

不同遮阴处理对‘绿岭’核桃树体生长发育的影响

梁曼曼<sup>1</sup>,弓萌萌<sup>1</sup>,李 寒<sup>1</sup>,张士英<sup>2</sup>,王增生<sup>2</sup>,张雪梅<sup>1,3\*</sup>,郭素萍<sup>1,3</sup>,齐国辉<sup>1,3</sup>

(1.河北农业大学 林学院,河北 保定 071000;2.邢台市林业局,河北 邢台 054000;  
3.河北省核桃工程技术研究中心,河北 邢台 054000)

**摘 要:**为了探讨‘绿岭’核桃对光照的需求及适应性,研究了不同遮阴程度(80%、50%、30%)对‘绿岭’核桃树冠微环境、枝梢生长及叶片生理特性的影响。结果表明,遮阴处理导致树体内部光合有效辐射弱、温度低、相对湿度高;80%遮阴处理的核桃树春梢和秋梢长度均显著低于其他处理和CK,长度仅为135.31 cm和57.33 cm,80%遮阴处理的春梢和秋梢粗度均显著低于其他处理和CK,仅为1.72 cm和1.08 cm;80%遮阴处理结果枝上的雌花芽和雄花芽数量均显著低于其他处理和CK,仅为2.23个/枝和0.95个/枝;80%遮阴处理核桃叶片的叶绿素含量显著高于其他处理和CK;80%遮阴处理核桃叶片的平均单叶面积和叶片长度均显著高于其他处理和CK,达到68.23 cm<sup>2</sup>和18.67 cm;80%遮阴处理的叶片含水量显著高于其他处理和CK,达到77.22%。

**关键词:**核桃;遮阴;光照强度;叶面积;叶绿素

中图分类号:S792.13      文献标志码:A      文章编号:1001-7461(2017)05-0120-05

Effects of Different Shading Treatments on the Growth and Development  
of ‘LYuling’ *Juglans regia*

LIANG Man-man<sup>1</sup>, GONG Meng-meng<sup>1</sup>, LI Han<sup>1</sup>, ZHANG Shi-ying<sup>2</sup>, WANG Zeng-sheng<sup>2</sup>,  
ZHANG Xue-mei<sup>1,3\*</sup>, GUO Su-ping<sup>1,3</sup>, QI Guo-hui<sup>1,3</sup>

(1. College of Forestry, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China; 2. Forestry Bureau of Xingtai City, Xingtai, Hebei 054000, China; 3. Research Center for Walnut Engineering and Technology of Hebei, Xingtai, Hebei 054000, China)

**Abstract:** In order to understand the needs and adaptability of a walnut cultivar ‘LYuling’ to sunlight, the effects of shading with different degrees (80%, 50%, and 30%) on the canopy microclimate condition, shoot growth and leaf physiological characters were examined. The results showed that the shading treatment resulted in the decreases of the photosynthetic active radiation (PAR) and temperature, and the increase of the relative humidity. In 80% shading treatment, the average lengths and diameter of shoots in spring (135.31, 1.72 cm) and autumn (57.33, 1.08 cm) were significantly lower than those of the control and other shading treatments; the average numbers of female and male flower buds (2.23 and 0.95 per branch) were significantly lower than those of the control and other shading treatments; while the contents of chlorophyll in the leaves were significantly higher than those of the control and other treatments; the average leaf area (68.23 cm<sup>2</sup>) and leaf length (18.67 cm) were significantly higher than those of the control and other treatments; the leaf water content (77.22%) was significantly higher than those of the control and other treatments.

**Key words:** Walnut; shade; PAR; leaf area; chlorophyll

收稿日期:2017-01-26    修回日期:2017-03-09

基金项目:河北省科技计划项目“河北省山区核桃近自然生产技术创新与示范”(16236810D)。

作者简介:梁曼曼,女,在读硕士,研究方向:经济林栽培生理。E-mail:907574958@qq.com

\* 通信作者:张雪梅,女,博士,副研究员,硕士生导师,研究方向:经济林栽培生理等。E-mail:zhangxuemei888@163.com

核桃(*Juglans regia*)又称胡桃、羌桃、万岁子等,胡桃科核桃属落叶乔木。核桃是我国主要干果出口品种之一,同时也是重要的木本油料树种<sup>[1]</sup>。当今,随着人们生活水平的不断提高,对优质核桃的需求越来越大,致使近年来核桃市场价格不断上涨。因此,栽培核桃的经济效益相当可观,已成为山区农民脱贫致富的重要支柱产业。但是,由于气候变化、生产上栽培不合理等引起的核桃生长季光照不良导致核桃树体生长发育受限,已经成为限制生产优质核桃的重要问题。光照是绿色植物进行光合作用的必要条件<sup>[2]</sup>,它不仅是影响植物生长的重要自然因素<sup>[3-4]</sup>,而且对植物的生长发育过程具有重要的调节作用<sup>[5]</sup>,因此研究光照对核桃树体生长发育的影响具有重要意义。有研究表明,遮阴使植物叶片的叶绿素含量增加<sup>[6]</sup>,叶片的面积增大<sup>[7]</sup>,花芽数量减少<sup>[8]</sup>。目前,关于遮阴对植物生长发育影响的研究主要在苹果、葡萄、桃等<sup>[9-12]</sup>树种上,关于遮阴对核桃树体生长发育影响的研究却鲜有报道。因此,本文通过研究不同遮阴处理对核桃树体的微环境、枝梢生长情况、雌雄花芽数量以及叶片生理特性的影响,以探明光照与核桃树体生长发育的关系,为改进栽培管理措施提供理论依据。

# 1 材料与方法

## 1.1 试验地概况及试验设计

试验地设在河北省绿岭果业有限公司的核桃示范基地。该地位于太行山南丘陵区,海拔为 80~135 m,土壤为壤土,土壤 pH 均值为 7.3,年均降水量为 521 mm,多集中于 7、8、9 月份。年均气温为 13℃,无霜期约 202 d,年均日照约 2 653 h。

选择生长健壮并且无病虫害的盛果期‘绿岭’核桃树为试验材料,于 5 月中旬对树体进行遮光处理,至 9 月上旬结束,遮光材料为遮阳网,设遮光率 30%、50%和 80% 3 个处理,以全光照作为对照,单株小区 3 次重复。

## 1.2 试验方法

于 8 月份测定空气温湿度和光合有效辐射,空气温湿度的测定采用分体式温湿度计测定,将空气温湿度计探头放置在距地面约 1.5 m 处的树膛内于 8:00—18:00 间每隔 2 h 测定各处理的温湿度,待读数稳定后记录空气温湿度;光合有效辐射的测定采用 LX1330B 数字照度计测定,将感光探头放置在距地面约 1.5 m 处的树冠外部、中部和内部 3 个位置、4 个方向于 8:00—18:00 间每隔 2 h 测定,待读数稳定后记录光合有效辐射,多次测量取平均值;于 10 月份测定叶片叶绿素含量、叶片含水量和叶面

积指标,叶绿素含量的测定采用混合液法测定<sup>[13]</sup>;叶片相对含水量(RWC)的采用烘干称重法测定<sup>[14]</sup>;叶面积用 Li-3000C 叶面积仪测定,各处理随机选 30 片核桃复叶,测定叶片面积、叶片长度、叶片平均宽度和叶片最大宽度;于 11 月份核桃落叶后,调查试验树结果枝上的花芽数量、1 年生枝的长度和粗度,长度用钢卷尺测量,粗度用 0.01 mm 规格的数量显游标卡尺测量。

## 1.3 数据分析方法

采用 Duncan’s 新复极差法进行数据分析。

# 2 结果与分析

## 2.1 不同遮阴处理对树体光合有效辐射的影响

由图 1 可知,核桃树体随着遮阴程度的加大,测定时间内其光合有效辐射呈下降趋势,因此,遮阴可显著降低光合有效辐射,各遮阴处理光合有效辐射在强度及持续时间方面均低于 CK。各遮阴处理的光合有效辐射最大值均明显低于 CK,12:00 时各处理的光合有效辐射值最高,分别为 1 880.6、4 013.9、6 463.9  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,较 CK 分别降低了 78.2%、53.47%、25.8%。

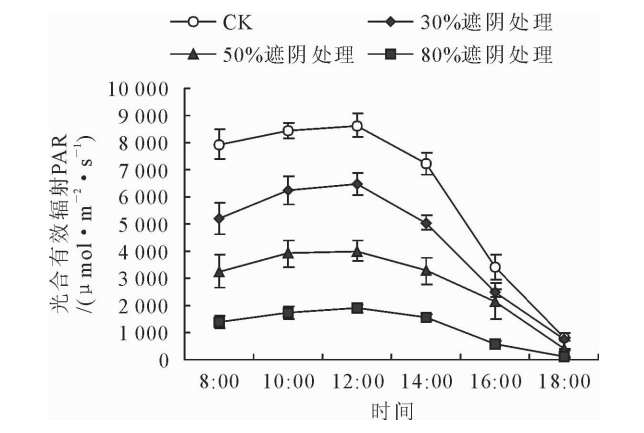


图 1 不同遮阴处理下光合有效辐射日变化  
Fig. 1 Diurnal variation of photosynthetic active radiation under different shading treatments

## 2.2 不同遮阴处理对树冠温湿度的影响

由图 2 可知,遮阴使树冠温度降低,相对湿度增大。其中 8:00—18:00 间树冠温度由高到低为 CK>30%遮阴处理>50%遮阴处理>80%遮阴处理,树冠相对湿度由高到低为 80%遮阴处理>50%遮阴处理>30%遮阴处理>CK。14:00 时 CK 达到 29.93℃,80%遮阴处理、50%遮阴处理和 30%遮阴处理与 CK 比分别降低了 0.37℃、0.3℃、0.27℃。16:00 时各处理湿度最低,CK 仅为 65.77%,80%遮阴处理、50%遮阴处理和 30%遮阴处理与 CK 比分别升高了 1.93、1.13、0.73 个单位。

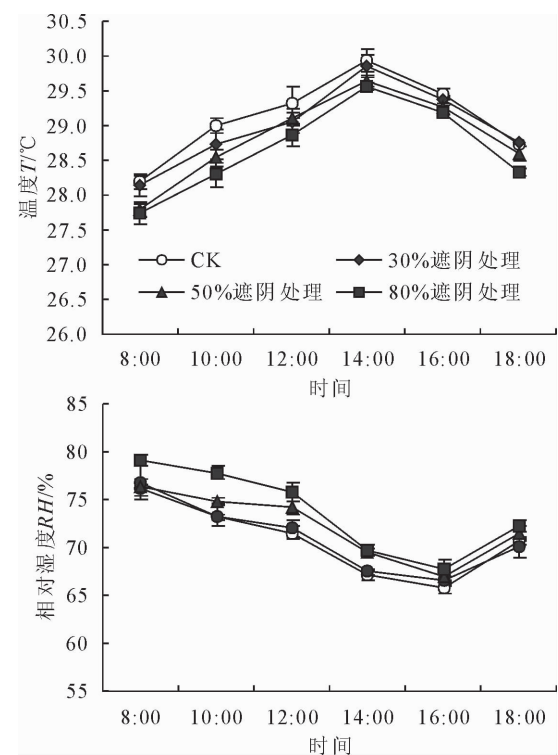


图 2 不同遮阴处理下温湿度日变化

Fig. 2 Diurnal variation of temperature and humidity under different shading treatments

2.3 不同遮阴处理对枝类组成及花芽形成的影响

由表 1 可知,各处理的春梢长度和粗度均低于 CK,其中,80%遮阴处理的春梢长度仅为 135.31 cm,极显著低于 30%遮阴处理和 CK,显著低于 50%遮阴处理,50%遮阴处理的春梢长度极显著低于 CK,显著低于 30%遮阴处理,30%遮阴处理的春梢长度与 CK 无显著差异;80%遮阴处理的春梢粗

度仅为 1.72 cm,显著低于 30%遮阴处理和 CK,其他处理与 CK 间均无显著差异;各处理的秋梢长度和粗度均低于 CK,其中,80%遮阴处理的秋梢长度仅为 57.33 cm,极显著低于 30%遮阴处理和 CK,与 50%遮阴处理无显著差异,50%遮阴处理的秋梢长度极显著低于 CK,显著低于 30%遮阴处理,30%遮阴处理的秋梢长度与 CK 间无显著差异;80%遮阴处理的秋梢粗度仅为 1.08 cm,极显著低于其他处理和 CK,50%遮阴处理的秋梢粗度极显著低于 CK,与 30%遮阴处理无显著差异,30%遮阴处理的秋梢粗度显著低于 CK;80%遮阴处理的雌花芽数量仅为 2.23 个/枝,显著低于 CK,其他处理与 CK 间均无显著差异;80%遮阴处理的雄花数仅为 0.95 个/枝,显著低于其他处理和 CK,其他处理与 CK 间均无显著差异。

2.4 不同遮阴处理对叶片叶绿素含量及质量的影响

由表 2 可知,各处理的叶绿素 a 含量均高于 CK,其中,80%遮阴处理和 50%遮阴处理的叶绿素 a 含量达到 2.05 mg·g<sup>-1</sup>和 1.98 mg·g<sup>-1</sup>,均极显著高于 30%遮阴处理和 CK,但二者之间无显著差异,30%遮阴处理的叶绿素 a 含量极显著高于 CK;各遮阴处理的叶绿素 b 含量均高于 CK,其中,80%遮阴处理的叶绿素 b 含量达到 1.38 mg/g,极显著高于 CK,显著高于 30%遮阴处理,50%遮阴处理的叶绿素 b 含量显著高于 CK,30%遮阴处理与 CK 间无显著差异;不同处理的总叶绿素含量变化与叶绿素 a 变化一致;各遮阴处理的叶绿素 a/b 值均极显著低于 CK,但各处理间无显著差异。

表 1 不同遮阴处理对枝类组成及花芽形成的影响

Table 1 Effects of different shading treatments on branch growth and number of flower buds

处理	春梢长度/cm	春梢粗度/cm	秋梢长度/cm	秋梢粗度/cm	雌花数/结果(个)	雄花数/结果枝(个)
CK	155.34±5.21aA	2.05±0.08a	83.78±4.14aA	1.31±0.02aA	2.97±0.32a	1.69±0.39a
30%遮阴	150.81±1.97aAB	2.05±0.17a	77.33±5.69aAB	1.23±0.04bAB	2.62±0.2ab	1.62±0.24a
50%遮阴	142.46±3.02bBC	1.76±0.22ab	65.67±3.06bBC	1.21±0.01bB	2.33±0.43ab	1.63±0.61a
80%遮阴	135.31±2.58cC	1.72±0.14b	57.33±5.03bC	1.08±0.03cC	2.23±0.41b	0.95±0.06b

注:同列数字后不同大写和小写字母分别表示 0.05 和 0.01 的显著水平,表 2、表 3 同。

表 2 不同遮阴处理对核桃叶片叶绿素含量及比值的影响

Table 2 Effect of different shading treatments on leaf chlorophyll content and proportion

处理	叶绿素 a/(mg·g <sup>-1</sup> )	叶绿素 b/(mg·g <sup>-1</sup> )	总叶绿素/(mg·g <sup>-1</sup> )	叶绿素 a/b
CK	1.10±0.11C	0.47±0.27cB	1.68±0.15C	3.55±0.48A
30%遮阴	1.37±0.06B	0.72±0.24bcAB	2.27±0.11B	2.16±0.32B
50%遮阴	1.98±0.06A	1.06±0.21abAB	3.34±0.16A	1.97±0.35B
80%遮阴	2.05±0.06A	1.38±0.12aA	3.54±0.25A	1.84±0.72B

由表 3 可知,各处理的平均单叶面积均高于 CK,其中,80%遮阴处理的平均单叶面积达到 68.23 cm<sup>2</sup>,极显著高于其他处理和 CK,50%遮阴处理的平均单叶面积积极显著高于 CK,显著高于 30%遮阴

处理,30%遮阴处理的平均单叶面积积极显著高于 CK;各处理的叶片长度均高于 CK,其中,80%遮阴处理的叶片长度达到 18.67 cm,显著高于 30%遮阴处理和 CK,其他处理与 CK 间均无显著差异;各

理叶片的平均宽度和最大宽度与 CK 间均无显著差异;各遮阴处理的叶片相对含水量均高于 CK,其中,80%遮阴处理的叶片相对含水量达到 77.22%,极显极显著高于 30%遮阴处理和 CK,显著高于

50%遮阴处理,50%遮阴处理的叶片相对含水量极显著高于 30%遮阴处理和 CK,30%遮阴处理的叶片相对含水量极显著高于 CK。

表 3 不同遮阴处理对叶片质量的影响  
Table 3 Effect of different shading treatments on leaves quality

处理	平均单叶面积/cm <sup>2</sup>	叶片长度/cm	叶片平均宽度/cm	叶片最大宽度/cm	叶片相对含水量/%
CK	57.00±1.38dC	13.83±1.91b	4.32±0.56	6.45±0.26	61.9±0.46dC
30%遮阴	65.82±1.50bB	13.86±0.32b	4.36±0.23	6.84±0.12	72.5±0.99cB
50%遮阴	64.44±0.55cB	15.87±3.97ab	3.88±0.36	6.43±0.64	76.18±0.64bA
80%遮阴	68.23±1.39aA	18.67±4.30a	33.56±0.67	6.89±0.19	77.22±0.91aA

3 结论与讨论

通过采用不同规格的遮阳网对核桃树体进行遮阴,研究遮阴对核桃树体生长发育的影响。结果表明,随着遮阴程度的增加,核桃树体内部的光照强度和温度降低,湿度却增加,与霍清枝<sup>[15]</sup>等的研究结果一致,这可能是由于随着遮阴程度的增大,遮阳网的密度增加,遮阳网对外部的光照和温度有一定的隔离效果,所以遮阳网下树体内部的光照强度和温度降低,但是,由于夏季的蒸腾作用较大,叶片蒸腾所释放的水分不能及时散发,造成湿度增加。

遮阴对核桃树体的生长发育影响较大,随着遮阴程度的增加,核桃春稍和秋稍的长度越短并且粗度越细,与霍清枝<sup>[15]</sup>等的研究一致,这可能是由于遮阴影响叶片的光合作用,光合产物减少,进而输送到春稍和秋稍的营养物质也随之减少,导致春稍和秋稍的长度和粗度受到影响;随着遮阴程度的增加,结果枝的雌花芽和雄花芽数量减少,与 Kinet<sup>[16]</sup>等和刘廷松<sup>[17]</sup>等的研究结果一致,这可能是由于光照是促进花芽形成最有效的外因,光胁迫下碳水化合物等营养物质的积累减少,花芽分化受阻,进而导致花芽数量减少;随着遮阴程度的增大,核桃的平均单叶面积增加,叶片增长,与前人的研究结果一致。在苹果<sup>[18]</sup>、桃<sup>[19]</sup>、黄瓜<sup>[20]</sup>等大多数植物的研究中均得出相同的结论,这可能是由于树体本身处于光胁迫下所形成的一种生理适应,以使其更耐弱光,尽可能多的吸收光能,以供光合作用需要;随着遮阴程度的增加,叶片的相对含水量也逐渐增加,与朱小青<sup>[21]</sup>等的研究一致,这可能是由于光照不足导致光合作用减弱,光合产物也随之减少,进而导致叶片干物质含量减少;随着遮阴程度的增加,叶片叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素的含量均逐渐增加,但叶绿素 a/b 比值降低,与刘悦秋<sup>[22]</sup>等和 Bertamini<sup>[23]</sup>等的研究结果一致,这可能是核桃叶片在遮阴的环境下对弱光的一种适应能力,为了更加高效的获取光能,增

加叶绿素含量以提高弱光下的光合效率。本研究表明,光照对核桃树体的生长发育至关重要,当核桃树处于光胁迫下,其叶片、花芽和新稍均受到不同程度的影响。因此,生产上需采取配套栽培措施,防止核桃树光照不足,以保证核桃的正常产量。

参考文献:

[1] 樊江斌,张金龙,许新平,等. 陕西 2013 年核桃晚霜冻害发生情况调查与分析[J]. 西北林学院学报,2014(5):120-124.  
FAN J B,ZHANG J L,XU X P,*et al.* An investigation on frozen damage of walnut trees in Shaanxi Province[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2014 (5): 120-124. (in Chinese)

[2] 冷寒冰,叶康,秦俊,等. 遮阴对 2 种地被竹光合特性的影响[J]. 西北林学院学报,2016(1):65-70.  
LENG H B,YE K,QIN J,*et al.* Effects of shading on photosynthetic characteristics of two dwarf bamboo species [J]. Journal of Northwest Forestry University,2016(1):65-70. (in Chinese)

[3] 王娟,林磊,向阳杨. 不同遮荫度对几种牧草生长的影响[J]. 四川林业科技,2006,27(2):72-76.  
WANG J,LIN L,XIANG Y Y. Effects shading on the treatment on the growth of several herbage species [J]. Journal of Sichuan Forestry Science and Technology,2006,27(2):72-76. (in Chinese)

[4] 陈立军,段林东,杨燕子. 光照强度对凹叶景天生长量的影响[J]. 草业科学,2013,30(5):818-820.  
CHEN L J,DUAN L D,YANG Y Z. Study on the adaptability of sedum emarginatum in different illumination intensity conditions [J]. Grassland Science, 2013, 30 (5): 818-820. (in Chinese)

[5] WARREN W. Light interception and photosynthesis efficiency in some glasshouse crops[J]. J. Exp. Bot. ,1992,43(248):363-373.

[6] 战吉箴,黄卫东,王志龙,等. 葡萄幼苗对弱光环境的形态和生长反应[J]. 中国农学通报,2002,18(2):1-3.  
ZHAN J Z,HUANG W D,WANG Z L,*et al.* Morphological and growth of young grape plants to low light environment [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2002, 18 (2): 1-3. (in Chinese)

[7] 周新华, 桂尚上, 厉月桥, 等. 遮光对油茶苗期生长及光合特性的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2016(9): 23-28.  
ZHOU X H, GUI S S, LI Y Q, *et al.* Shading effects on growth and photosynthetic characteristics of *Camellia oleifera* seedling [J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology 2016(9): 23-28. (in Chinese)

[8] SNELGAR W P, HPOKIRK G. Effect of overhead shading on yield and fruit quality of kiwifruit[J]. Journal of Horticultural Science, 1988, 63(4): 731-742.

[9] 刘颖娇. 遮阴对苹果叶片光合作用和 PSⅡ 反应中心的影响[D]. 杨陵: 西北农林科技大学, 2014.

[10] 张振文, 张保玉, 童海峰, 等. 葡萄开花期光合作用光补偿点和光饱和点的研究[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(1): 24-29.  
ZHANG Z W, ZHANG B Y, TONG H F, *et al.* Study on photosynthetic LCP and LSP of different grapevine cultivars [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(1): 24-29. (in Chinese)

[11] 郝建博. 遮光对桃树光合特性及果实品质的影响[D]. 河北农业大学, 2015.

[12] 何科佳, 王中炎, 王仁才. 夏季遮阴对猕猴桃园生态因子和光合作用的影响[J]. 果树学报, 2007(5): 616-619.  
HE K J, WANG Z Y, WANG R C. Effect of overhead shading in summer on ecological factors and photosynthesis of kiwifruit or chard[J]. Journal of Fruit Science, 2007(5): 616-619. (in Chinese)

[13] 陈福明, 陈顺伟. 混合液法测定叶绿素含量的研究[J]. 浙江林业科技, 1984(1): 19-23, 36.  
CHEN F M, CHEN S W. Study on chlorophyll content by mixture extraction[J]. Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology, 1984(1): 19-26, 36. (in Chinese)

[14] 何凤仙. 植物学实验 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.

[15] 霍清枝, 付崇毅, 高兴颖, 等. 遮阴对日光温室柑橘生长及生理特性的影响[J]. 中国园艺文摘, 2013(5): 3-6.  
HUO Q Z, FU C Y, GAO X Y, *et al.* Effect of shading on the growth and physiological characteristics of citrus in solar greenhouse[J]. Chinese Horticulture Abstracts, 2013(5): 3-6. (in Chinese)

[16] KINET J M. Effect of light condition on the development of the inflorescence in tomato [J]. Scientia Hortic, 1997(6): 15-26.

[17] 刘廷松, 李桂芬. 葡萄设施栽培生理基础研究进展[J]. 园艺学报, 2002, 29(Supp.): 624-628.  
LIU Y S, LI G F. Advances in research on physiology of grape protected cultivation[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2002, 29(Supp.): 624-628. (in Chinese)

[18] JACKSON J E, PALMER J W. Effects of shade on the growth and cropping of apple trees[J]. Hort. Sci., 1977, 52: 253-266.

[19] KAPPEL F, FLORE J A. Effect of shade on photosynthesis specific leaf weight leaf chlorophyll content and morphology of young peach trees[J]. Amer. Soc. Hort. Sci., 1983, 108: 541-544.

[20] 郭凤鸣. 弱光条件下黄瓜的生长解析[J]. 吉林农业大学学报, 1990, 12(1): 32-35.  
GUO F M. Analysis of cucumber growth under the condition of weak light[J]. Journal of Jilin Agricultural University, 1990, 12(1): 32-35. (in Chinese)

[21] 朱小青, 杨柳青, 曾红, 等. 不同光照强度对费菜形态和生理特性的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2015(6): 98-102.  
ZHU X Q, YANG L Q, ZENG H, *et al.* Effects of different illumination intensity conditions on morphological and physiology characteristic of *Sedum aizoon* L. [J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2015(6): 98-102. (in Chinese)

[22] 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(8): 3457-3464.  
LUI Y Q, SUN X Y, WANG Y, *et al.* Effects of shades on the photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence parameter of *Urtica dioica* L. [J]. Acta Ecologica Sinica, 2007(8): 3457-3464. (in Chinese)

[23] BERTAMINI M, MUTHUCHELIAN K, NEDUNCHEZHIZN N. Shade effect alters leaf pigments and photosynthetic responses in norway spruce (*Picea abies* L.) grown under field conditions [J]. Photosynthetic, 2006, 44(2): 227-234.