

不同时期遮光对蚕豆根瘤生长及产量的影响*

王晓云, 夏明忠, 华劲松

(西昌学院, 四川 西昌 615013)

【摘要】试验研究了不同时期遮光对蚕豆根瘤生长及根、茎、叶、花荚和籽粒产量的影响。结果表明,在高光照条件下,有利于蚕豆根瘤的形成,根瘤衰亡期推迟,而遮光导致蚕豆根瘤数量减少,根瘤衰亡速度加快,遮光后对根瘤分布的影响表现在侧根上的根瘤数量比例增大,主根上的根瘤数量比例降低,从而影响根瘤的整体固氮效率。在蚕豆各生育时期,开花结荚和鼓粒期遮光对蚕豆根瘤生长的影响最大,植物器官叶和茎干物质重显著增加,根、花和荚果干物质重显著降低。

【关键词】蚕豆 遮光 根瘤 产量

【中图分类号】S643 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2007)02-0028-04

大气中的氮被还原为氨的过程称为生物固氮作用 (biological nitrogen fixation)^[1]。豆科 (Leguminosae) 植物近 2000 个种中约有 15% 具有共生固氮系统,其中有 90% 与根瘤菌共生形成根瘤,如大豆、蚕豆、三叶草、苜蓿与根瘤菌的共生,是农业中最重要的共生体系。由于生物固氮的重要性,有关控制生物固氮的环境与遗传因素的研究倍受重视。很多研究表明,影响固氮作用的速率和产量除与豆科植物和固氮生物的遗传因素有关外,还与它们所处的环境条件有关,凡是能增加植物光合作用能力的因素,如适宜的水分、温度、光照和高 CO₂ 水平等都可以促进固氮作用^[2]。光照对作物生长及形态建成有重要作用,因为光照是作物进行光合作用的能量来源^[3,4]。植物体各器官和组织保持发育上的正常比例,也与一定的光照强度有关^[3,5]。光照能促进组织和器官的分化,同时也可能制约器官的生长发育速度^[3]。光合和固氮均是豆科作物生理过程,二者相互依存^[6-8]。本试验是在前人研究基础上,研究蚕豆不同生长时期遮光对其根瘤生长及各器官生物产量的影响。这对于揭示光照与根瘤生长发育及固氮的关系,探索豆科作物在不同生育期,因密植叶片相互遮阴,某一生育时期因多阴雨或间套种植引起一定时期株间光合强度减弱,对蚕豆根瘤的生长和产量形成的影响,进而研究其高产栽培技术具有一定的参考意义。

1 材料和方法

试验品种为西昌大白蚕豆。试验于 2006 年 10 月 10 日至 2007 年 4 月 20 日在西昌学院试验农场进行。试验采用盆栽,盆钵高 35cm,直径 33cm。土壤类型为砂壤土,其中拌合 10% 的细沙、5% 干粪装盆备用。10 月 10 日播种,每钵播种 5 株,出苗后 15d (三叶期)定苗,每钵留 3 株。试验管理水平同大田生产。遮光用钢管搭 1.3m 高的框架,四周罩上白色纱布进行遮光,在北面留口便于蜂蜜进出。用 ST—II 型照度计在一天中的不同时间对罩内不同位置进行光照强度测量,测得罩内平均光照强度约为自然光照强度的 50%;用干湿温度计测得罩内平均气温比外界低 1.5℃ 左右,相对湿度高 3% 左右。

试验设 5 个处理,每个遮光处理 2 钵,重复 3 次,并设置相同数量的对照。各处理分别为 A:出苗后 16~45d (苗期)遮光;B:出苗后 46~75d (花芽分化期)遮光;C:出苗后 76~105d (开花结荚期)遮光;D:出苗后 106d~成熟 (鼓粒期)遮光;E:全生育期自然光照 (CK)。

在每次处理完成的当天,进行取样,用自来水冲洗根系,记录主根和侧根长度,侧根数量和有效根瘤 (直径 ≥ 1mm 的红色根瘤)数量。测定植株根、根瘤、茎、叶、花、荚果的干重。运用 F 测验和新复极差法进行数据分析。

收稿日期 2007-05-01

*基金项目:本研究为西昌学院夏明忠教授主持的蚕豆生理生态研究课题的一部分。

作者简介:王晓云(1982-),男,农学系 2003 级农学本科学生。

2 结果与分析

2.1 不同时期遮光对蚕豆根及根瘤生长的影响

2.1.1 对根的长度及数量的影响

蚕豆出苗 16 ~ 45d 遮光 30d , 主根长度平均为 39.0cm , 对照主根长度平均为 63.3cm , 差异达显著水平 (表 1) ; 出苗 46 ~ 75d 遮光 , 主根长度平均为

41.8cm , 对照主根长度平均为 49.1cm , 差异不显著 ; 出苗 76 ~ 105d 遮光 , 主根平均长度为 59cm , 对照为 76.65cm , 差异显著 ; 出苗 106d ~ 成熟遮光 , 主根平均长度为 35.3cm , 对照为 51.8cm , 差异极显著。说明蚕豆在苗期、开花结荚和鼓粒期 , 遮光对主根的生长影响较大。

表 1 蚕豆不同时期遮光对主根长度影响的性状分析 (单位: cm/株)

处理	处理 A			处理 B			处理 C			处理 D		
	主根长度	差异显著性 5%	1%	主根长度	差异显著性 5%	1%	主根长度	差异显著性 5%	1%	主根长度	差异显著性 5%	1%
对照	63.3	a	A	41.8	a	A	76.7	a	A	51.8	a	A
遮光	39.0	b	A	49.1	a	A	59.0	b	A	35.3	b	B

通过对侧根数量分析表明, 遮光对蚕豆的侧根生长有较大的影响, 侧根数量与对照相比趋于减少, 但在出苗 46 ~ 75d 遮光, 侧根数量反而比自然光照下的侧根数量多, 而且差异达显著水平, 此时期遮光侧根数平均为 128 条, 自然光照下的侧根数平均为 96 条。这种情况可能是因为该时期地上部分生长比地下部分生长快, 而且此时期蚕豆正处于营养生长和生殖生长并进时期, 营养生长和生殖生长之间矛盾突出造成的。

2.1.2 对根瘤数目的影响

从四次遮光处理结果来看, 除处理 B 与对照的差异不显著外, 其余三个处理与对照间差异都显著

(表 2)。说明根瘤在蚕豆整个生育过程中, 在幼苗生长期, 光照对根瘤的生长影响不大, 但是在蚕豆的开花结荚和鼓粒期, 光照对根瘤的影响显著, 也就是说开花结荚和鼓粒期是蚕豆生物固氮对光照的敏感期。虽然在处理 A 中遮光的根瘤数大于对照的根瘤数, 但是从四次处理的根瘤平均数的整体趋势来看, 对照中的根瘤数形成速度要比遮光后的根瘤形成快, 遮光加快了根瘤的衰亡速度 (图 1)。Lawnhe 和 Brun(1974) 及 Farnham 等 (1986) 在大豆和花生上的研究, 也表明高光条件下, 有利于根瘤的形成, 根瘤衰亡期推迟^[9, 10]。

表 2 蚕豆不同时期遮光对根瘤数目影响的性状分析 (单位: 个/株)

处理	处理 A			处理 B			处理 C			处理 D		
	根瘤数目	差异显著性 5%	1%	根瘤数目	差异显著性 5%	1%	根瘤数目	差异显著性 5%	1%	根瘤数目	差异显著性 5%	1%
对照	219	a	A	290	a	A	243	a	A	100	a	A
遮光	108	b	A	288	a	A	187	b	A	44	b	B

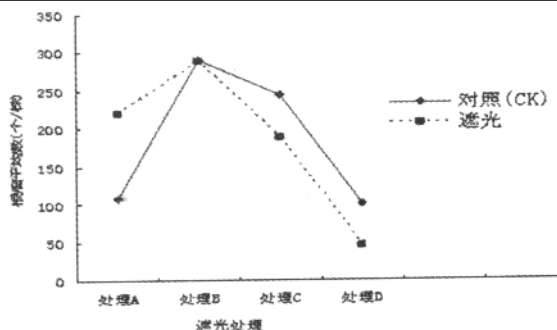


图 1 不同时期根瘤的平均数目

2.1.3 对根瘤分布的影响

遮光后蚕豆根瘤分布于侧根上的数量比自然光照下的多, 但主根上的根瘤体积和个数都有不同程度的减少。这在处理 C 和处理 D 中表现的最为明显 (表 3)。处理 C 中主根上的根瘤数量占总根瘤数量的 34%, 对照为 42%; 处理 D 中主根上的根瘤数量占总根瘤数量的 38%, 对照为 41%。有研究表明蚕豆根瘤分布在主根和侧根上的固氮效率不相同, 固氮效率高的根瘤主要分布在主根上^[11]。因此, 在蚕豆开花结实和鼓粒期遮光对蚕豆固氮效率有较大影响。

表 3 遮光处理后根瘤数量分布情况统计

	处理 C		处理 D	
	遮光	对照	遮光	对照
主根上的根瘤数	64	103	17	41
侧根上的根瘤数	123	140	27	59
根瘤总数	187	243	44	100

注:表中的根瘤都为有效根瘤(单位:个/株)

2.2 不同时期遮光对蚕豆各器官产量的影响

2.2.1 根部重量

通过对根重结果分析表明,处理 A 与对照差异显著,处理 B、处理 C 与对照差异不显著,处理 D 与对照差异极显著(表 4)。说明蚕豆根瘤的干重在蚕豆开花结荚和鼓粒期受光照强度的影响最为显著。通过对根瘤重量结果分析表明,处理 A 与对照差异显著,遮光后根瘤干重大于自然光照下的根瘤干重;处理 B、处理 C 与对照差异不显著,处理 D 与对照差异显著,遮光后根瘤干重小于自然光照下的根瘤干重。表明在蚕豆鼓粒期,根瘤重量受光照的影响比

较明显。

2.2.2 茎干重

结果分析表明,处理 A、处理 B 与对照差异不显著,处理 C 与对照差异显著,处理 D 与对照差异极显著,表明遮光会使茎干重增大,且在开花结荚和鼓粒期影响最为明显,这与夏明忠(1998)和李初英等(2005)研究结果相同,即在遮光条件下,蚕豆茎秆增长^[5,11-13]。Behairy(1994)进行大豆与玉米间作研究也表明,大豆在播种出苗后 70d,由于玉米逐渐长高,大豆能够吸收的光能越来越少,与单种大豆相比,植株高度和重量会增加,但分枝相对减少^[11]。

表 4 不同时期遮光对蚕豆各器官干重的影响 (单位: g/株)

	处理 A		处理 B		处理 C		处理 D	
	遮光	对照	遮光	对照	遮光	对照	遮光	对照
叶干重	4.15**	3.36	6.82	10.34	10.78	11.50	11.99	10.94
茎干重	2.50	2.32	7.20	11.36	16.07*	11.42	23.80**	11.48
花干重	/	/	0.49	0.34	1.07*	1.82	/	/
根干重	3.10*	3.68	4.87	4.69	10.59	10.94	4.91**	11.00
根瘤干重	0.33*	0.20	0.39	0.46	0.58	0.54	0.63*	2.80
荚果干重	/	/	/	/	/	/	5.80*	10.97

注: * 表示差异达显著水平, ** 表示差异达极显著水平。

2.2.3 叶干重

从分析结果看,处理 A 与对照差异极显著,其后三个处理与对照差异都不显著。即在出苗 16~45d 遮光,叶干重比自然光照下的叶干重大,其他时期虽然叶片总面积较对照大,但由于比叶重小^[5],所以叶干重变化不明显。

2.2.4 花、荚果或籽实重

遮光后花干重较对照有明显降低,出苗 76~105d 遮光表现的最为明显。遮光对蚕豆荚果干重有显著影响,这与 Torrey 等人就低光照对豆科作物生长及固氮作用影响的研究结果基本相同,即遮光使植物荚果数量降低。夏明忠(1998)也有报道,自然光照植株紧凑,杆矮,叶片、花朵和荚果较多^[5,11]。

3 结论

3.1 蚕豆出苗 16~45d 遮光,蚕豆地上部分增长速度较慢,地下根系生长较快,开始形成根瘤^[15,16]。在这个时期根瘤形成的速度较快,不仅受光照的影响较大,而且还受其它因素的影响,遮光后蚕豆根瘤数量比自然光照下的数量多,原因可能是遮光导致温度和湿度都发生了改变,综合因素更有利于根瘤的形成。

3.2 蚕豆出苗 46~75d 遮光,此时,蚕豆处于营养生长和生殖生长并进时期,营养生长和生殖生长之间以及生殖器官的花与花之间、花与荚之间对能量和养分的争夺,势必导致供需矛盾十分突出,当外界条件发生变化时,营养生长和生殖生长并进期进行复

杂组合^[11]。另外该时期正处于一年中气温最低时期,蚕豆的各种生理活动减慢或降低。所以,光照强度在该时期对蚕豆根瘤生长及生物产量的影响不显著。

3.3 蚕豆出苗 76 ~ 105d 遮光,此时期蚕豆的主根长度及根瘤数量受光照强度的影响显著,但对根瘤的干重影响不显著。茎干重受光照强度影响大,遮光后茎干重明显高于对照。遮光后的蚕豆干重与对照有明显差异。说明此时期光照强度影响到蚕豆花的形成,遮光后的花朵明显少于对照,结果直接导致后期结荚数和产量的下降。

3.4 蚕豆出苗 106 ~ 成熟遮光,对主根长度有极显著

的影响,此时期蚕豆根生长速度减慢,但遮光后蚕豆根生长的减慢速度比在自然光照下更迅速。根瘤数量受光照的影响极显著,其干物质重量影响也显著。茎杆的干重受到的影响较处理 C 更加显著。遮光后的茎杆平均高度明显大于自然光照下的茎杆平均高度。

综上所述,在蚕豆出苗 46 ~ 75d,遮光对蚕豆的生长影响不大;在蚕豆出苗 76d 至成熟遮光对蚕豆影响大。因此,蚕豆的开花结荚和鼓粒期是蚕豆光照敏感期,此时期光照强度变化直接影响到蚕豆的荚果产量。所以,在此时期一定要注意蚕豆田间通风透光。

参考文献:

- [1] 刘永定译. 固氮生物学[M]. 北京: 农业出版社, 1985: 65 - 72.
- [2] 尤崇构. 生物固氮[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 163 - 168.
- [3] 任永波, 任迎虹. 植物生理学[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2001: 45 - 74.
- [4] 李扬汉. 植物学[M]. 上海: 科学技术出版社, 1984: 43 - 50.
- [5] 夏明忠. 蚕豆生理生态研究[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1998: 29 - 41.
- [6] Peat, W. E., The factors affectig the reproductive oraran forming of broad bean (*V. fabaminor*) flower[J]. *Fabis Newsletter*, 1982, (5): 32 - 34.
- [7] Wilson P. W. Fred E. B. & Salman M. B. Relation between carbon dioxide and elemental nitrogen assimilation in leguminous plants[J]. *Soil Science*. 1933, (35): 145 - 165.
- [8] Cralle. H. T&Heichel. G. H. Nitrogen fixation and vegetative regrowth of alfalfa and birdsfoot tefoil after successive harvests or floral debudding[J]. *Plant Physiology* 1981. (67): 898 - 905.
- [9] Farnham M. W. Gross H. D. & cappy J. J. Effect of light level on dinitrogen fixaton and carbohydrate distribution in Virginia Peanuts[J]. *Crop Science*. 1986, (26): 311 - 316.
- [10] Lawn R J& Brun W. A. Symbiotic nitrogen fixation in soybeans. I. Effect of photosynthetic source - sink manipulaton[J]. *Crop Science*. 1974, (14): 11 - 16.
- [11] 夏明忠. 蚕豆生理生态学[M]. 成都: 四川大学出版社, 2003: 1 - 3, 23 - 25, 157 - 164.
- [12] 刁治民, 李锦萍, 马寿福. 青海蚕豆根瘤菌共生固氮效应的研究[J]. *青海师范大学学报(自然科学版)*, 2002, (1): 55 - 59.
- [13] 李初英, 孙祖英等. 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.
- [14] Bedhairy T G. Effect of intercropping patterns on soybean growth and photosynthetic apparatus[J]. *Egyptian Journai of Physiologicai Sciences*. 1994, 18(1): 168 - 178.
- [15] 董钻, 沈秀瑛. 作物栽培学总论[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 62 - 71.
- [16] 杨文钰, 屠乃美. 作物栽培学各论(南方本)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 234 - 44.

Effects of Shading at Different Growth Stages on Nodule and Grain Yield in Faba Bean

WANG Xiao - yun, XIA Ming - zhong, HUA Jin - song

(Xichang College, Xichang, Sichuan 615013)

(下转 36 页)

153.

[13] 彭永宏等. 遮阴处理对容器育柑桔幼苗生长与微环境的影响[J]. 果树学报. 1998. (4): 306 – 311.
 [14] 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.
 [15] 夏明忠, 遮阴对蚕豆产量根瘤生长的影响[J]. 西南农业学报, 1997, 10(1): 53 – 59.
 [16] 高如嵩, 张宝军, 李文瑞. 大麦芒对籽粒产量的作用[J]. 作物学报, 1991, 74(4): 241.
 [17] 蔡昆争, 骆世明. 遮阴对水稻生长发育和产量构成的影响研究[J]. 应用生态学报, 1999(10): 193 – 196.
 [18] 侯国强, 陈端生, 刘步洲. 遮阴和整枝对甜椒小气候和生态生理的影响[J]. 园艺学报, 1987, (14): 251 – 256.

Effects of Shading at Different Growth Stages on Photosynthetic Characteristic and Grain Yield in Faba Bean

ZHANG Lin, XIA Ming – zhong

(Xichang College, Xichang, Sichuan 615013)

Abstract: This article discussed the effects of shading on chlorophyll content, photosynthetic rate and dry matter weight to faba bean with different growth stages. The experiments indicated that the chlorophyll content and photosynthetic rate of leaf were significantly higher with shading treatment than those with control treatment, especially after 76 ~ 105 days, the difference was the greatest. Shading was favourable to the nutrition organ growth of faba bean. Compared with the control treatment, the dry weight of stem and leaves were increased with different degree, and the formation and growth of reproductive organ was restrained, the shedding rate of flower and pod were increased, and the dry weight of pod was reduced obviously.

Key words: Faba bean; Shading; Photosynthetic characteristic; Grain yield

(责任编辑 张荣萍)

(上接 31 页)

Abstract: This experiments studied the growth of nodule, root stem, leaf, flower pod and grain yield with shading at different growth stages to faba bean. The results indicated that high light was favourable to the growth of faba bean and the delayed of nodule wane. But the number of nodules was decreased and the die of nodule faster. The proportion of sideroot nodule was increased but the taproot's was decreased of shading treatment. Consequently the efficiency nitrogen fixation was low. In different growth stage, effects of the growth nodule at flowering and podding stage were the greatest. The dry weight of leaves and stem were increased significantly, but the dry weight of root and pod were decreased.

Key words: Faba bean; Shade; Nodule; Grain Yield

(责任编辑 张荣萍)