

不同光照强度对芸豆光合特性及产量性状的影响

华劲松^{1,2}, 戴红燕^{1,2}, 夏明忠²

(1. 四川农业大学 农学院, 四川雅安 625000; 2. 西昌学院 高原及亚热带作物研究所, 四川西昌 615013)

摘要: 在 100% 自然光照(CK)、75.7% 自然光照、50.3% 自然光照、24.5% 自然光照 4 种光照条件下, 研究不同光照强度对芸豆光合特性、产量性状及产量的影响。结果表明, 植株叶片叶绿素含量(Chl)在遮光后短期内有所增加, 但长时间遮光后, 含量会显著下降; 在一定光照强度范围内, 植株叶片叶绿素含量(Chl)、净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)和蒸腾速率(T_r)随光照强度的增加而增大, 胞间 CO_2 摩尔分数(C_i)则随之减小; 遮光使芸豆开花数减少, 单株结荚数、单株实粒数及粒质量显著或极显著下降, 并随遮光强度的增强而受影响程度加大。同时各器官光合生产量也显著下降, 尤其对荚果生长影响最大, 75.7%、50.3% 和 24.5% 自然光照条件下的单株经济产量分别比对照下降了 43.2%、80.8% 和 91.8%, 表明芸豆对光照强度要求较高。

关键词: 芸豆; 光照强度; 光合特性; 产量性状

中图分类号: S643.9

文献标识码: A

文章编号: 1004-1389(2009)02-0136-05

Effects of Different Light Intensity on Photosynthetic Characteristic and Yield Characters of Kidney Bean

HUA Jinsong^{1,2}, DAI Hongyan^{1,2} and XIA Mingzhong²

(1. Agronomy College, Sichuan Agricultural University, Yaan Sichuan 625000, China;

2. Research Institute of Subtropical Crops of Xichang College, Xichang Sichuan 615013, China)

Abstract: The photosynthetic characteristic, yield characters and yield were studied under four different light intensity treatments (100%, 75.7%, 50.3% and 24.5% sun-shading) of kidney bean. The results indicated that the chlorophyll content of leaves was increased in a short time after shading, but decreased under long shading and was significantly lower than that of the controls. The chlorophyll content, photosynthetic rate, stomatal conductance and transpiration rate of leaves were increased with increasing light intensity in a certain range of light intensity, but intercellular CO_2 concentration was decreased. The numbers of flowers of kidney bean were reduced under shading, especially the numbers of pods per plant, seeds per plant and seeds weight were significantly or very significantly decreased, and high shading level increased influence degree. The photosynthetic productions of different organs were significantly decreased after shading, especially the growth of pod. The economic yield per plant of 75.7%, 50.3% and 24.5% sun-shading were decreased 43.2%, 80.8% and 91.8% respectively. It seemed that kidney bean requires high light intensity.

Key words: Kidney bean; Light intensity; Photosynthetic characteristic; Yield characters

光是植物合成有机物质的能源, 其强度大小直接影响植物光合生理特性及干物质的形成数量。不同植物对不同光照强度有着不同的反应,

许多人已对部分禾本科作物^[1-5]、经济作物^[6-12]在不同光照强度下的生理生化特性、性状变化及产量形成等方面进行了研究, 认为减少太阳辐射可

收稿日期: 2008-09-15 修回日期: 2008-10-07

基金项目: 国家科技部基础性工作专项课题(2006FY110700); 四川省教育厅科技重点项目(2005A041)。

作者简介: 华劲松(1970—), 男, 副教授, 主要从事豆类作物研究及技术推广工作。Email: xcxydyh@126.com

明显改变植物的生长环境,进而对其生理生化特性及产量产生较大的影响,植物为适应荫蔽的环境,导致在光合作用单位、电子传递、光合色素含量、内源激素及酶活性、植株形态结构、营养物质的肯合约分配等方面产生变化,以保证在遮光下仍能充分利用光能,维持生长所需的能量平衡,进行正常的生命活动。遮光通常能降低植物叶片的净光合速率,对产量的影响因植物的需光特性、遮光时期及时间长短、遮光程度的不同而异^[13]。但对芸豆这方面的研究报道却很少,而这对芸豆在间套作群体中,是一个更显得重要的问题。为了阐明光照强度与芸豆光合特性及产量性状形成的关系,我们进行了初步研究,以期对芸豆的合理密植及间套混作群体合理结构提供理论依据。

1 材料和方法

供试品种为直立型品种小黑芸豆(G0482)。试验于2007年4—8月在西昌学院高原及亚热带作物研究所试验地进行,试验地海拔高度1550 m,前作洋葱,土壤类型为细砂壤土,pH6.9。试验于2007-04-12播种,4行区,行距0.5 m,穴距0.3 m,第二对真叶长出时(5月7日)进行定苗,每穴留苗2株。遮光采用木架搭棚,外用不同质地的白布覆盖进行不同强度的遮光处理,遮光棚规格2.2 m(长)×2 m(宽)×2 m(高),北面开口。用ST-II型照度计测定遮光棚内平均光照强度分别为自然光照的75.7%、50.3%和24.5%,用干湿温度计测得棚内外温度相差约0.2~0.4℃,湿度相差4.06%左右,即设4个光照强度处理,分别为I:100%自然光照(CK);II:75.7%自然光照;III:50.3%自然光照;IV:24.5%自然光照。随机区组排列,重复3次。

遮光处理从植株第2对真叶长出时开始,每间隔15 d用CCM-200型活体叶绿素测量仪(美国CID公司生产)于晴天上午9:00—11:00测定植株顶尖以下第3至第4节位叶片的叶绿素含量,并用CI-310型便携式光合作用测定系统(美国CID公司生产)测定相同部位叶片的光合特性指标;开花后,用红漆标记花瓣和荚果,测定单株开花总数和结荚数;收获时,每个小区随机取样10株进行考种,并测定各器官干物质质量。

2 结果和分析

2.1 不同光照强度对叶片叶绿素含量的影响

5月22日(分枝期)、6月6日(开花期)、6月

21日(花荚期)、7月6日(鼓粒期)、7月21日(成熟期)分别测得各处理叶片叶绿素含量如图1所示。从图1可以看出,叶片叶绿素含量,在整个生育时期变化是从苗期逐渐升高,到开花结荚期达到最高点,然后逐渐降低。同时,该图也显示出在遮光初期,各遮光处理的叶片叶绿素含量都较对照高,说明短期遮光能提高叶片叶绿素的含量,从而提高其吸收利用弱光及散射光的能力^[14]。但随着遮光时间的延长,各遮光处理的叶绿素含量都较对照低,且随遮光强度的增强而减小。

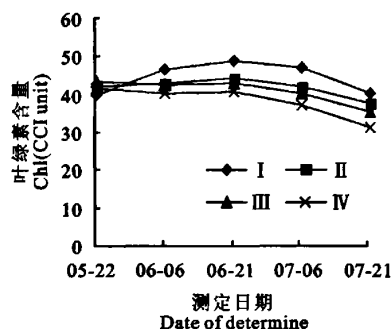


图1 不同光照强度对叶片叶绿素含量的影响

Fig. 1 Effects of different light intensity on chlorophyll content of leaves

2.2 不同光照强度对叶片光合特性的影响

从表1可以看出,各生育时期芸豆叶片的净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)、蒸腾速率(T_r)均随光照强度的增加而增大,而胞间 CO_2 摩尔分数(C_i)则随光照强度的增加而减小,各项指标都以100%自然光照最优,而且随着植株的生长发育,各遮光处理间差异程度加大,说明在芸豆整个生长期,强光照能提高叶片的光合能力和光合效率,强光照条件下, G_s 的增大有利于 CO_2 的供应, C_i 较低则说明叶肉细胞对 CO_2 的吸收利用能力较强,同时 T_r 也加强,植物体内水分运转加快,叶肉细胞具有较强的活力^[15],而且过度遮荫还可能造成气孔部分关闭及生理功能减弱^[16]。

2.3 不同光照强度对芸豆产量性状的影响

2.3.1 对单株开花数和成荚数的影响 由表2可见,50.3%和24.5%自然光照条件下,芸豆单株开花总数明显减少,极显著低于对照,分别比对照减少17.9%和35.3%。由于形成的花朵太少,花荚脱落较多,单株结荚数只有对照的67.7%和34.9%,极显著低于对照。75.7%自然光照虽然单株开花总数与对照相差不大,但花荚脱落率增大,使得单株结荚数量显著低于对照。由此可见

植株过度遮光,会阻碍生殖器官的发育,当光照强度为自然光照的 50.3%左右时,芸豆花荚发育会

受到极显著影响。

表 1 不同光照强度对芸豆光合特性的影响

Table 1 Effects of different light intensity on photosynthetic characteristic of kidney bean

测定日期 Date of determine	处理 Treatment	Pn [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	Tr [$\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	G _s [$\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	Ci $\mu\text{mol}/\text{mol}$
05-22	I	2.34 aA	22.7 aA	0.56 aA	272.8 bB
	II	2.24 aA	21.9 aAB	0.49 abA	297.1 abAB
	III	2.12 aA	18.4 bB	0.41 bA	332.8 aA
	IV	1.27 bB	15.2 cC	0.21 cB	374.3 aA
06-06	I	3.76 aA	23.1 aA	1.12 aA	221.9 cB
	II	3.42 aA	20.4 bA	0.97 bA	276.5 bA
	III	3.14 bA	18.5 bA	0.78 cB	312.7 abA
	IV	2.42 cB	13.0 cB	0.61 dB	394.5 aA
06-21	I	4.67 aA	20.6 aA	1.53 aA	157.8 cB
	II	4.22 bAB	17.4 bB	1.23 bB	188.4 bB
	III	3.93 cB	15.0 cBC	1.19 bB	236.6 aA
	IV	2.79 dC	12.9 dC	0.93 cC	323.2 aA
07-06	I	4.45 aA	27.3 aA	1.71 aA	158.2 cC
	II	3.93 bA	25.8 bA	1.21 bB	197.9 bB
	III	3.02 cB	21.1 cB	0.84 cC	282.1 aA
	IV	2.28 dC	17.0 dC	0.63 dC	375.0 aA
07-21	I	3.48 aA	22.0 aA	1.50 aA	167.2 dC
	II	2.96 bA	17.7 bB	0.99 bB	207.4 cB
	III	2.51 cB	13.3 cC	0.76 cB	263.0 bA
	IV	2.11 dC	10.2 dD	0.32 dC	397.6 aA

注:表中数据为 3 次重复平均值,纵列不同大小写字母分别表示差异为 0.01 和 0.05 显著水平,下同。
Note: The values in table 1 are average of 3 replications. Different capita and small letters mean significant at 0.01 and 0.05 level. Same as follow.

表 2 不同光照强度对芸豆花荚形成的影响

Table 2 Effects of different light intensity on the formation of flowers and pods

处理 Treatments	单株开花总数 No. of flowers per plant	单株结荚数 No. of pods per plant	花荚脱落率/% Flower and pod abscission rate	结荚率/% Pod setting percentage
I	106.9 aA	23.2 aA	78.3 cC	21.7 aA
II	102.5 aA (-4.1)	20.3 bA (-12.5)	80.2 bBC (2.4)	19.8 bA (-8.8)
III	87.8 bB (-17.9)	15.7 cB (-32.3)	82.1 bB (4.9)	17.9 cB (-17.5)
IV	69.2 cC (-35.3)	8.1 dD (-65.1)	88.3 aA (12.8)	11.7 dD (-46.1)

注:括号内数值=(处理-CK)/CK×100,下同。
Note: The relative value of bracket=(treatment-CK)/CK×100. Same as follow.

2.3.2 对单株荚果性状的影响 遮光后单株粒数较对照显著或极显著减少,75.7%、50.3%和 24.5%自然光照处理的单株粒数分别比对照减少了 29.0%、60.4%和 82.1%(表 3)。造成 75.7%自然光照单株粒数减少的主要原因是秕荚数和秕粒数增多,而 50.3%和 24.5%自然光照除秕荚数和秕粒数增多外,更由于开花结荚数少,使得单株粒数极显著低于对照。同时,光照强度下降,光合产量积累下降,源库矛盾突出,结实器官得不到充足的养料供应,籽粒干物质积累量下降,导致粒质量下降,尤其是 50.3%和 24.5%自然光照极为显著,百粒质量分别比对照下降了 51.5%和 54.1%。光照减弱最终使得单株经济产量下降,75.7%、50.3%、24.5%自然光照的单株平均产量分别比对照下降了 43.2%、80.8%、91.8%,其小区平均产量分别比对照下降了 42.4%、79.3%、91.3%,各处理间均达极显著水平。

2.4 不同光照强度对芸豆光合生产量的影响

遮光减小了总辐射量,作物同化 CO₂ 的数量随之降低,遮光后芸豆植株光合生产量都出现不

同程度的下降(表 4),相比之下,50.3%、24.5%遮光处理对光合生产量影响最大,其单株叶片、根系、茎秆、荚果干质量都较对照有明显下降;75.7%遮光处理总光合生产量下降不大,除茎秆干质量增加外,其余器官(叶片、根系、荚果)都不

同程度降低,尤其以荚果干质量减少最多。从表 4 中还可以看出,遮光后荚果占全株干物质量的比率大幅下降,75.7%、50.3%和 24.5%遮光处理较对照分别下降了 5.2%、8.7%和 18.3%,可见,光照不足对荚果生长影响最大。

表 3 不同光照强度对芸豆荚部性状的影响

Table 3 Effects of different light intensity on form characteristics of pod

处理 Treatments	实荚数 Real pods	单荚粒数 Grains	单株粒数 Grains/plant	百粒质量 100-seeds weight/g	单株平均产量/g Average yield	小区平均产量/kg Yield
I	20.5 aA	4.75 aA	97.38 aA	16.72 aA	16.28 aA	0.92aA
II	17.2 bA (-16.1)	4.02 bA (-15.4)	69.14 bA (-29.0)	13.32 bA (-20.3)	9.21 bB (-43.4)	0.53bB (-42.4)
III	12.1 cB (-41.0)	3.19 cB (-32.8)	38.6 cB (-60.4)	8.11 cB (-51.5)	3.13 cC (-80.8)	0.19cC (-79.3)
IV	6.2 dD (-69.8)	2.82dB (-40.6)	17.46 dD (-82.1)	7.67 dB (-54.1)	1.34 dD (-91.8)	0.08dD (-91.3)

表 4 不同光照强度对芸豆光合产量的影响

Table 4 Effects of different light intensity on photosynthetic productions of kidney bean

处理 Treatments	单株总光合生产量(g, 干重) Total photosynthetic production/plant (g, dry weight)				
	叶片 Leaf	根系 Root	茎秆 Stem	荚果 Pod	单株质量 Weight
I	9.4 aA	4.1 aA	18.6 aA	25.8 aA	57.9 aA
II	8.6 aA (-8.5)	3.2 aAB (-22.0)	20.8 aA (11.8)	21.2 bA (-17.8)	53.8 aA (-7.1)
III	7.2 bAB (-23.4)	3.0 bAB (-26.8)	17.2 bAB (-7.5)	15.3 cB (-40.7)	42.7 bB (-26.3)
IV	6.2 cB (-34.0)	2.7 cC (-34.1)	15.3 cB (-17.7)	6.6 dD (-74.4)	30.8 cC (-46.8)

3 结 论

3.1 芸豆在遮光后,短期内叶片叶绿素含量会有所提高,但随着遮光时间和遮光强度的增加,叶片叶绿素含量下降,且遮光强度越大,叶绿素含量越低,这一结果与前人在其他作物上的研究结果基本相同。究其原因这是由于光照强度减弱后,对叶绿素合成有促进作用,降低了强光下对叶绿素的破坏^[1-2],但随着长期遮光,合成叶绿素的物质相对减少,引起叶片退绿^[11]。在一定光照强度范围内,100%自然光照条件下芸豆叶片的光合速率等光合特性指标都不同程度地优于 75.7%、50.3%和 24.5%自然光照,说明芸豆对光照强度要求较高,强光照有利于芸豆植株的光合作用。

3.2 遮光后造成芸豆开花数目减少,单株结荚数、单株实粒数及粒质量显著下降,随着光照强度减弱程度的加剧,芸豆花荚形成和发育阻碍加大,成荚数和粒质量显著下降,在 24.5%自然光照条件下,单株结荚数、单株实粒数和粒质量仅为自然

光照条件下的 34.9%、17.9%和 45.9%,对经济产量构成具有很大影响。夏明忠(1989)在遮光对蚕豆花荚形成和脱落影响的研究中,认为遮光使蚕豆花荚果实形成降低的主要原因,是由于光合同化物受到限制,这种效应的发生是因为光照不足,使叶绿素含量降低,光合功能减弱,光合产物不足导致花器官和胚败育,同时也可能强烈削弱了生长素的供应,发生脱落或果实发育停滞(秕粒)。

3.3 遮光不但影响植物的产量,同时也影响植物光合产量的分配。遮光后,芸豆的各器官除茎秆质量略有增加外,叶片、根系、荚果的光合生产量都明显下降,其中荚果下降的幅度最大,荚果占全株干物重的比率下降,使得单株经济产量显著下降。

综上所述,在芸豆生产中,应合理安排种植密度,控制间套作后期作物的高度,适当去除其他作物叶片,或者合理地调节群体共生期和畦宽等措施来保证芸豆生长有较强的光照,以利于芸豆花

荚的形成和籽粒的充实,提高芸豆单位面积产量。

参考文献:

- [1] 杜占池. 遮阴对谷子和花生光合特性的影响[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1982, 6(3): 217-226.
- [2] 邱泽生. 小麦的小花发育与碳氮代谢的关系[J]. 作物学报, 1980, 6(3): 139-146.
- [3] 赵久然. 不同时期遮光对玉米籽粒生产能力的影响及籽粒败育过程的观察[J]. 中国农业科学, 1990, 23(4): 28-34.
- [4] 裴保华. 模拟林木遮光对小麦生育和产量的影响[J]. 河北农业大学学报, 1998, 21(1): 1-5.
- [5] 蔡昆争. 不同生育期遮光对水稻生长发育和产量形成的影响[J]. 应用生态学报, 1999, 10(2): 193-196.
- [6] 夏明忠. 遮光对蚕豆花荚形成和脱落的影响[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1989, 13(2): 171-179.
- [7] 王绍辉, 张振贤. 遮荫对生姜生理生化特性的影响[J]. 西北农业学报, 1999, 8(2): 77-79.
- [8] 李初英. 不同遮光胁迫对大豆产量性状及产量的影响[J]. 大豆科学, 2006, 25(3): 294-298.
- [9] 秦舒浩. 遮光处理对西葫芦幼苗形态特征及光合生理特性的影响[J]. 应用生态学报, 2006, 17(4): 653-656.
- [10] 刘建国. 行距配置与密度对奶花芸豆群体冠层结构及产量的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(10): 147-149.
- [11] Peat W E. The factors affecting the reproductive organ forming of broad bean[J]. Outlook on Agriculture, 1982, 11(4): 179-184.
- [12] Thompson R. Outlook on broad bean in North Europe [J]. Outlook on Agriculture, 1982, 11(3): 127-133.
- [13] 文 军, 刘金祥. 草本植物遮荫效应的研究进展[J]. 草业科学, 2007, 24(9): 93-95.
- [14] Bordman N K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants[J]. Annu Rev Plant Physiology, 1977, 28: 355-377.
- [15] 黄成林, 吴泽民. 遮荫条件下绞股蓝光合作用特点的研究[J]. 应用生态学报, 2004, 15(11): 2099-2103.
- [16] Van Esbroeck GA, Hussey MA, Sandson MA. Reversal of dormancy in swithgrass with low-light photoperiod extension[J]. Biol Tech, 2004, 91: 141-144.

(上接第 135 页)

参考文献:

- [1] Nasrallah J B, Rundle S J, Nasrallah M E. Genetic evidence for the requirement of the Brassica S-locus receptor kinase gene in the self-incompatibility response[J]. Plant J, 1994, 5: 373-384.
- [2] 戚存寇. 甘蓝型油菜自交亲和性分析及自交系基础群体筛选[J]. 中国油料, 1997, 19(4): 11-13.
- [3] 刘后利. 几种芸薹属油菜的起源和进化[J]. 作物学报, 1984(10): 9-18.
- [4] 段利云, 王通强, 阳标仁, 等. 甘蓝型油菜主要农艺性状的主成分和聚类分析[J]. 山地农业生物学报, 2007, 26(5): 381-385.
- [5] 罗玉秀, 杜德志. 青海大黄油油菜主要农艺性研究[J]. 西北农业学报, 2007, 16: 0136-139.
- [6] 牟同敏, 郑 琦. 油菜产量构成因素的相关和通径分析[J]. 中国油料, 1984(1): 21-23.
- [7] 陈 静, 陶贵祥, 杨 晓. 贵州芥菜型油菜产量与主要农艺性状的关联度分析[J]. 贵州农业科学, 1997, 25(4): 33-35.
- [8] 何余堂, 马朝芝. PCR 步行法克隆油菜自交不亲和基因[J]. 中国油料作物学报, 2004, 26(4): 1-5.
- [9] 孙万仓, 范惠玲, 孟亚雄, 等. 白菜型油菜自交亲和和性变异分析[J]. 西北植物学报, 2006, 26(2): 107-109.
- [10] 刘后利, 傅廷栋. 甘蓝型油菜自交不亲和系, 保持系和恢复和选育初报[J]. 华中农学院学报, 1981(3): 9-28.
- [11] 方智远, 孙培田, 刘玉梅. 甘蓝条件优势利用和自交不亲和系选育的几个问题[J]. 中国农业科学, 1983, 16(3): 51-62.
- [12] 刘后利. 油菜的遗传和育种[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985: 203-230.
- [13] 傅廷栋. Breeding of maintainer and restorer of self-incompatible lines in *B. napus* [J]. Cruciferae Newsletter, 1981(6): 39-42.
- [14] 高永同. 甘蓝型油菜自交亲和系选育初报[J]. 湖北农业科学, 1981, (8): 8-13.
- [15] 马朝芝, 傅廷栋. 甘蓝型油菜自交不亲和和保持系的选育及其利用潜力[J]. 华中农业大学学报, 2003(1): 13-17.

不同光照强度对芸豆光合特性及产量性状的影响

作者: [华劲松](#), [戴红燕](#), [夏明忠](#), [HUA Jinsong](#), [DAI Hongyan](#), [XIA Mingzhong](#)
作者单位: [华劲松,戴红燕,HUA Jinsong,DAI Hongyan\(四川农业大学,农学院,四川雅安,625000;西昌学院,高原及亚热带作物研究所,四川西昌,615013\)](#), [夏明忠,XIA Mingzhong\(西昌学院,高原及亚热带作物研究所,四川西昌,615013\)](#)
刊名: [西北农业学报](#) 
英文刊名: [ACTA AGRICULTURAE BOREALI-OccIDENTALIS SINICA](#)
年,卷(期): 2009, 18 (2)
被引用次数: 5次

参考文献(16条)

1. [杜占池](#) [遮阴对谷子和花生光合特性的影响](#) 1982 (03)
2. [邱泽生](#) [小麦的小花发育与碳氮代谢的关系](#) 1980 (03)
3. [赵久然](#) [不同时期遮光对玉米籽粒生产能力的的影响及籽粒败育过程的观察](#) 1990 (04)
4. [裴保华](#) [模拟林木遮光对小麦生育和产量的影响](#) 1998 (01)
5. [蔡昆争](#) [不同生育期遮光对水稻生长发育和产量形成的影响](#)[期刊论文]-[应用生态学报](#) 1999 (02)
6. [夏明忠](#) [遮光对蚕豆花荚形成和脱落的影响](#) 1989 (02)
7. [王绍辉;张振贤](#) [遮荫对生姜生理生化特性的影响](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 1999 (02)
8. [李初英](#) [不同遮光胁迫对大豆产量性状及产量的影响](#)[期刊论文]-[大豆科学](#) 2006 (03)
9. [秦舒浩](#) [遮光处理对西葫芦幼苗形态特征及光合生理特性的影响](#)[期刊论文]-[应用生态学报](#) 2006 (04)
10. [刘建国](#) [行距配置与密度对奶花芸豆群体冠层结构及产量的影响](#)[期刊论文]-[中国农学通报](#) 2005 (10)
11. [Peat W E](#) [The factors affecting the reproductive organ forming of broad bean](#) 1982 (04)
12. [Thompson R](#) [Outlook on broad bean in North Europe](#) 1982 (03)
13. [文军;刘金祥](#) [草本植物遮荫效应的研究进展](#)[期刊论文]-[草业科学](#) 2007 (09)
14. [Bordman N K](#) [Comparative photoset thesis of sun and shade plants](#) 1977
15. [黄成林;吴泽民](#) [遮荫条件下绞股蓝光合作用特点的研究](#)[期刊论文]-[应用生态学报](#) 2004 (11)
16. [Van Esbroeck GA;Hussey MA;Sandson MA](#) [Reversal of dormancy in swithgrass with low-light photoperiod extension](#) 2004

本文读者也读过(10条)

1. [张勇哲](#), [邹德林](#), [侯立梅](#), [侯丽娟](#), [刘继生](#), [ZHANG Yong-zhe](#), [ZHOU De-lin](#), [HOU Li-mei](#), [HOU Li-juan](#), [LIU Ji-sheng](#) [光照强度对刺龙芽生长量及嫩芽品质的影响](#)[期刊论文]-[延边大学农学报](#)2008, 30 (1)
2. [杨再强](#), [谢以萍](#), [王立新](#), [YANG Zai-qiang](#), [XIE Yi-ping](#), [WANG Li-xin](#) [四季杨和南抗杨光合特性的研究](#)[期刊论文]-[华中农业大学学报](#)2008, 27 (5)
3. [黄嘉鑫](#), [车代弟](#), [龚东芳](#), [廉利](#) [光照长度对早、中、晚熟三类唐菖蒲生长、开花的影响](#)[期刊论文]-[北方园艺](#) 2003 (4)
4. [吴正锋](#), [王才斌](#), [万书波](#), [李新国](#), [孙奎香](#), [WU Zheng-feng](#), [WANG Cai-bin](#), [WAN Shu-bo](#), [LI Xin-guo](#), [SUN Kui-Xiang](#) [弱光胁迫对花生叶片光合特性及光合诱导的影响](#)[期刊论文]-[青岛农业大学学报\(自然科学版\)](#) 2010, 27 (4)
5. [吕长山](#), [王金玲](#), [于广建](#), [陈晓盼](#) [不同光照强度对辣椒果实品质及产量的影响](#)[期刊论文]-[北方园艺](#)2005 (1)
6. [练发良](#), [向盛萍](#), [吴平荷](#), [赵彩芳](#), [雷珍](#), [袁德义](#), [戴海英](#), [LIAN Fa-liang](#), [XIANG Sheng-ping](#), [WU Ping-he](#), [ZHAO Cai-fang](#), [LEI Zhen](#), [YUAN De-yi](#), [DAI Hai-ying](#) [小叶蚊母的光合特性研究](#)[期刊论文]-[浙江林业科技](#)2010, 30 (4)
7. [蔡湘文](#), [张学洪](#) [光照强度和温度对铬超富集植物李氏禾生长的影响](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#)2009, 37 (34)
8. [刘海聪](#), [刘金祥](#), [孙进武](#), [李德明](#), [李生彬](#), [LIU Hai-cong](#), [LIU Jin-xiang](#), [SUN Jin-wu](#), [LI De-ming](#), [LI Sheng-bin](#)

[香根草腋芽动态与不同龄株光合特性的研究](#)[期刊论文]-[甘肃农业大学学报](#)2010, 45(2)

9. [翁忙玲](#), [韩健](#), [卞新民](#), [姜卫兵](#), [WENG Mang-ling](#), [HAN Jian](#), [BIAN Xin-min](#), [JIANG Wei-bing](#) [遮光处理对山葵幼苗生长及光合特性的影响](#)[期刊论文]-[西南农业学报](#)2010, 23(5)

10. [刘磊](#), [庞洪影](#), [杨峰](#), [黄凤兰](#), [孟凡娟](#), [LIU Lei](#), [PANG Hong-ying](#), [YANG Feng](#), [HUANG Feng-lan](#), [MENG Fan-juan](#) [3种引种杨树和3种乡土杨树苗叶的光合特性比较](#)[期刊论文]-[西部林业科学](#)2010, 39(3)

引证文献(5条)

1. [华劲松](#) [遮光对芸豆籽粒生长及品质的影响](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2013(2)

2. [李亚齐](#), [高祥斌](#), [孙健](#), [王泽翻](#), [赵惠恩](#) [光照强度对景天三七的生长和品质的影响](#)[期刊论文]-[黑龙江农业科学](#) 2012(1)

3. [梁磊](#), [何勇](#), [朱祝军](#) [不同光照强度对叶菜类观赏蔬菜生长的影响](#)[期刊论文]-[北方园艺](#) 2010(24)

4. [孔云](#), [崔思然](#), [姚允聪](#), [许永新](#), [刘永霞](#) [遮光对温室番石榴新梢和叶片形态及其光合特性的影响](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2010(5)

5. [刘济明](#), [闫国华](#), [徐国瑞](#), [王敏](#), [张东凯](#), [廖小锋](#) [罗甸小米核桃幼苗对光照强度变化的生理响应](#)[期刊论文]-[西南农业学报](#) 2012(6)

引用本文格式: [华劲松](#), [戴红燕](#), [夏明忠](#), [HUA Jinsong](#), [DAI Hongyan](#), [XIA Mingzhong](#) [不同光照强度对芸豆光合特性及产量性状的影响](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2009(2)