

不同遮荫度对观赏辣椒苗期形态和生理生化指标的影响

许红娟, 巩振辉, 贾志银, 黄 炜, 李大伟, 逯明辉

(西北农林科技大学 园艺学院 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 研究了遮荫度 20%、40%、60%、80%，对照为正常光照下观赏辣椒苗期的形态和生理生化指标的变化。结果表明：在不同遮荫度下，观赏辣椒的株高、株幅、叶长、叶宽表现出显著或极显著差异，其中在遮荫度 20%下，GS3-1 和 GS2 品种的株高和株幅达到最大值；在遮荫度 40%下，其叶长、叶宽达到最大值。随遮荫度增大，观赏辣椒和 P101 体内 MDA 含量呈现上升的趋势；生物量增量呈现完全降低趋势；叶绿素相对含量和 POD 酶活性呈现逐渐降低趋势；可溶性蛋白表现出不规律的变化。遮荫改变了观赏辣椒苗期的形态和生物量增量，同时生理生化指标也相应发生了变化，观赏辣椒在苗期对光环境具有一定的适应能力，严重遮荫不利于其后期正常生长发育。

关键词: 观赏辣椒；遮荫度；形态特征；生理指标

中图分类号: S 641.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)14-0001-04

观赏辣椒又名看椒，是茄科辣椒属 1a 生辣椒的变种，原产于美洲^[1]。观赏辣椒集食用和观赏为一体，其果实既可食用，又可在合适的生境下，应用于园林设计以及室内装饰中。植物在一定的光照强度下，才能进行光合作用，为生长、开花等生命活动提供光合产物^[2-3]。但在室内和园林荫蔽环境下，弱光环境是限制观赏辣椒植株形态和果实生长的最大生境因子。在遮荫和弱光的研究方面，有人对玉簪属植物、鸢尾属植物、扶芳藤以及生姜植物进行了研究，分析了遮荫和弱光对植物外部形态和生理生化方面的影响^[3-6]。对观赏辣椒的研究，近年来主要集中在育种学和遗传方面，雷进生^[7]对 67 份观赏辣椒运用形态学和分子标记方法对观赏辣椒种质资源进行了遗传多样性分析，有利于观赏辣椒种质资源的收集保存鉴定和合理利用提供依据。观赏辣椒栽培技术研究表明，需要在光照强度中等温度合适下能正常生长结实^[8]。开发应用前景研究表明，观赏辣椒在园林配置和植物造景以及农业观光园中，对环境的适应性是影响植株观赏效果的障碍^[9-10]。该试验旨在初步探讨不

同遮荫度下对观赏辣椒品种苗期形态特征和生理特性的影响，旨在揭示观赏辣椒苗期在弱光下生长变化，为其在园林设计实际中及其室内应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验在西北农林科技大学北校区园艺场大棚中进行。观赏辣椒品种 GS2、GS3-1，食用栽培辣椒品种 P101 为对照，均由西北农林科技大学辣椒课题组提供。

1.2 试验设计

遮荫通过黑色遮阳网设置（遮荫度百分数=遮荫面积/总面积），遮阳网遮光率为 20%，采用层层覆盖的方法。遮荫度为 4 级：遮荫 20%、40%、60%、80%，不同的遮荫度下光强分别为：223、120、16.7 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，正常光照记为 CK 光强为 436 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。采用单因素随机区组设计，各处理小棚面积为 8 m²，每个处理设 3 次重复，每盆 2 株，处理在同一个大棚中进行，生长过程中保证除处理因素外的其它栽培条件一致。

1.3 试验方法

2009 年 2 月 7 日在室内进行温汤浸种催芽，2009 年 3 月 19 日于 2 片真叶时第 1 次移栽，栽植于苗床。2009 年 4 月 10 日秧苗 8 片真叶再移栽于 8 cm×15 cm 营养钵内，基质为土和腐熟牛粪 2:1 的比例混合。2009 年 4 月 25 日进行遮荫处理，光照强度用照度计测得，5~6 节位叶片展开后挂牌标记，形态指标每处理 10 d 测定 1 次，遮光持续到采收期结束，水肥管理按常规管理进行。

1.4 测定指标及方法

苗期遮光持续 1 个月测定形态指标的变化和生理生化指标，并且开始采样备用，进行生物量测量，清除

第一作者简介: 许红娟(1984)，女，河南南阳人，在读硕士，研究方向为园林植物遗传育种与生物技术。E-mail: xhj07522443219@126.com。
通讯作者: 巩振辉(1957)，男，陕西礼泉人，教授，博士生导师，现主要从事蔬菜种质资源与生物技术研究工作。E-mail: gzh168@yahoo.com.cn。
基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划资助项目(2006BAD01A7, 2008BADB1B04)；陕西省“13115”科技创新工程重大科技专项资助项目(2008ZDKG-03)。
收稿日期: 2010-04-16

根系周围的泥土并清洗全株,清洗后用吸水纸吸取多余水分分别称取地上部分和地下部分的鲜重,此后在 105℃下杀青 30 min, 85℃下烘干至恒重,称量干重。其中形态指标有叶长、叶宽、茎粗、叶片数、株高、株幅,其中叶长、叶宽、茎粗,采用电子游标卡尺测量,株高和株幅用直尺测量。叶绿素相对含量使用 SPAD-502 叶绿素仪测定,可溶性蛋白含量用考马斯亮蓝法测定^[1],丙二醛含量用硫代巴比妥酸法测定^[1],POD 酶活性用愈创木酚法测定^[1],所有测试指标重复 4 次。数据通过 Excel 和 DPS 软件分析处理。

2 结果与分析

2.1 遮荫对观赏辣椒和食用辣椒生长性状的影响

从表 1 可看出,不同遮荫水平下,2 个观赏辣椒品种在形态生长习性上表现出不同的变化。2 个观赏辣椒品种的叶长和叶宽在不同的遮荫度下和全光照相比,

GS3-1 没有表现出极显著差异,而 GS2 却表现出了极显著差异;其中 GS2 品种,除了遮荫 80%的水平下与全光照没有极显著差异,其它的遮荫度均表现出了和全光照之间的极显著差异,并且在遮荫 80%的荫蔽环境中,叶宽在 4 个遮荫水平下达到最大值。

叶片数和株高方面,GS2 却表现出了极显著差异,遮荫 20%、40%下表现出了极显著差异。从表 1 还看出, P101 的株高随着遮荫程度的增加,逐渐呈现降低的趋势。所有品种的株高都在遮荫 20%的情况下达到了最大值,随着遮荫度的增加,株高又表现降低的趋势。

茎粗方面,GS2 品种在遮荫 20%的遮荫度下表现出与全光照极显著的差异。在株幅上,P101 都表现出了与全光照相比的极显著差异性,2 个观赏辣椒在遮荫 20%下,株幅达到最大值。总体来看,遮荫对 GS2 株幅的影响极大。

表 1 不同遮荫水平下苗期 2 个观赏辣椒和食用辣椒 P101 的生长性状

Table 1 Growth characters of two ornamental peppers and edible pepper P101 cultivars in different shading levels

| 处理 Treatment | 品种 Variety | 生长性状 Growth characters | | | | | |
|-------------------------|---------------|------------------------|-----------------|---------------------|---------------|--------------------------|---------------|
| | | 叶宽 | 叶长 | 叶片数 Leaf number | 株高 | 茎粗 | 株幅 |
| | | Leaf width/ cm | Leaf length/ cm | / 片·盆 ⁻¹ | Height/ cm | Stalk circumference / mm | Canopy / cm |
| 全光照 Global illumination | P101 | 3.27±0.19bB | 4.86±0.23bA | 15.25±2.28aA | 26.50±0.65aA | 3.48±0.05bA | 11.95±1.16aA |
| 遮荫 20% Shading 20% | | 3.47±0.28bB | 5.51±0.22abA | 16.00±1.53aA | 20.50±0.65bB | 2.41±0.12bA | 6.54±0.36bB |
| 遮荫 40% Shading 40% | | 6.29±0.28aA | 5.86±0.42abA | 16.00±1.30aA | 18.50±0.96bBC | 2.60±0.19abA | 5.30±0.79bBC |
| 遮荫 60% Shading 60% | | 3.03±0.18bB | 6.29±0.25aA | 13.75±1.87aA | 17.50±0.50cBC | 3.10±0.08aA | 3.45±0.10cBC |
| 遮荫 80% Shading 80% | | 2.79±0.24bB | 5.48±0.31abA | 13.25±0.86aA | 16.88±0.32cC | 2.79±0.16abA | 2.71±0.19cC |
| 全光照 Global illumination | GS3-1 | 2.51±0.28bA | 4.86±0.26bA | 19.75±2.74aA | 10.38±0.55bBC | 2.87±0.17aA | 9.01±0.35cB |
| 遮荫 20% Shading 20% | | 2.95±0.13bA | 5.90±0.40abA | 18.50±0.91aA | 16.10±0.13aA | 2.51±0.19aA | 17.08±1.49aA |
| 遮荫 40% Shading 40% | | 3.45±0.19aA | 6.86±0.40aA | 18.25±2.62aA | 12.29±0.73bB | 3.00±0.21aA | 13.87±0.84abA |
| 遮荫 60% Shading 60% | | 3.24±0.26bA | 6.33±0.60abA | 12.25±2.97aA | 9.71±0.42cBC | 2.67±0.34aA | 10.01±0.46bCB |
| 遮荫 80% Shading 80% | | 3.49±0.29aA | 6.55±0.32aA | 11.00±1.51aA | 8.89±0.68cC | 3.13±0.22aA | 7.73±0.38cB |
| 全光照 Global illumination | GS2 | 1.53±0.16cD | 3.26±0.30cC | 11.75±1.68bB | 13.37±1.06cB | 2.21±0.09bBC | 26.30±0.46bA |
| 遮荫 20% Shading 20% | | 2.76±0.07aB | 5.82±0.12aA | 17.25±0.99aA | 20.35±0.43aA | 2.86±0.04aA | 29.78±1.22aA |
| 遮荫 40% Shading 40% | | 2.78±0.13aA | 5.90±0.26aA | 19.50±1.53aA | 16.78±0.43bAB | 2.67±0.17aAB | 20.47±0.39cB |
| 遮荫 60% Shading 60% | | 2.26±0.10bC | 4.58±0.18bB | 10.50±1.45bB | 13.83±0.51bCB | 2.05±0.06bC | 15.11±0.36dC |
| 遮荫 80% Shading 80% | | 2.15±0.08bC | 4.11±0.13bCB | 7.75±0.21bB | 8.27±0.79dC | 2.06±0.04bC | 9.22±0.31eD |

注:同列数据中不同大、小写字母分别表示处理间差异达 1%和 5%显著水平,下同。
Note: Different capital and small letters in the same column meant significant difference at 0.01 and 0.05 level, the following table the same.

从表 2 中可知,相对于全日照处理,随着遮荫度的增加,观赏辣椒和食用辣椒的生物量增量变化趋势一致,均表现为由高到低的变化,无论地上部分还是地下部分都表现出生物量减少的趋势,遮荫达到 40%以上,生物量在干重和鲜重方面降低更加明显。但遮荫对鲜重增量的影响略大于干重,趋势与干重一致。

2.2 遮荫对观赏辣椒和食用辣椒生理生化指标的影响

由图 1 可知,全光照和不同遮荫度下相比,各个品种苗期体内 MDA 的含量整体趋势均升高,2 个观赏辣椒品种在遮荫 80%的极度弱光环境中,MDA 的含量都达到了最大值。由图 2 可知,观赏辣椒和对照 P101 不同遮荫水平和全光照相比,整体 POD 酶活性呈降低趋势,其中在遮荫 40%~80%下,2 个观赏辣椒的 POD 活

性降低的幅度相近,但和 P101 相比表现出相对的差异,P101 POD 酶活性降低得较少。

由图 3 可知,GS3-1 体内可溶性蛋白的含量是随遮荫增加整体逐渐减少,其中 P101 正常光照下达到最大值,随着遮荫度增加遮荫 40%达到最小值,遮荫 60%时又逐渐增加,GS2 和 P101 可溶性蛋白含量的规律相似,但 GS3-1 在遮荫 80%达到最小值 0.154(mg·g⁻¹FW),与正常光照 0.542(mg·g⁻¹FW)相比,减少了 71.6%的含量。

由图 4 可知,GS3-1 和 GS2 随遮荫度的增加,体内叶绿素相对含量整体呈降低趋势,对照 P101 却随遮荫度的增加逐渐升高,遮荫 60%水平下峰值达到最大值 55.025,遮荫 80%下有所下降,为 50.688 整个趋势是上升后又下降。

表 2 不同遮荫处水平 2 个观赏辣椒和食用辣椒 P101 各部分生物量增量

Table 2 Biomass increments of two ornamental peppers and edible pepper P101 in different shading levels

| 处理 Treatment | 品种 Variety | 鲜重 Fresh weight/ g | | 干重 Dry weight/ g | |
|-------------------------|---------------|--------------------|--------------|------------------|--------------|
| | | 地上部分 Above | 地下部 Below | 地上部分 Above | 地下部 Below |
| 全光照 Global illumination | P101 | 0.5700aA | 0.3575aA | 0.1153aA | 0.1073aA |
| 遮荫 20% Shading 20% | | 0.4075bB | 0.2500bB | 0.0858bB | 0.0566bB |
| 遮荫 40% Shading 40% | | 0.2725cC | 0.1375cC | 0.0653cC | 0.0316bcBC |
| 遮荫 60% Shading 60% | | 0.1650dD | 0.1150cC | 0.0403dD | 0.0241cC |
| 遮荫 80% Shading 80% | | 0.1275dD | 0.0900cC | 0.0270eE | 0.0165cC |
| 全光照 Global illumination | GS3-1 | 0.3700aA | 0.4550aA | 0.0434aA | 0.0500aA |
| 遮荫 20% Shading 20% | | 0.2875bB | 0.3200bB | 0.0326bB | 0.0325bB |
| 遮荫 40% Shading 40% | | 0.2175cC | 0.2550cC | 0.0209cC | 0.0218dBC |
| 遮荫 60% Shading 60% | | 0.1800cCD | 0.1675dC | 0.0154dCD | 0.0191cC |
| 遮荫 80% Shading 80% | | 0.1250dD | 0.1500dC | 0.0106dD | 0.0123cC |
| 全光照 Global illumination | GS2 | 0.2450aA | 0.1625aA | 0.0341aA | 0.0571aA |
| 遮荫 20% Shading 20% | | 0.2025bAB | 0.1300aAB | 0.0258bB | 0.1157aA |
| 遮荫 40% Shading 40% | | 0.1875bcBC | 0.0700bC | 0.0221bBC | 0.0242aA |
| 遮荫 60% Shading 60% | | 0.1475cdCD | 0.0700bC | 0.0164cC | 0.0170aA |
| 遮荫 80% Shading 80% | | 0.1225dD | 0.0725bBC | 0.0074dD | 0.0094aA |

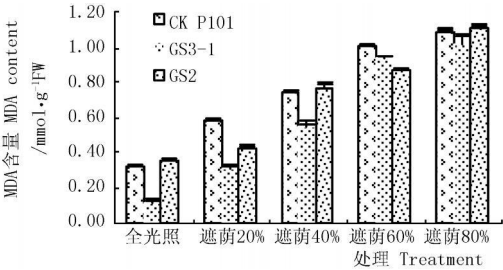


图 1 不同品种丙二醛含量比较

Fig. 1 Comparison of the MDA content of different varieties

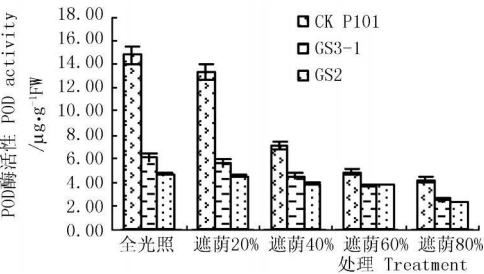


图 2 不同品种 POD 酶活性比较

Fig. 2 Comparison of the POD activity of different varieties

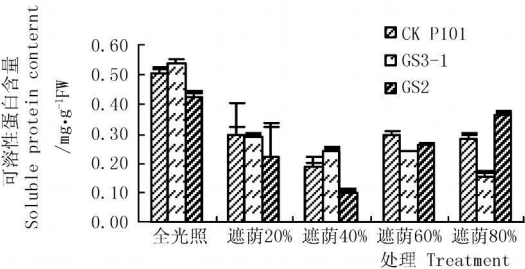


图 3 不同品种可溶性蛋白含量比较

Fig. 3 Comparison of soluble protein content of different varieties

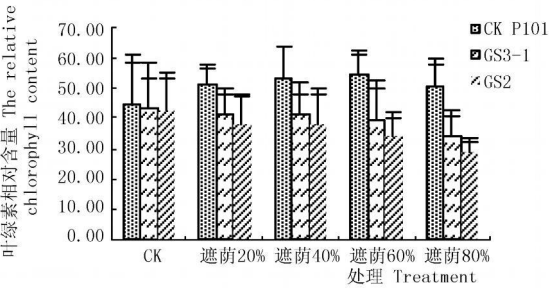


图 4 不同品种叶绿素相对含量比较

Fig. 4 Comparison of the relative chlorophyll content of different varieties

3 讨论

3.1 遮荫对观赏辣椒生长发育的影响

遮荫使光照强度明显减弱,观赏辣椒 GS3-1 和 GS2 的形态指标中叶长和叶宽随遮荫度的增加而增加,GS2 遮荫 80% 时,叶宽达到最大值,说明 GS2 为了适应极弱光的环境,需要多吸收漫射光^[12],通过增加叶宽来发展地上部分的增长。2 个观赏辣椒株高在轻度遮荫 20% 情况下达到最高值,重度遮荫 80% 时,出现降低的趋势,而茎粗和株幅却表现出不同变化趋势。这与在先锋树种上的试验结果趋势一致^[12-13],一般植物对低光量子密度的反应,当轻度遮荫时,其叶片作出很小的适应调节,同时降低径生长并加快高生长,以早日冲出遮蔽的光环境;但当遮荫增大时,则很难对新的光环境作出反应,或表现出黄化现象或最终被耐荫植物取代。P101 的株高随遮荫表现出结果,说明极度的遮荫影响了植株生长,这与赵友华^[14]对大头茶幼苗研究的不同。适当的遮荫有利于株高的增加,但不是越隐蔽株高增加越明显,这与杨兴友^[15]等烟草苗期的研究结果相同。在植物耐荫性机理方面,GS3-1 和 GS2 遮荫后形态上的表现,与植物耐荫机理中保持吸收光量子的最大能力形态调节一致,遮荫 40% 以上的光照不利于观赏辣椒的形态生长,但是有时观赏辣椒在不同的光照条件下苗期需要整形修枝,为后来的生殖生长做准备,提高其艺术观赏价值和商业价值。由于观赏椒果形奇特美观、颜色丰富多彩,既可做礼品蔬菜或加工食用,又可用于观赏、美化环境、家居装饰及工艺品制作,给人以赏心悦目的感觉,因此有很好的开发应用前景^[16-17]。

3.2 遮荫对观赏辣椒生物量的影响

观赏辣椒作为阳性植物,对耐荫具有一定的适应性。随遮荫度的加重,观赏辣椒的生物量增量都有所降低,这与王晓玲^[18]研究的遮荫对山麦冬的生物量增量研究的结果不一致,可能与植物本身的生态习性有关。

3.3 遮荫对观赏辣椒生理生化指标的影响

GS3-1 和 GS2 幼苗的叶绿素相对含量随遮荫度增加逐渐减少,这是观赏辣椒对弱光表现出的一种适应机

制也是与食用辣椒不同的地方。叶绿素含量与耐荫机理中植物保持吸收光量子的最大能力中色素含量变化一致,而 P101 却表现逐渐相对升高的趋势,出现这种差异,这可能是食用辣椒对弱光胁迫的一种适应机制,这和杨兴友^[15]对烟草的叶绿素含量趋势研究明显不同。叶绿素相对含量的减少不利于观赏辣椒苗期的壮苗,影响后期的结果发育,这可能是观赏辣椒对光减弱时体内发生的一种反应机制,尚待于进一步研究。3 个品种 MDA 的含量说明植株幼苗都受到了弱光的胁迫,极度的遮荫会造成植株体细胞膜受到伤害,MDA 的含量的增加表现在植株的生长性状上,其中株高和株幅都达到了最小值,影响植物的生长发育,不利于后期开花结果,影响观赏效果。GS3-1 可溶性蛋白含量呈现的规律说明了遮荫对其营养物质积累影响很大,表现在形态上生长细弱。POD 酶活性减低减弱了植株体内的代谢活动,表现在生长性状上植株的叶片数减少,说明生理生化指标与植株生长习性之间的密切关系,同时说明了观赏辣椒苗期对弱光环境的适应。

4 小结

植物在生长过程中受到温度、湿度、水分、光照等环境因子的影响。光照影响植物的组织结构和生理功能,人们已经对很多植物进行不同角度探讨。但在同等光强的不同生境下,由于其它因子,比如温度、空气湿度等不同,光照影响有所不同。该试验在小气候条件相对一致的小范围内进行,采用盆栽方法,肥水管理条件一致,尽可能减少其它条件对观赏辣椒的影响,使试验成为只考虑成光照因素的单因子试验。盆栽和大田栽培的比较后,由于栽培环境条件不一致,植株表现的生长状态也不一样,这也是该试验的局限性。观赏辣椒遮荫以后,其它的一些生境因子,如大气温度、土壤水分、土壤温度等也会有变化,对观赏辣椒生长习性 & 育种栽培有所影响,要进一步的在观赏辣椒遮荫下对光能利用率和

减少能量消耗方面研究观赏辣椒对不同光照强度的适应性,为以后的生产实践和应用提供参理论依据。

参考文献

- [1] 那伟民 张臣. 观赏辣椒盆栽技术[J]. 辽宁农业职业技术学院学报 2009, 11(1): 32.
- [2] 睦晓蕾 毛胜利, 李伟 等. 辣椒幼苗叶片解剖特征及光合特性对弱光的响应[J]. 园艺学报 2009, 36(2): 195-208.
- [3] 施爱萍 张金政, 张启翔 等. 不同遮荫水平下 4 个玉簪品种的生长性状分析[J]. 植物研究 2004, 24(4): 488-490.
- [4] 郭宝林 杨俊霞, 吴琰 等. 遮光处理对扶芳藤生长和光合特性的影响[J]. 园艺学报, 2007, 34(4): 1033-1036
- [5] 刘国华. 几种鸢尾属(*Iris* L.) 植物耐荫性的研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2008.
- [6] 张瑞华 徐坤. 苗期遮光质对生姜光合及生长的影响[J]. 应用生态学报 2008, 19(3): 499-504.
- [7] 雷进生. 观赏辣椒种质资源遗传多样性研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2006.
- [8] 秦晓萍. 观赏辣椒制种技术[J]. 北方园艺 2009(6): 154-155.
- [9] 刘蕴贤 倪道明, 李道珍 等. 观赏辣椒新品种及开发应用前景[J]. 天津农业科学 2007, 13(2): 40-42.
- [10] 王小文 曹越, 徐迎春 等. 观赏蔬菜在园林配置造景中的应用[J]. 山东林业科技 2008, 38(5): 50-52.
- [11] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 世界地图出版公司, 2000.
- [12] 王雁. 植物耐荫性研究进展[J]. 林业科学研究, 2002, 15(3): 349-355.
- [13] Joesting H M, Brian M C, Brown K J. Determining the shade tolerance of American chestnut using morphological and physiological leaf parameters[J]. Forest Ecology and Management, 2009(257): 280-286.
- [14] 赵友华. 不同光环境下大头茶幼苗蒸腾强度和生物量的变化[J]. 福建农业大学学报 1996, 25(1): 109-113.
- [15] 杨兴有 叶协锋, 刘国顺 等. 光强对烟草幼苗形态和生理指标的影响[J]. 应用生态学报, 2007, 18(11): 2642-2645.
- [16] 张艳芳 申集平. 观赏蔬菜的应用及发展前景[J]. 内蒙古农业科技 2007(2): 97-98.
- [17] 杨新华. 观赏蔬菜种质资源及其开发利用探讨[D]. 武汉: 华中农业大学 2005.
- [18] 王晓玲 石雷, 孙吉雄 等. 遮荫对山麦冬生长特性和生物量分配的影响[J]. 植物研究 2006, 3(2): 226-228.

(该文作者还有陈儒钢, 工作单位同第一作者。)

Effect of Different Shade Levels on the Morphology and Physiological and Biochemical Indexes During Seedling Stage in Ornamental Pepper

XU Hong-juan, GONG Zheng-hui, JIA Zhi-yin, HUANG Wei, LI Da-wei, LU Ming-hui, CHEN Ru-gang

(Department of Horticulture Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: Studied the influence of different shading conditions 20%, 40%, 60%, 80% on morphological parameter and biochemical and physiological parameters, taking normal sunlight conditions as the contrast. The results showed the height, crown width, leaf length and width would present extremely different. For Cv. GS3-1 and Cv. GS2, when the shading intensity was 20%, the height and crown width were getting the maximum, leaf length and leaf width were getting at 40%. Ornamental peppers and P101 content of MDA increased directly, biomass increments were decreased. The relative content of chlorophyll and activity of enzyme POD decreased; the content of soluble protein changes irregularly. The shading conditions changed ornamental pepper's morphology and biomass increments in seedling stage; biochemical and physiological parameters changed too at the same time, to get know adaptability of ornamental pepper in low light level, offer reference for landscape and interior design. That ornamental peppers was able to acclimate to a large radiation scale.

Key words: ornamental pepper; shading; morphology parameter; physiological and biochemical indexes