

朱雨晴,薛晓萍. 遮阴对花果期番茄植株生长及干物质分配的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(13):157-163.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.13.031

遮阴对花果期番茄植株生长及干物质分配的影响

朱雨晴^{1,2}, 薛晓萍²

(1. 山东省济宁市气象局, 山东济宁 272113; 2. 山东省气候中心, 山东济南 250000)

摘要:以无限生长型番茄粉冠为试验材料,在花果期于日光温室内设置3 d(T1)、6 d(T2)、9 d(T3)、12 d(T4)和15 d(T5)5个遮阴时间处理,以日光温室内自然光为对照(CK),研究在不同遮阴时间下番茄的株高、茎粗、叶片生长及干物质分配。结果表明,随着遮阴时间的增加,番茄株高的生长速率呈现出先降低后增加的趋势,T1、T2、T3、T4、T5相比CK分别减少5.2%、7.2%、12.3%、9.0%、10.3%。番茄茎粗和叶面积的生长速率随遮阴时间的增加而减小,与CK相比,茎粗和叶面积分别在遮阴15 d后降低22.34%和41.06%。遮阴时间高于9 d,会减小番茄叶面积的最大相对生长速率,推迟最大相对生长速率的出现时间与盛末点,遮阴时间高于6 d会使叶面积的迅速生长时间增加。遮阴会影响番茄干物质的地下部分分配比,遮阴6 d以上会降低番茄花果干鲜质量分配比,遮阴9 d以上会增加叶片干质量的分配比。遮阴6 d以上会显著降低番茄的比叶重;遮阴9 d以内,番茄比叶重可以在复光后恢复至正常状态,遮阴12 d以上则无法恢复。

关键词:叶面积;株高;茎粗;干物质分配;干鲜质量;遮阴;花果期番茄

中图分类号: S641.204 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)13-0157-06

作为我国冬春季设施蔬菜种植的主要品种之一,番茄具有产量大,品质优,经济、药用价值高等优点。番茄是喜光作物,光照不足会对其生长发育造成显著影响。因此,研究寡照对花果期番茄的影响对于我国设施作物的发展具有重要意义。

关于寡照对作物生长的影响,国内外学者的大量研究表明,番茄属于感光作物,其株形与叶片形态结构变化是对弱光最直观的反映^[1]。持续弱光环境会影响植株的形态特征,使番茄株高增加,茎粗减小,同时叶面积减小,叶片厚度变薄^[2]。寡照胁迫可分为短期寡照和长期寡照,短期寡照对植物的影响与植物的品种和生育期有关;长期寡照胁迫会使植物吸收营养物质的能力减弱,并影响植物光合系统,从而造成植株发黄、萎蔫、叶片减少、植株矮小、有机物累积减少^[3]。研究发现,弱光环境下,植株干物质的累积与分配受到影响,光照不足会影响番茄植株同化物的合成,减少有机物的累积,同

时,会造成番茄地下部分分配比的减少,茎叶部分分配比增加^[4]。Shaheen等发现,遮阴会使设施番茄、辣椒、黄瓜植株的干鲜质量累积均减少,且在冬季遮阴对植株生长造成的影响要大于秋季遮阴^[5]。杨才琼等则发现,弱光胁迫可以使大豆的根系数量减少,从而影响根系对水分和无机物的吸收,使干物质累积减少^[6-7]。Kläring等发现,在重度和中度寡照胁迫下,利用辐射积模型模拟出番茄的干物质增加量分别减少50%和28%,但番茄实测干物质增加量仅减少31%和19%,由此说明番茄的新陈代谢功能对弱光具有很强的适应性^[8]。

学者们针对寡照环境下番茄生长指标的研究,多局限于定性描述,对于番茄生长指标与光合特性的相关分析少有涉猎。因此,本研究以山东日光温室番茄生产为例,采用Logistic生长方程,模拟出番茄生长指标的特征值,更深层细致地揭示遮阴对番茄植株生长的影响。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于山东省临沂市沂南县的临沂设施农业气象试验站内进行,试验期为2017年11月至2018年2月。供试日光温室呈东西走向,长、宽和高分别为68.0、10.0和4.6 m。覆盖聚乙烯无滴膜,透光

收稿日期:2019-07-28

基金项目:山东重大气象工程项目[编号:鲁发改农经(2017)97号];

山东省气象科学技术研究项目面上课题(编号:2017sdqxm02)。

作者简介:朱雨晴(1993—),女,山东济宁人,硕士,研究方向为设施农业气象。E-mail:2806217750@qq.com。

通信作者:薛晓萍,博士,研究员,研究方向为农业气象。E-mail:xpdy@163.com。

系数为75%。以无限生长型番茄粉冠为试验材料,垄宽95 cm,行株间距为40 cm×30 cm,每垄60株。供试土壤为沙壤土。10月1日定植,30 d后进入花果期,植株高达65~75 cm。11月10日,采用遮阳网覆盖的遮光方式(遮阳网覆盖于日光温室棚顶,高4.6 m),模拟阴雨(雪)天气温室内寡照环境,按照阴雨天气不遮、多云天气遮1层、晴天遮2层的原则,确保试验期间温室内光照强度低于400 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,试验期间各处理组的环境差异只有光照强度,其余条件完全相同。田间管理按高产栽培水平进行,苗期施1次高氮肥,番茄进入幼果期(90%的植株开始结果后第10天)后施用氮磷钾(18-18-18)复合肥,以后每隔15 d施肥1次。试验期间,光合有效辐射维持在400~800 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, CO_2 浓度为0.35~0.45 mL/L,气温为20~30 $^{\circ}\text{C}$,15 cm地温为22~28 $^{\circ}\text{C}$,土壤相对含水率为65%~75%,空气相对湿度为75%~85%。

根据历史气象资料统计分析可知,山东省各地冬季持续阴天日数一般在15 d以内,因此,设计最大遮阴时间为15 d。11月10日10:00开始遮阴,设3 d(T1)、6 d(T2)、9 d(T3)、12 d(T4)和15 d(T5)5个连续遮阴处理和1个不遮阴处理,不遮阴处理作为对照组(CK),每组3个重复。每个处理结束后,于当日10:00标记叶片并撤去遮阳网恢复正常光照。

1.2 气象数据测定

采用Maos型小气候自动观测仪分别获取日光温室内遮阴和非遮阴条件下环境光合有效辐射。温室内气温、空气相对湿度采用WatchDog 2000数据采集器获取,数据采集频率为每5 min进行1次,取1 h内平均值。

1.3 植株生长特性的测定

1.3.1 株高和茎粗 在CK及5个处理组内分别选取3株有代表性植株,于遮阴后的0、3、6、9、12、15、18 d上午10:00—12:00测定标定番茄植株的株高和茎粗。株高为番茄根部至主茎生长点之间的距离,径粗为番茄根部至距地面30 mm处主茎的宽度。测量采用的工具为卷尺和游标卡尺,其中公英制转换数显卡尺500系列CD-AX,精度为0.01 mm,量程为150 mm。

1.3.2 番茄叶片长、宽和叶面积 在测量日的同一时段,每组选择番茄生长点顶部的叶片进行标记,

用游标卡尺测量所标记叶片的长度和宽度,长度为叶脉底部到叶尖的距离,宽度为叶片中部并垂直于叶脉的距离。每个处理标记3张叶片,求叶片长度、宽度的平均值。并根据回归模型[公式(1)]^[9],计算得到番茄的单叶叶面积,具体计算公式如下:

$$S = L \times D \times 0.5468. \quad (1)$$

式中: S 指单叶叶面积, mm^2 ; L 指叶片长, mm ; D 指叶片宽, mm 。

1.3.3 番茄叶片生长速率和相对扩展率 番茄叶面积生长速率按照公式(2)计算^[10]。

$$L_{\text{GR}} = (Q_2 - Q_1) / (D_2 - D_1). \quad (2)$$

式中: L_{GR} 指叶片生长速率, mm^2/d ; Q_1 指前一次测得的叶面积, mm^2 ; Q_2 指后一次测得的叶面积, mm^2 ; D_1 指前一次的测定时间, d ; D_2 指后一次的测量时间, d 。

根据公式(3)计算番茄叶面积的相对扩展速率^[11]。

$$L_{\text{RER}} = d(\ln Q) / dt. \quad (3)$$

式中: L_{RER} 指叶面积相对扩展速率, $\text{mm}^2/(\text{mm}^2 \cdot \text{d})$; Q 指叶面积, mm^2 ; t 指时间, d 。

1.3.4 叶面积生长的模拟 叶面积的生长符合Logistic生长曲线,Logistic方程如下:

$$y = \frac{k}{1 + ae^{-bx}}. \quad (4)$$

式中: y 指叶面积, mm^2 ; x 指发育时间, d ; k 指叶面积生长量的极限值; a 、 b 为回归系数。

分别对公式(4)求一阶、二阶、三阶导数^[12],可以得到叶面积生长的始盛点(t_1)、盛末点(t_2)、出现时间(t_m); $t_2 - t_1$ 可得到迅速生长时间(t_r):

$$t_1 = (\ln a - 1.317) / b; \quad (5)$$

$$t_2 = (\ln a + 1.317) / b; \quad (6)$$

$$t_m = (\ln a) / b; \quad (7)$$

$$t_r = t_2 - t_1. \quad (8)$$

生长速率的计算公式:

$$V = \frac{kabe^{-bx}}{(1 + ae^{-bx})^2}. \quad (9)$$

最大相对生长速率公式:

$$V_{\text{max}} = 0.25 kb. \quad (10)$$

1.3.5 番茄干鲜质量的测定 分别在5个遮阴处理和CK处理区域选取有代表性的植株,进行破坏性取样。按叶、茎、根、花果等不同器官分样,洗净并擦干后称质量,称质量采用电子秤[ACS-W(SA),精度0.1 g,量程1.5 kg]。分别将番茄各器

官装入牛皮纸袋,在 105 ℃ 下杀青 30 min,85 ℃ 烘至恒质量,测定其干质量,每个处理重复 3 次,取平均值。

番茄地下部分分配比为番茄根部质量占番茄植株总质量的比值;番茄地上部分分配比为番茄叶、茎、花果的质量占番茄总质量的比值;番茄的叶片分配比为番茄叶片质量占番茄地上部分总质量的比值;番茄的茎分配比为番茄茎的质量占番茄地上部分总质量的比值;番茄的花果分配比为番茄花果的质量占番茄地上部分总质量的比值。

番茄鲜质量分配比按下列公式计算^[13]:

$$UPR = FWU/FW; \quad (11)$$

$$APR = 1 - UPR; \quad (12)$$

$$LPR = FWL/APR; \quad (13)$$

$$SPR = FWS/APR; \quad (14)$$

$$FPR = FWF/APR. \quad (15)$$

式中: FW 指总鲜质量,g; FWL 指叶片鲜质量,g; FWS 指茎鲜质量,g; FWF 指花果鲜质量,g; FWU 指地下部分鲜质量; UPR 指地下部分分配比; APR 指地上部分分配比; LPR 指叶片分配比; SPR 指茎分配比; FPR 指花果分配比。

番茄干质量分配比按下列公式计算:

$$UPR = DWU/DW; \quad (16)$$

$$APR = 1 - UPR; \quad (17)$$

$$LPR = DWL/APR; \quad (18)$$

$$SPR = DWS/APR; \quad (19)$$

$$FPR = DWF/APR. \quad (20)$$

式中: DW 指植株总干质量,g; DWU 指地下部分干质量,g; DWL 指叶片干质量,g; DWS 指茎干质量,g; DWF 指花果干质量,g。

1.3.6 番茄比叶重 在遮阴试验的 0、3、6、9、12、15、18、21、24、27、30 d 时,分别测量 CK 与 5 个处理组的叶片比叶重。时间为测量日 10:00—12:00,在每个处理组中,选择不同植株中上部,同一分枝上健康成熟的功能叶片,用直径 5 mm 的打孔器打孔,避开叶脉。每个处理选择 5 组,将打下的圆形叶片放入烘箱,120 ℃ 下杀酶 30 min,转 85 ℃ 烘干 24 h 直至质量不再变化,然后用电子天平(FA1104B,精度 0.1 mg,量程 110 g)称量并计算单位叶面积的叶片干质量^[14]。

1.4 数据处理

采用 Excel 2007 对观测数据进行统计分析,利用 SPSS 16.0 对数据进行模拟分析。

2 结果与分析

2.1 遮阴对番茄株高的影响

由图 1 可知,随着遮阴时间的增加,番茄株高的生长幅度先降低后增加。各处理组遮阴时间低于 6 d 的番茄株高,与 CK 相比,变化幅度差异不明显,6 d 以上的番茄株高则与 CK 出现明显差异。遮阴 15 d 时 CK 的株高为 118.13 cm, T1、T2、T3、T4、T5 比 CK 分别减少 5.2%、7.2%、12.3%、9.0%、10.3%,6 个不同处理中株高大小变化为 CK > T1 > T2 > T4 > T5 > T3。

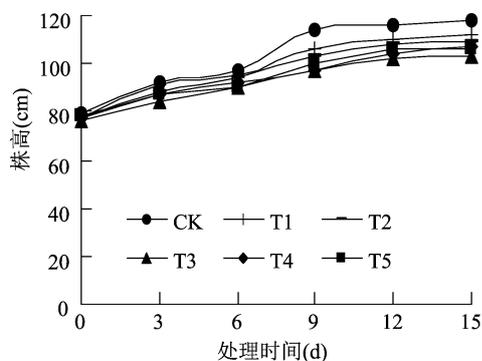


图1 不同遮阴时间对番茄株高的影响

2.2 遮阴对番茄径粗的影响

由图 2 可知,随着遮阴时间的增加,番茄径粗的生长幅度随之减小,CK 与各处理组径粗的大小变化为 CK > T1 > T2 > T3 > T4 > T5。各处理组遮阴时间低于 6 d 的番茄径粗,与 CK 相比,变化幅度差异不明显,6 d 以上的番茄径粗则与 CK 出现明显差异。胁迫 15 d 时,CK 径粗 15.67 mm, T1、T2、T3、T4、T5 处理径粗分别为 15.49、14.02、13.23、12.99、12.17 mm,相比 CK 分别减少 1.15%、10.53%、15.57%、17.10%、22.34%。

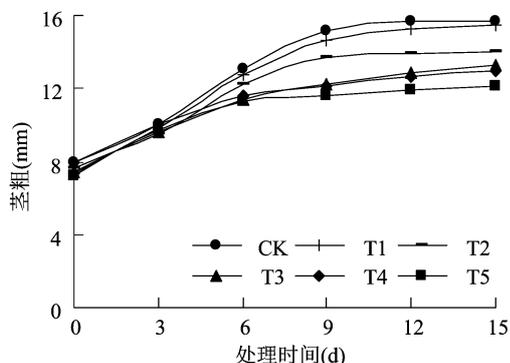


图2 不同遮阴时间对番茄茎粗的影响

2.3 遮阴对番茄叶面积的影响

2.3.1 遮阴对番茄叶面积生长的影响 由图 3-a

可知,不同遮阴时间番茄叶面积生长曲线呈“S”形,与CK相比,遮阴会使番茄叶片的叶面积减小,遮阴时间越多,叶面积减小的幅度越大。在正常光照下(CK组),番茄叶片的最大叶面积为5 654.87 mm²,出现在处理后24 d,T1、T2、T3、T4、T5处理24 d时番茄叶面积分别为4 954.55、4 345.96、4 180.33、4 073.71、3 332.91 mm²,较CK分别降低12.38%、23.15%、26.08%、27.96%、41.06%。由图3-b可知,叶面积生长速率曲线呈单峰型,遮阴使叶面积

生长速率出现的峰值日期保持不变或者推后。叶片生长速率大小为CK>T1>T2>T3>T4>T5。在正常光照下(CK组),叶面积生长速率的峰值出现在处理后15 d时,为352.20 mm²/d,T1、T2、T3处理的峰值同样出现在处理后15 d,相比CK分别降低6.31%、7.22%、21.21%。T4、T5处理的峰值出现在处理后18 d,相比CK分别降低12.87%、40.13%。

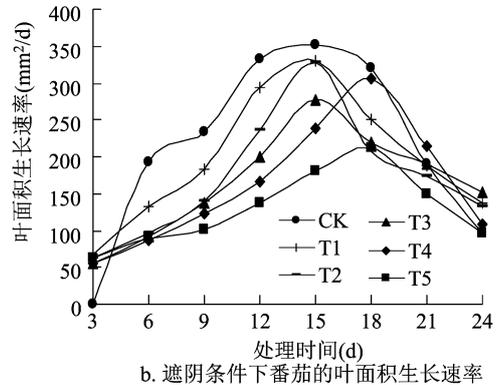
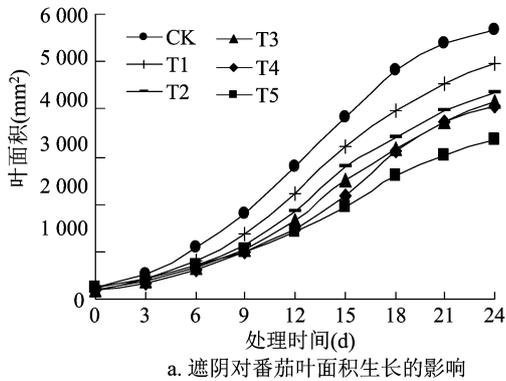


图3 不同遮阴时间对番茄叶面积的影响

2.3.2 遮阴下番茄叶面积生长的模拟 由图3可知,叶面积生长符合 Logistic 生长曲线,因此,利用 Logistic 生长模型对番茄的叶面积(Y)与生长时间(T)进行拟合,得到回归方程(方程均通过了 $P < 0.05$ 的显著性检验),结果如表1所示。利用 Logistic 生长模型,计算出各处理组在不同遮阴时间叶面积的最大相对生长速率(V_m),最大生长速率的出现时间(t_m),以及叶面积生长的始盛点、盛末点和快速生长时间。由表2可知,遮阴会减小叶面积的最大相对生长速率,番茄叶面积的最大生长速率在CK组中为0.36 mm²/d,T1、T2、T3、T4、T5相比CK分别下降13.9%、25.0%、30.6%、30.6%、50.0%。遮阴会使叶面积生长的最大生长速率的出现时间推迟,CK组最大生长速率的出现时间为处理后4.61 d,T1和T2最大速率出现时间相比CK差异不显著,T3、T4和T5最大速率出现时间相比CK分别增加16.5%、22.1%、20.8%,差异显著。CK组与5个处理组的始盛点均出现在0 d,因此遮阴对番茄叶面积生长的始盛点影响不显著。番茄叶面积生长的盛末点会随着遮阴时间的增加而推迟,在CK、T1、T2处理组中,盛末点均出现在处理后10 d,T3、T4处理组均出现在11 d,T5出现在处理组12 d。相比CK组,番茄叶面积生长的盛末点在T1、T2、

T3、T4、T5处理组中分别增加2.7%、6.3%、14.9%、17.2%、28.7%,从T3开始出现显著差异,因此处理后9 d以上的遮阴时间会对番茄叶面积生长的盛末点有影响。叶面积的迅速生长时间在CK中为10.88 d,T1和T2处理组与CK组相比差异不显著,T3、T4和T5相比CK增加13.6%、13.1%、35.3%,差异显著。因此,处理后6 d以上的遮阴时间会使叶面积的迅速生长时间推后。

表1 不同遮阴时间番茄叶面积的 Logistic 模型

处理	生长模型	R ²
CK	$Y = 6.04 / (1.00 + 3.05 \times e^{-0.247T})$	1.000
T1	$Y = 5.30 / (1.00 + 3.19 \times e^{-0.247T})$	1.000
T2	$Y = 4.73 / (1.00 + 3.20 \times e^{-0.237T})$	0.999
T3	$Y = 4.75 / (1.00 + 3.14 \times e^{-0.237T})$	1.000
T4	$Y = 4.82 / (1.00 + 3.34 \times e^{-0.217T})$	0.998
T5	$Y = 4.07 / (1.00 + 2.72 \times e^{-0.187T})$	0.999

表2 不同遮阴时间番茄叶面积的模拟特征值

处理	V_m (mm ² /d)	t_m (d)	始盛点 (d)	盛末点 (d)	迅速生长 时间(d)
CK	0.36a	4.61a	0a	10.05a	10.88a
T1	0.31b	4.83a	0a	10.32a	10.97a
T2	0.27c	5.01ab	0a	10.68ab	11.35ab
T3	0.25d	5.37b	0a	11.55c	12.36c
T4	0.25d	5.63c	0a	11.78c	12.31c
T5	0.18e	5.57c	0a	12.93d	14.72d

2.4 遮阴对番茄鲜质量分配比的影响

2.4.1 遮阴对番茄鲜质量分配比的影响 由图4可知,CK组番茄鲜质量的地下部分分配比为0.09~0.15,且随着遮阴时间增加而逐渐减小;地下部分分配比最小值出现在处理后15 d,最大值出现在处理后0 d;遮阴环境下番茄地下部分分配比高于CK组,在处理3~15 d,遮阴部分的地下部分分配比比CK分别增加3.7%、2.9%、24.1%、21.9%、20.5%。与地下部分分配比相反,番茄鲜质量的地上部分分配比随遮阴时间增加而增加,地上部分分配比为0.85~0.91,且CK组的分配比均大于遮阴处理组,在3~15 d的遮阴过程中,CK组分别比遮阴处理组高0.6%、0.4%、3.4%、2.9%、2.6%。番茄

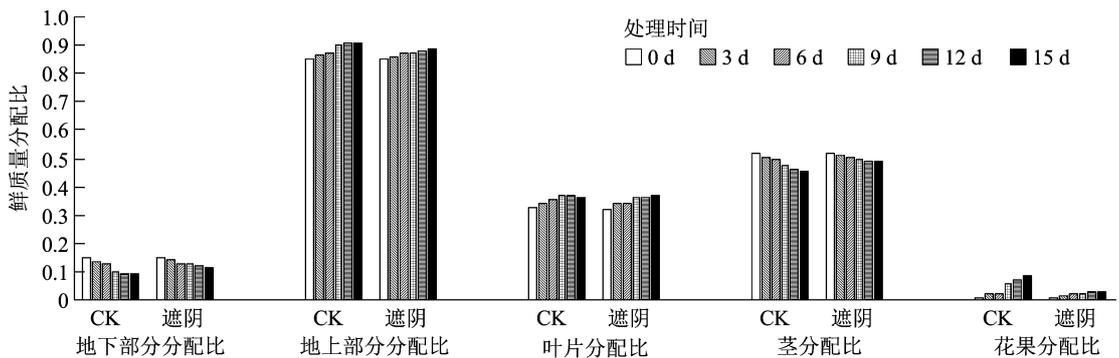


图4 不同遮阴时间对番茄鲜质量分配比的影响

2.4.2 遮阴对番茄干质量分配比的影响 由图5可知,CK组中番茄干质量的地下部分分配比在0.19~0.27之间,并随着生长时间的增加而逐渐下降;CK组的地下部分干质量分配比低于遮阴处理组,在3~15 d的遮阴过程中,遮阴处理组比CK组分别高5.5%、5.9%、12.6%、16.1%、16.1%。与地下部分分配比相反,番茄干质量的地上部分分配比随着生长时间的增加而增加,大小在0.73~0.81之间,且遮阴处理组低于CK组,但差异均不明显。番茄干质量的叶片分配比在0.48~0.55之间,且随着生长时间的变化趋势不明显,遮阴处理组分别比CK组高出1.3%、5.1%、8.5%、10.7%、10.7%。番茄干质量的茎分配比的变化范围在0.39~0.44之间,遮阴环境下番茄干质量的茎分配比略高于CK组,但差异均不明显。番茄干质量的花果分配比在0.02~0.13之间,随着生长时间的增加而增加,且CK组明显大于遮阴处理组;遮阴环境下的花果分配比与CK组相比,在3~15 d的遮阴过程中较CK组分别降低0.6%、42.6%、35.8%、48.8%、

鲜质量的叶片分配比随着遮阴时间的增加而增加,CK组比遮阴环境下的叶片分配比高,在处理3、6、9、12、15 d依次增加3.9%、4.3%、4.5%、4.6%、4.4%。与叶片分配比相反,番茄鲜质量的茎分配比随着遮阴时间的增加而减小,且遮阴处理组大于CK组,在3~15 d的遮阴过程中依次较CK组增加2.4%、1.3%、2.3%、2.2%、2.0%。番茄鲜质量的花果分配比随着遮阴时间增加而增加,CK组明显大于遮阴处理组,在3~15 d的遮阴过程中,CK组比遮阴处理组分别增加31.1%、21.8%、60.7%、63.1%、67.6%。由此可知,6 d以上的遮阴组会明显增加番茄鲜质量的地下部分分配比,3 d以上的遮阴组会明显降低番茄花果鲜质量的分配比。

54.9%。因此,9 d以上的遮阴处理会增加番茄干质量的地下部分分配比、叶片分配比;6 d以上的遮阴处理会降低番茄花果的分配比。

2.4.3 遮阴对番茄比叶重的影响 由图6可知,遮阴会使叶片比叶重下降,遮阴时间越长,下降越大。自然光照下,番茄叶片的比叶重为0.247 g/cm²,T1、T2、T3、T4、T5处理的叶片比叶重分别为0.229、0.183、0.179、0.169、0.145 g/cm²,在遮阴后依次降低7.29%、25.92%、27.53%、31.58%、41.30%。与CK相比,T1下降幅度并不显著,T2处理开始,番茄叶片比叶重开始出现显著性差异。复光后,T1处理的番茄叶片比叶重在3 d内达到CK组水平,T2处理在12 d时恢复CK组水平,T3处理在18 d时恢复CK组水平,T4、T5在复光后仍与CK对照组有显著性差异,在30 d时,T4、T5处理的叶片比叶重分别恢复到CK组的91.94%、89.11%。

3 结论与讨论

番茄株高的生长速率随着遮阴日数的增加呈现

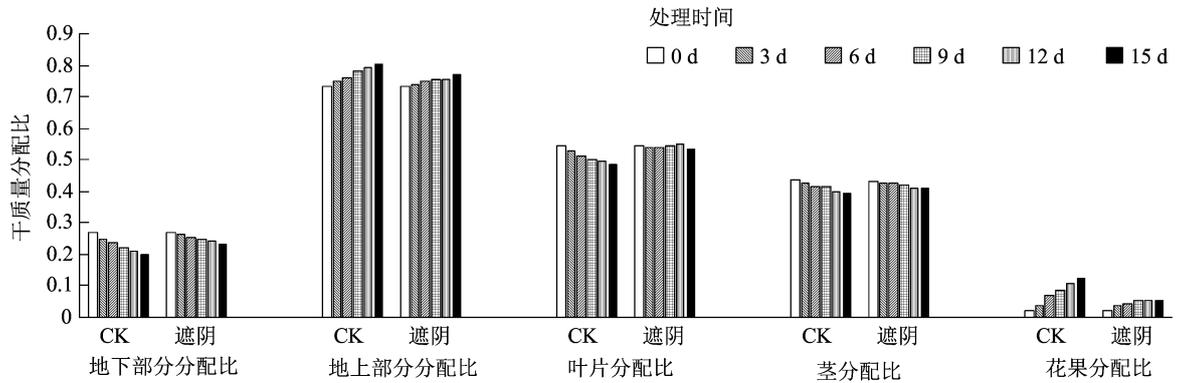


图5 不同遮阴时间对番茄干质量分配比的影响

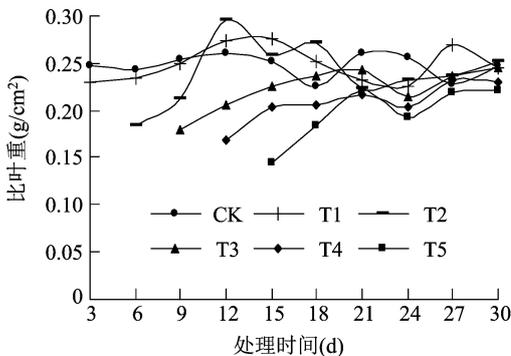


图6 不同遮阴时间对番茄比叶重的影响

先降低后增加的趋势,说明在短暂遮阴条件下,番茄通过控制植株的激素变化来促进番茄的植株生长,以适应寡照环境,为了获得足够光照,番茄植株努力向上生长,因此短暂遮阴可使番茄株高增加^[15]。而在长期的遮阴环境下,番茄植株所接受的幅热累积逐渐减少,对环境的适应能力下降,导致植株有机物的累积减少,生长受阻,枝叶分化困难,从而使得番茄植株的株高和茎粗减小^[2]。本研究利用 Logistic 生长方程对番茄叶面积生长进行拟合,发现 9 d 以上的遮阴会减小叶面积生长的最大相对生长速率,推迟最大生长速率的出现时间与盛末点,6 d 以上的遮阴会增加叶面积迅速生长时间,15 d 内的遮阴对叶面积生长的始盛点没有显著影响。弱光环境下,番茄叶片分化困难、发育时间延迟、生长速率减缓,同时叶片变窄、变薄,叶面积指数下降。这与黄瓜^[14]、马铃薯^[2]、辣椒^[16]等感光作物对弱光逆境的反映一致。

遮阴可使番茄地上部分干鲜质量减少,比叶重减少,同时,番茄干鲜质量地下部分分配比增加。其原因可能是寡照环境影响了番茄的光合能力,导致植株地上部分有机物累积减少^[13],同时,为了获取足够的养分,更多的光合产物分配到植株根系,

使得根系伸长,吸水量增加,从而导致番茄根系的干鲜质量分配比增加,地上部分分配比减少^[17]。研究发现,6 d 以上的遮阴会使花果干鲜质量分配比降低,原因是遮阴推迟了番茄开花坐果的时间,使番茄果实延迟发育;9 d 以上的遮阴会增加番茄叶片干质量的分配比,这说明在长时间寡照下,为了维持植株正常生长,叶片利用光合作用积累的有机物先满足自身需求^[16]。

参考文献:

- [1] 欧宇丹,邵玲,周澄,等. 不同叶色型莴菜叶片光合生理特性对弱光胁迫及恢复的响应[J]. 植物生理学报,2016,52(10): 1527-1536.
- [2] 秦玉芝,邢铮,邹剑锋,等. 持续弱光胁迫对马铃薯苗期生长和光合特性的影响[J]. 中国农业科学,2014,47(3):537-545.
- [3] 陈小玲,陈清西. 植物弱光逆境生理的研究进展[J]. 北方园艺,2014(6):183-187.
- [4] 王学文,王玉珏,付秋实,等. 弱光逆境对番茄幼苗形态、生理特征及叶片超微结构的影响[J]. 华北农学报,2009,24(5):144-149.
- [5] Shaheen A M, Omar N M, Helal R M. Seedlings production of some vegetable under plastic houses at different levels of light intensities [J]. Egyptian Journal of Horticulture, 1995, 22(2): 175-192.
- [6] 杨才琼,胡宝予,吴海军,等. 黑豆种质苗期耐阴性评价及其根系对弱光胁迫的响应[J]. 中国生态农业学报,2017,25(6):893-902.
- [7] 罗玲,于晓波,万燕,等. 套作大豆苗期倒伏与茎秆内源赤霉素代谢的关系[J]. 中国农业科学,2015,48(13):2528-2537.
- [8] Kläring H P, Krumbein A. The effect of constraining the intensity of solar radiation on the photosynthesis, growth, yield and product quality of tomato [J]. Journal of Agronomy & Crop Science, 2013, 199(5): 351-359.
- [9] 刘浩,孙景生,段爱旺,等. 基于 AutoCAD 软件确定番茄与青椒叶面积的简易方法[J]. 中国农学通报,2009,25(5):287-293.
- [10] 陈金平,刘祖贵,段爱旺,等. 土壤水分对甜椒叶片某些生理特性的影响[J]. 山地农业生物学报,2005,24(1):48-52.

黄丽云,陈君,周焕起,等.不同育苗基质对槟榔苗期生长的影响[J].江苏农业科学,2020,48(13):163-167.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.13.032

不同育苗基质对槟榔苗期生长的影响

黄丽云,陈君,周焕起,刘立云,牛启祥

(中国热带农业科学院椰子研究所/中国热带农业科学院槟榔研究中心,海南文昌 571339)

摘要:研究3种不同原料配制的基质理化性质和对幼苗生长的影响,拟筛选出适合槟榔种苗生长的基质配方,为合理应用营养基质生产优质槟榔种苗提供理论依据。以红壤土、椰糠和羊粪为原料配制6种育苗基质(CK:全部红壤土;处理I:红壤土:椰糠=7:3;处理II:红壤土:羊粪=9:1;处理III:红壤土:椰糠:羊粪=5:4:1;处理IV:红壤土:椰糠:羊粪=6:3:1;处理V:红壤土:椰糠:羊粪=7:2:1),测定基质理化性质、植株动态生长状况、叶片营养成分等指标,并采用统计软件进行相关性分析。结果发现:(1)不同基质配比处理对植物生长量、地上部鲜干质量、叶片营养成分含量等方面影响显著。III、IV、V处理均显著提高了槟榔鲜质量、干质量。CK处理最差,I、II处理差异不显著。(2)通过相关性分析发现,植株叶片中N、P、Mg含量呈极显著正相关,N含量与Na含量呈显著负相关,P含量与K含量呈显著正相关,Ca含量与Na含量呈极显著正相关;另外植株叶片N、Mg含量与基质中全氮、碱解氮、速效钾、有机质具有显著的协同相关性。总结以上结果得出,IV处理(红壤土:椰糠:羊粪=6:3:1)槟榔幼苗综合表现最好,其次为III处理(红壤土:椰糠:羊粪=5:4:1)和V处理(红壤土:椰糠:羊粪=7:2:1)。

关键词:槟榔;育苗基质;苗期;营养生长

中图分类号: S792.910.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)13-0163-05

槟榔是棕榈科多年生木本经济作物,主要用作药材和咀嚼嗜好品。海南省是我国槟榔种植的主产区,种植面积及产量占我国大陆总种植面积及产量的95%以上。近些年,随着市场需求量的扩增,槟榔价格不断攀升,在海南地区的种植面积迅速扩大,已由2009年的6.58万hm²扩大到2018年的15.58万hm²。在大规模发展种植的关键时期,种

苗作为产业发展的基础在其中发挥重要作用,亦是槟榔园长期经济效益的首要决定因素。槟榔生产期长达30~40年,选择优质种苗是实现高效栽培的先决条件,而培育优质种苗的关键是育苗基质的选择,育苗基质不仅直接影响幼苗的生长速度和质量,而且影响槟榔定植后的缓苗、开花结果以及鲜果产量。

目前基质作为育苗的基础物质已被广泛运用^[1-5]。但海南地区槟榔种植户由于科学管理意识淡薄,大多农户随意取“手边土”装袋育苗,虽取材方便,但极易导致养分缺乏或失衡,影响种苗健康生长。另外苗期水肥管理不到位或完全不管的现象非常普遍。通过查阅文献发现,仅邢惠琼在关于《槟榔高产栽培技术》中提到营养土为表土:红

收稿日期:2019-09-04

基金项目:海南省重大科技项目(编号:ZDKJ201817-3-1);槟榔产业技术创新团队-槟榔优质种苗培育与繁育(编号:1630152017013);中央财政林业科技推广示范资金(编号:2018-TG05);“一带一路”热带项目资金(编号:BARTP-01)。

作者简介:黄丽云(1980—),女,广东潮阳人,硕士,副研究员,主要从事槟榔资源与育种方面的研究。E-mail:hyunl2003@126.com。

南京:南京信息工程大学,2017。

[11] Granier C, Tardieu F. Spatial and temporal analyses of expansion and cell cycle in sunflower leaves: a common pattern of development for all zones of a leaf and different leaves of a plant [J]. *Plant Physiology*, 1998, 116(3): 991-1001.

[15] 杨东,段留生,谢华安,等.不同生育期弱光对超级稻II优航2号产量及品质的影响[J]. *福建农业学报*, 2013, 28(2): 107-112.

[12] 薛晓萍.棉花临界氮浓度稀释模型确定及其应用研究[D].南京:南京农业大学,2007.

[16] 郭晓冬.低温弱光对日光温室辣椒生长及其生理功能的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2008.

[13] 邹雨伽,高冠,杨再强,等.低温寡照对番茄花期植株生长及干物质分配的影响[J]. *江苏农业科学*, 2016, 44(12): 178-184.

[17] 周艳红,黄黎锋,喻景权.持续低温弱光对黄瓜叶片气体交换、叶绿素荧光猝灭和吸收光能分配的影响[J]. *植物生理与分子生物学学报*, 2004, 30(2): 153-160.

[14] 熊宇.寡照对设施黄瓜生长和品质的影响及模拟研究[D].