江苏省高校优势学科建设项目。

作者简介:王广龙(1989—),男,江苏连云港人,硕士研究生,主要从事蔬菜生理生态研究。Tel:(025)84395140;E-mail:2012104074@njau.edu.cn。

通信作者:吴 震,博士,教授,主要从事蔬菜生理生态和生物技术研究。E-mail:wzh@njau.edu.cn。

表 1 不同质量番茄幼苗的形态及质量指标

品种	幼苗类型	株高 (cm)	茎粗 (cm)	全株鲜重 (g)	全株干重 (g)	壮苗指数
合作 906	T0	8.63 ± 0.381d	0.291 ± 0.012a	1.80 ± 0.073c	0.28 ± 0.003b	0.009 4 ± 0.000 7a
	T1	9.84 ± 0.356c	0.259 ± 0.006b	1.85 ± 0.027bc	0.23 ± 0.022c	0.006 1 ± 0.000 7c
	T2	10.76 ± 0.231b	0.242 ± 0.006c	1.94 ± 0.061b	0.19 ± 0.003d	0.004 4 ± 0.000 1d
	T3	13.15 ± 0.342a	0.299 ± 0.014a	2.99 ± 0.071a	0.36 ± 0.014a	0.008 3 ± 0.000 1b
	T4	6.88 ± 0.365e	0.205 ± 0.003d	0.86 ± 0.077d	0.11 ± 0.003e	0.003 3 ± 0.000 2e
合作 908	T0	9.52 ± 0.330c	0.277 ± 0.009a	1.57 ± 0.053b	0.28 ± 0.019b	0.008 1 ± 0.000 5a
	T1	9.86 ± 0.239c	0.258 ± 0.006b	1.70 ± 0.042b	0.20 ± 0.004c	0.005 2 ± 0.000 2c
	T2	11.43 ± 0.617b	0.239 ± 0.006c	1.76 ± 0.079b	0.19 ± 0.007c	0.004 0 ± 0.000 4d
	T3	12.16 ± 0.198a	0.282 ± 0.013a	2.50 ± 0.340a	0.31 ± 0.011a	0.007 3 ± 0.000 3b
	T4	7.54 ± 0.445d	0.203 ± 0.010d	0.86 ± 0.084c	0.12 ± 0.010d	0.003 1 ± 0.000 2e

注:同列数据后不同小写字母表示同品种不同处理相比差异显著( $P < 0.05$ )。下表同。



图 1 不同质量番茄幼苗定植前的生长状态

1.3 方法

1.3.1 幼苗生长指标 定植当天测定不同类型幼苗的形态及质量指标。株高:用直尺测定幼苗基部到生长点的长度;茎粗:用数显游标卡尺测量子叶节下部 1 cm 处的直径。用蒸馏水冲洗干净幼苗,用吸水纸吸干水分,置于分析天平上称重,得到植株鲜重。称完鲜重后,105 ℃下杀青 15 min,80 ℃下烘干至恒重,用分析天平称重,得幼苗全株干重(g)。幼苗壮苗指标计算公式如下<sup>[8]</sup>。

壮苗指数 = 茎粗/株高 × 全株干重 (1)

1.3.2 植株生长发育指标 定植后第 15 天,每处理选取长势一致的植株 3 株,按常规方法分别测定植株的株高与茎粗,同时记录始花日期及第 1 花序节位。每隔 7 d 测定 1 次,连续测定 4 次。

1.3.3 植株生理指标 定植后第 29 天,选取生长点以下第 3 片及第 4 片叶,用乙醇浸提比色法<sup>[9]</sup>测定叶片总叶绿素含量。每隔 7 d 测定 1 次,连续测定 4 次。于番茄盛果期(6 月 5 日)09:00—11:00,选取植株生长点下第 3 片及第 4 片叶,利用 LI-6400 光合仪(美国 LI-COR 公司)测定净光合速率、气孔导度、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度。叶室温度控制在(25 ± 1)℃,光照强度控制在 800 μmol/(m<sup>2</sup> · s),参比室 CO<sub>2</sub> 浓度为(380 ± 10) μmol/L,相对湿度为 60% ~ 70%。

1.3.4 前期果实产量及品质指标 因后期高温影响番茄植株生长及开花结果,本试验只调查番茄生长前期的(定植后第 73 天至第 93 天)产量及品质。6 月 27 日第 1 次采收,持续采收 20 d,调查单株结果数、单果重、单株产量。在前期成

熟的果实中,每处理选取大小及成熟度一致的果实 3 个,测量果实纵径与横径(果实中间部位直径),计算果形指数(纵径/横径)。用 GY-1 型水果硬度计测定番茄果实硬度,用手持糖度计测定果实可溶性固形物含量。用蒽酮比色法<sup>[10]</sup>测定果实可溶性糖含量,用酸碱滴定法测定可滴定酸含量,用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定可溶性蛋白含量,用红菲啰啉比色法测定维生素 C 含量,用有机溶剂抽取比色法<sup>[11-12]</sup>测定番茄红素含量,用水杨酸硝化比色法测定硝酸盐含量。所有指标均重复测定 3 次,结果取平均值。

1.4 数据处理

采用 Excel 2003 软件处理数据。

2 结果与分析

2.1 不同质量幼苗定植后植株生长发育状况

2.1.1 株高、茎粗 如图 2 所示,不同质量幼苗定植后,株高均随生长期的延长而增加。除了 5 月 24 日合作 908 的 T0、T1 植株株高差异不显著外,其他时期 2 个品种均以 T3 株高最高,T4 最低。从图 3 可以看出,5 月 3 日、5 月 10 日合作 906 的 T0 与 T3 之间茎粗差异均不显著,且均显著高于 T1、T2,T1、T2 之间差异不显著。5 月 17 日、5 月 24 日合作 906 的 T3 茎粗均显著高于 T1、T2、T4,T3 与 T0 之间差异不显著。5 月 3 日、5 月 10 日合作 908 均以 T0 茎粗最粗,T1、T3 次之,T4 最小。5 月 17 日,合作 908 的 T0 茎粗显著高于其他处理,T1、T2、T3 之间差异不显著,T4 最小。5 月 24 日,T0 茎粗显著高于其他处理,T3 次之,T3 与 T1 差异不显著。

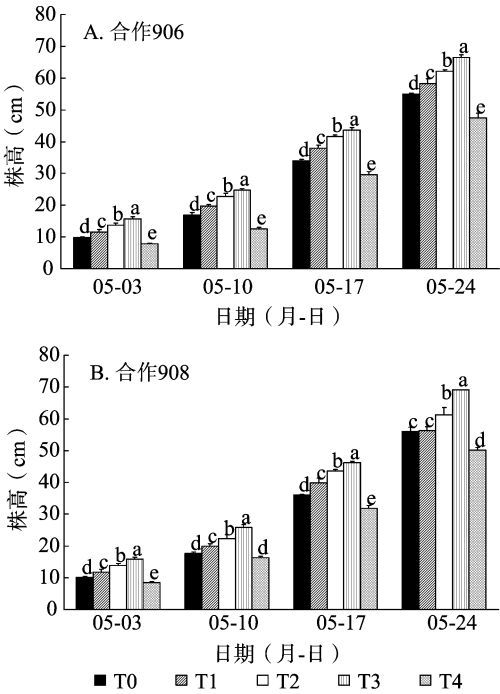


图2 番茄幼苗质量对定植后植株高度的影响

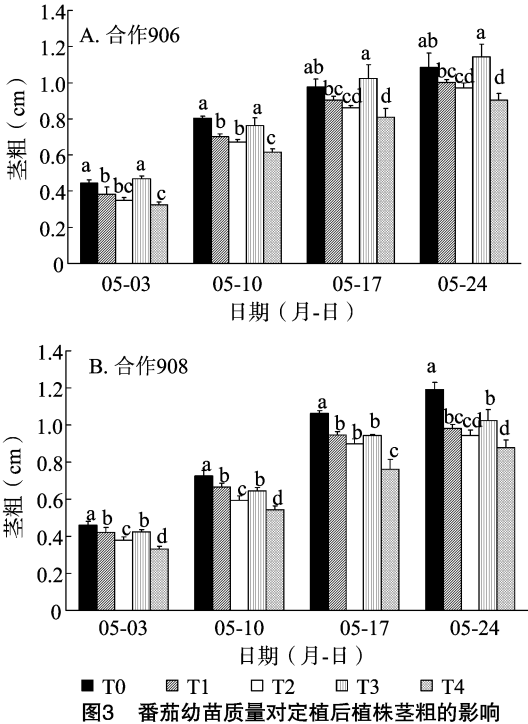


图3 番茄幼苗质量对定植后植株茎粗的影响

2.1.2 开花特性 由表 2 可知,合作 906 的 T0 始花期为 5 月 10 日(定植后第 21 天),老化苗以及不同程度徒长苗植株初花期均较对照苗延迟。T3 延迟 2 d,T1 延迟 4 d,T2 延迟 5 d,T4 最为明显,延迟 9 d。T4 植株第 1 花序节位显著高于其他处理,T2 次之,T3 最低。合作 908 植株初花期与第 1 花序节位变化情况与合作 906 相似。由此可知,老化苗及不同程度徒长苗均可影响定植后的植株始花期与第 1 花序节位。

2.1.3 叶片总叶绿素含量、光合效率 5 月 17 日,合作 906 的 T0、T1、T3 植株叶片总叶绿素含量显著高于 T2、T4,T2 与 T4

表 2 番茄幼苗质量对定植后植株开花特性的影响

品种	幼苗类型	始花期 (月-日)	较对照苗延 迟时间(d)	第 1 花序节位 (节)
合作 906	T0	05-10		7.1 ± 0.2c
	T1	05-14	4	7.7 ± 0.3c
	T2	05-15	5	8.3 ± 0.4b
	T3	05-12	2	7.0 ± 0.1c
	T4	05-19	9	9.3 ± 0.3a
合作 908	T0	05-15		7.3 ± 0.3c
	T1	05-18	3	8.0 ± 0.2c
	T2	05-20	5	9.3 ± 0.3b
	T3	05-16	1	7.7 ± 0.1c
	T4	05-22	7	10.7 ± 0.5a

之间差异不显著(图 4)。5 月 24 日,合作 906T 的 0 植株叶片总叶绿素含量显著高于 T1、T2、T4,但与 T3 差异不显著,T4 最低。5 月 31 日及 6 月 7 日,合作 906 植株叶片总叶绿素含量均以 T0 最高,T4 最低,T1、T2、T3 之间差异不显著。6 月 7 日,合作 908 的 T0 植株叶片总叶绿素含量显著高于 T1、T2、T4,T0 与 T3 之间差异不显著,T4 最低。

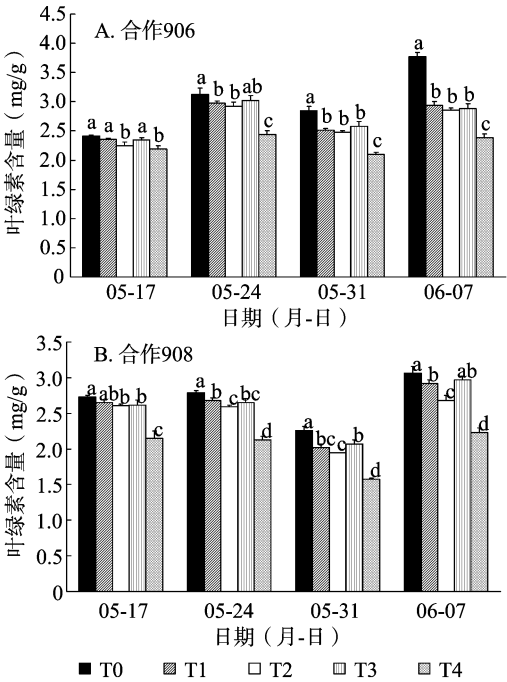


图4 番茄幼苗质量对定植后植株叶片总叶绿素含量的影响

由表 3 可知,合作 906 植株叶片净光合速率、气孔导度以及胞间 CO<sub>2</sub> 浓度均以 T0 最高,T1、T3 次之,且 T1 与 T3 之间差异不显著,T4 最低。T0 叶片蒸腾速率显著高于 T1、T2、T4,T0 与 T3 之间差异不显著,T4 最低。合作 908 净光合速率、气孔导度、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度以及蒸腾速率均以 T0 最高,T1、T3 次之,T1 与 T3 之间差异不显著,T4 最低。

2.2 不同质量幼苗对番茄前期果实产量与品质的影响

2.2.1 对番茄前期果实产量的影响 从表 4 可以看出,不同质量幼苗对番茄前期单株产量以及折合单位面积产量均有显著影响。2 个番茄品种单株产量与单位面积产量均以对照苗(T0)最高,幼苗徒长与老化均导致前期单株产量与单位面积

表 3 番茄幼苗质量对定植后植株叶片光合参数的影响

品种	幼苗类型	净光合速率 [ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]	气孔导度 [ $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]	胞间 $\text{CO}_2$ 浓度 ( $\mu\text{mol}/\text{mol}$ )	蒸腾速率 [ $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]
合作 906	T0	22.70 $\pm$ 0.26a	0.759 $\pm$ 0.010a	304.67 $\pm$ 0.58a	6.46 $\pm$ 0.03a
	T1	21.27 $\pm$ 0.06b	0.706 $\pm$ 0.001b	290.00 $\pm$ 2.00b	6.28 $\pm$ 0.06c
	T2	20.37 $\pm$ 0.15c	0.661 $\pm$ 0.004c	284.67 $\pm$ 1.53c	6.34 $\pm$ 0.02bc
	T3	21.10 $\pm$ 0.46b	0.702 $\pm$ 0.016b	293.00 $\pm$ 4.00b	6.40 $\pm$ 0.06ab
	T4	17.97 $\pm$ 0.23d	0.564 $\pm$ 0.007d	278.33 $\pm$ 3.06d	5.47 $\pm$ 0.04d
合作 908	T0	23.60 $\pm$ 0.46a	0.804 $\pm$ 0.002a	309.00 $\pm$ 2.00a	6.39 $\pm$ 0.01a
	T1	22.03 $\pm$ 0.55b	0.720 $\pm$ 0.015b	292.33 $\pm$ 4.51b	6.22 $\pm$ 0.06b
	T2	20.60 $\pm$ 0.50c	0.647 $\pm$ 0.003c	283.33 $\pm$ 0.58c	5.86 $\pm$ 0.07c
	T3	22.00 $\pm$ 0.60b	0.727 $\pm$ 0.027b	293.67 $\pm$ 3.79b	6.22 $\pm$ 0.06b
	T4	18.23 $\pm$ 0.06d	0.520 $\pm$ 0.003d	274.67 $\pm$ 2.52d	5.51 $\pm$ 0.03d

产量显著降低。2 个品种的 T2 苗折合单位面积产量比对照分别减少了 17.35%、15.68%，T4 苗折合单位面积产量比对照分别减少了 24.62%、25.19%。

2.2.2 对果实营养品质的影响 由表 5 可知,合作 906 以对照苗(T0)果实营养品质最好;T3 果实维生素 C 含量低于对照苗,但硝酸盐含量高于对照,其他品质指标与对照差异不显著;T1 与 T2 果实的可溶性糖、维生素 C 含量均显著低于对照,硝酸盐含量显著高于对照,T1 与 T2 各指标差异均不显著;T4 果实的营养品质最差,果实可溶性糖含量、可溶性蛋白含量、维生素 C 含量、番茄红素含量均最低,可滴定酸含量与硝酸盐含量最高。合作 908 果实营养品质变化趋势与合作 906 相似,T0、T3 果实的营养品质最好,T4 品质最差。

表 4 幼苗质量对番茄前期果实产量的影响

品种	幼苗类型	单株产量 (kg)	折合前期单位 面积产量( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )	较对照 减产率(%)
合作 906	T0	1.29 $\pm$ 0.05a	71 417.55 $\pm$ 2 744.10a	
	T1	1.17 $\pm$ 0.05b	64 126.95 $\pm$ 1 292.70b	10.21
	T2	1.06 $\pm$ 0.04d	59 029.95 $\pm$ 2 226.00c	17.35
	T3	1.20 $\pm$ 0.05b	67 414.95 $\pm$ 1 785.90b	5.60
	T4	0.97 $\pm$ 0.01d	53 835.00 $\pm$ 555.00d	24.62
合作 908	T0	1.30 $\pm$ 0.04a	71 965.05 $\pm$ 2 310.60a	
	T1	1.19 $\pm$ 0.03b	66 045.00 $\pm$ 1 665.00b	8.23
	T2	1.09 $\pm$ 0.04d	60 679.95 $\pm$ 2 310.60c	15.68
	T3	1.21 $\pm$ 0.06b	67 155.00 $\pm$ 3 090.15b	6.68
	T4	0.97 $\pm$ 0.03d	53 835.00 $\pm$ 1 468.35d	25.19

表 5 幼苗质量对番茄果实营养品质的影响

品种	幼苗类型	可溶性糖含量 (%)	可滴定酸含量 (%)	可溶性蛋白含量 ( $\text{mg}/\text{g}$ )	维生素 C 含量 ( $\text{mg}/\text{g}$ )	番茄红素含量 ( $\text{mg}/\text{g}$ )	硝酸盐含量 ( $\text{mg}/\text{kg}$ )
合作 906	T0	3.43 $\pm$ 0.03a	0.44 $\pm$ 0.02b	5.11 $\pm$ 0.24a	0.125 $\pm$ 0.009a	0.027 0 $\pm$ 0.002 6a	236.9 $\pm$ 18.7c
	T1	3.37 $\pm$ 0.02bc	0.47 $\pm$ 0.04b	4.88 $\pm$ 0.33a	0.093 $\pm$ 0.006c	0.025 9 $\pm$ 0.002 2a	285.4 $\pm$ 21.5b
	T2	3.34 $\pm$ 0.02c	0.50 $\pm$ 0.05b	4.56 $\pm$ 0.24ab	0.091 $\pm$ 0.007c	0.025 0 $\pm$ 0.001 9a	307.5 $\pm$ 9.0b
	T3	3.39 $\pm$ 0.02ab	0.47 $\pm$ 0.04b	4.90 $\pm$ 0.24a	0.112 $\pm$ 0.008b	0.027 5 $\pm$ 0.002 2a	297.0 $\pm$ 11.7b
	T4	3.16 $\pm$ 0.01d	0.61 $\pm$ 0.02a	4.24 $\pm$ 0.20b	0.079 $\pm$ 0.006c	0.019 3 $\pm$ 0.000 8b	362.4 $\pm$ 9.7a
合作 908	T0	3.67 $\pm$ 0.05a	0.55 $\pm$ 0.01c	5.31 $\pm$ 0.22a	0.127 $\pm$ 0.007a	0.022 1 $\pm$ 0.001 1a	273.1 $\pm$ 4.6c
	T1	3.55 $\pm$ 0.02bc	0.61 $\pm$ 0.03b	5.14 $\pm$ 0.23a	0.101 $\pm$ 0.005b	0.019 9 $\pm$ 0.002 1b	335.0 $\pm$ 15.9b
	T2	3.49 $\pm$ 0.04c	0.65 $\pm$ 0.03b	4.87 $\pm$ 0.26a	0.098 $\pm$ 0.002b	0.019 1 $\pm$ 0.000 6b	354.2 $\pm$ 12.9b
	T3	3.59 $\pm$ 0.06ab	0.54 $\pm$ 0.02c	5.17 $\pm$ 0.25a	0.126 $\pm$ 0.005a	0.022 6 $\pm$ 0.000 7a	301.1 $\pm$ 18.3c
	T4	3.32 $\pm$ 0.03d	0.71 $\pm$ 0.03a	4.33 $\pm$ 0.20b	0.088 $\pm$ 0.004c	0.016 2 $\pm$ 0.001 2c	433.0 $\pm$ 23.8a

2.2.3 对果实商品性的影响 由表 6 可知,合作 906 以 T0 植株单果重最高,T1 与 T4 次之,T3 单果重最低。T3 果形指数最高,T0、T1 次之,T2、T4 最低。T4 果实硬度最大,T0 最小。T0 果实可溶性固形物含量显著高于 T1、T2、T4,T1、T2、T3 之间差异不显著,但均显著高于 T4。T0、T1、T2、T3 之间果实糖酸比差异不显著,但均显著高于 T4。合作 908 果实单果重变化趋势与合作 906 类似。T2、T4 果实硬度显著高于其他处理,T0 果实硬度最小。T4 可溶性固形物含量最低。

3 结论与讨论

蔬菜幼苗培育期间对环境条件变化很敏感,如果环境控制不当,容易出现幼苗徒长或老化等问题,导致幼苗质量下

降<sup>[2]</sup>,进而影响定植后番茄生长发育与果实品质。目前关于徒长苗、老化苗定植后植株生长发育的变化以及果实产量、品质的差异研究鲜有报道。本试验在前人研究的基础上,分析定植后植株生长发育、叶片叶绿素含量以及光合参数特征,解释了徒长苗、老化苗果实产量以及品质下降的原因。本研究表明,徒长苗与老化苗定植后,对植株生长发育有着显著的后效应,与对照相比,徒长苗与老化苗均延迟了初花期,降低了花芽质量、叶片叶绿素含量、净光合速率,进而造成了果实产量与品质下降。在栽培管理及气候条件一致的情况下,不同质量的蔬菜秧苗定植后,对植株生长发育仍有重要的后效作用。明村豪等研究表明,随着生长期的延长,徒长苗植株的株高显著高于对照苗,茎粗则显著低于对照苗,且徒长越严重,

表 6 番茄幼苗质量对果实商品性的影响

品种	幼苗类型	单果重 (g)	果形指数	硬度 (kg/cm <sup>2</sup> )	可溶性固形物含量 (%)	糖酸比
合作 906	T0	233.27 ± 6.68a	0.90 ± 0.01b	4.61 ± 0.39d	4.92 ± 0.26a	7.79 ± 0.32a
	T1	208.20 ± 4.39b	0.90 ± 0.01b	5.55 ± 0.20bc	4.42 ± 0.17b	7.15 ± 0.65a
	T2	187.50 ± 8.89c	0.82 ± 0.04c	5.91 ± 0.44ab	4.40 ± 0.25b	6.67 ± 0.67a
	T3	162.45 ± 6.36d	1.01 ± 0.04a	5.27 ± 0.32c	4.78 ± 0.26ab	7.20 ± 0.57a
	T4	205.26 ± 5.21b	0.79 ± 0.03c	6.46 ± 0.22a	3.75 ± 0.19c	5.22 ± 0.19b
合作 908	T0	210.21 ± 10.22a	0.89 ± 0.04ab	4.73 ± 0.31c	4.61 ± 0.26a	6.63 ± 0.06a
	T1	177.17 ± 7.07b	0.85 ± 0.03b	5.74 ± 0.46b	4.33 ± 0.17ab	5.80 ± 0.33b
	T2	164.90 ± 3.24c	0.84 ± 0.07b	6.74 ± 0.35a	4.07 ± 0.22b	5.38 ± 0.28bc
	T3	133.70 ± 3.88d	0.97 ± 0.07a	5.56 ± 0.18b	4.62 ± 0.32a	6.66 ± 0.31a
	T4	170.32 ± 7.20b	0.81 ± 0.02b	7.52 ± 0.20a	3.34 ± 0.19c	4.66 ± 0.18c

影响越显著<sup>[13]</sup>。果实产量与植株光合性能关系密切,幼苗质量下降会导致植物光合能力下降<sup>[14]</sup>。光合特性参数是反映植物光合生产能力的重要指标<sup>[15-17]</sup>。其中,叶绿素在植物光合作用的原初光反应过程中起着关键作用。光合特性参数反映了植物对光能、CO<sub>2</sub> 的利用潜力及效率<sup>[18-22]</sup>。本研究表明,老化苗及不同程度徒长苗定植后,叶片叶绿素含量及净光合效率均显著低于对照,由此可知,徒长苗与老化苗通过其定植后花芽分化的时间以及质量影响番茄果实产量。可溶性糖含量、可溶性蛋白含量、维生素 C 含量、番茄红素含量等指标反映了营养物质在番茄果实中的积累情况。本研究表明,对照果实营养品质最好,轻度徒长苗次之,老化苗果实营养品质最差。不同质量幼苗对于番茄果实商品性指标均有不同程度的影响,说明幼苗质量不仅影响果实产量及品质,而且对其外观、风味等因素也有着重要的影响。植株生长后期,高温影响植株开花及结果,因此本研究只探讨了不同质量幼苗对番茄前期产量及品质的影响。本研究表明,不同质量番茄幼苗定植后对植株株高、茎粗有着明显的后效应,老化苗与不同程度徒长苗均延迟了花芽分化时间,并降低了花芽分化的质量,减弱了植株光合能力,进而影响了果实产量、品质以及商品性,徒长越严重,这种效果越明显。因此,工厂化育苗应合理控制育苗条件,避免徒长苗与老化苗的发生。

参考文献:

[1] 李小川,张京社. 蔬菜穴盘育苗[M]. 北京:金盾出版社,2009: 115-117.

[2] 葛晓光. 新编蔬菜育苗大全[M]. 北京:中国农业出版社,2004: 316-318.

[3] Li J, Zhou J M, Duan Z Q, et al. Effect of CO<sub>2</sub> enrichment on the growth and nutrient uptake of tomato seedlings[J]. Pedosphere, 2007, 17(3): 343-351.

[4] 侯兴亮,李景富,许向阳. 弱光处理对番茄不同生育期形态和生理指标的影响[J]. 园艺学报,2002,29(2):123-127.

[5] 陈 静,陈启林,程智慧,等. 花青苷对低温弱光处理的番茄(*L. esculentum* Mill.)幼苗光合机构的保护作用[J]. 中国农业科学, 2007, 40(4): 788-793.

[6] 韩国君,陈年来,黄海霞,等. 番茄叶片光合作用对快速水分胁迫的响应[J]. 应用生态学报,2013,24(4):1017-1022.

[7] 齐明芳,刘玉凤,周龙发,等. 钙对亚高温下番茄幼苗叶片光合作用的调控作用[J]. 中国农业科学,2011,44(3):531-537.

[8] 毛丽萍,李亚灵,温祥珍. 苗期昼夜温差对番茄产量形成因子的影响分析[J]. 农业工程学报,2012,28(16):172-177.

[9] 李得孝,郭月霞,员海燕,等. 玉米叶绿素含量测定方法研究[J]. 中国农学通报,2005,21(6):153-155.

[10] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2005:202-206.

[11] Marković K, Hruškar M, Vahčić N. Lycopene content of tomato products and their contribution to the lycopene intake of croatians[J]. Nutrition Research, 2006, 26(11):556-560.

[12] 胡晓波,温辉梁,许 全,等. 番茄红素含量测定[J]. 食品科学,2005,26(9):566-569.

[13] 明村豪,蒋芳玲,胡宏敏,等. 幼苗徒长程度对黄瓜植株生长发育及产量品质的影响[J]. 中国蔬菜,2011(4):29-34.

[14] Praba M L, Vanangamudi M, Thandapani V. Effect of low light on yield and physiological attributes of rice[J]. Crop Management and Physiology, 2004, 29(2):71-73.

[15] 艾希珍,郭延奎,马兴庄,等. 弱光条件下日光温室黄瓜需光特性及叶绿体超微结构[J]. 中国农业科学,2004,37(2):268-273.

[16] 刘悦秋,孙向阳,王 勇,等. 遮荫对异株荨麻光合特性和荧光参数的影响[J]. 生态学报,2007,27(8):3457-3464.

[17] Lichtenthaler H K, Ac A, Marek M V, et al. Differences in pigment composition, photosynthetic rates and chlorophyll fluorescence images of sun and shade leaves of four tree species[J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2007, 45(8):577-588.

[18] 袁颖辉,束 胜,袁凌云,等. 外源精胺对盐胁迫下黄瓜幼苗生长和光合作用的影响[J]. 江苏农业学报,2012,28(4):835-840.

[19] 付秋实,李红岭,崔 健,等. 水分胁迫对辣椒光合作用及相关生理特性的影响[J]. 中国农业科学,2009,42(5):1859-1866.

[20] 刘广勤,朱海军,周蓓蓓,等. 旱涝胁迫对薄壳山核桃光合特性和叶绿体超微结构的影响[J]. 江苏农业学报,2012,28(6): 1429-1433.

[21] 焦娟玉,刘 裕,尹春英,等. 土壤水分状况对麻疯树幼苗光合作用、超微结构和生理特征的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2010, 16(4):483-488.

[22] 陈根云,俞冠路,陈 悦,等. 光合作用对光和二氧化碳响应的观测方法探讨[J]. 植物生理与分子生物学报,2006,32(6): 691-696.