

大豆始粒期荚遮光对荚粒物质积累的影响

章建新, 薛丽华, 伊力哈木, 康建涛

(新疆农业大学农学院, 新疆 乌鲁木齐 830052)

摘 要: 以黑河 17 等 13 份大豆品种(系)为材料, 始粒期采用整株荚遮光法研究分析豆荚对粒重的相对光合贡献及荚遮光对荚、粒物质积累的影响。结果表明, 荚对粒重的相对贡献因基因型而异, 变幅为 0.6%~16.6%; 叶面积与荚面积比值较小的龙品 90—055 和石豆 2, 较比值较大的 W1 和垦 18, 荚对粒重的相对光合贡献率高; 荚遮光对粒重与荚壳重的比值影响因基因型不同呈现降低、不变和升高三种类型, 其中升高类型占大多数, 表明荚遮光对荚壳物质积累的抑制大于籽粒的占多数。荚遮光处理降低成熟期籽粒及荚壳中蔗糖和还原糖含量, 且籽粒的降低幅度明显大于荚壳, 籽粒和荚壳的淀粉含量降低幅度相近; 荚遮光处理降低成熟期荚壳的淀粉含量, 其降幅明显大于蔗糖和还原糖。

关键词: 大豆; 荚遮光; 相对光合贡献; 物质积累

中图分类号: S311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)03-0128-05

大豆豆荚是叶片的同源器官, 具有完整的光合作用功能结构, 豆荚除了对子粒具有保护作用外, 还可以通过自身的光合作用结构产生一定量的光合产物, 供应子粒生长发育的需要^[1,2]。荚在大豆产量形成中起重要的作用^[3]。以前曾采用荚遮光法估算了大豆豆荚对粒重的相对光合贡献^[4], 但豆荚的物质积累与子粒的生长关系不清楚, 本文采用始粒期整株荚遮光法, 通过研究豆荚, 子粒的物质积累变化, 进一步从荚粒物质积累与分配方面探明荚与子粒生长的关系, 对进一步深入认识豆荚与子粒的关系, 提高大豆产量具有重要意义。

1 材料和方法

1.1 试验材料

早熟类型: 黑河 17、黑河 95—81、比 97—24、垦 18; 中熟类型: W1、绥农 4、石豆 2、哈 82—7851、金碓大豆、苏早 2; 晚熟类型: 龙品 90—055、哈 91—701、哈 91R3—232。

1.2 试验方法

试验于 2006 年在新疆农业大学试验农场进行。试验地为壤土, 有机质 65.3 g/kg, 速效氮 70.3 mg/kg, 速效磷 48.9 mg/kg, 速效钾 266.6 mg/kg。4 月 13 日等行距(40 cm)播种, 每品种种 15 m², 保苗 34.5 万株/hm², 始花期追施尿素 150 kg/hm², 整个生育期灌水 5 次, 8 月初至 9 月中旬收获。

1.2.1 整株豆荚遮光处理

始粒期选生长整齐一

致, 荚数相近各基因型植株进行整株荚遮光处理: 用铝箔包裹遮光处理^[5](铝箔上扎有若干 1 mm 微孔, 以利于内外气体交换)。每基因型处理 5 株, 另选 5 株作对照, 并挂牌标记。成熟时分别对粒及荚壳称重, 然后磨碎烘干。分别测定子粒和荚壳中的可溶性总糖、蔗糖、淀粉含量。可溶性总糖和淀粉测定采用蒽酮法, 蔗糖测定采用间苯二酚法。

1.2.2 豆荚面积与叶面积测定 始粒期分别选取垦 18、W1、石豆 2 号、龙品 90—055 各 3 株, 始粒期测每层豆荚面积与叶面积。将各材料 3 株每节豆荚及叶片取下, 分别测定每节层豆荚面积和叶片面积。

1.2.3 相对光合贡献计算 相对光合贡献(%) = [(对照粒重—处理粒重)/对照粒重] × 100%

2 结果与分析

2.1 整株荚遮光对荚、粒重的影响

由表 1 可见, 不同基因型在始粒期整株荚遮光处理导致单株粒数较 CK 降低 0~20.0%, 单株荚壳重降低 1.0%~24.9%; 瘪荚数和瘪粒数分别增加 0~12 个、2~38 个; 百粒重降低 0.01~2.47 g, 最终导致单株粒重降低 0.6%~16.6%。荚遮光处理完全阻止鼓粒期间荚的光合作用进行, 降低单株粒数, 从而导致单株粒重的降低。

2.2 荚对粒重相对光合贡献的影响因素

2.2.1 各节位荚面积与叶面积比值 光合面积是影响光合产物生产的最主要因素之一。由图 1~4

收稿日期: 2007-09-24
基金项目: 国家自然科学基金(30660081); 新疆科技厅项目(200631104)
作者简介: 章建新(1962—), 男, 新疆石河子人, 教授, 博士生导师, 主要从事作物生理方面的研究。E-mail: zjxin401@126.com.

可见,叶面积与总荚面积随着节位的上移均呈现明显降低的趋势,特别是在顶部节荚面积与叶面积接近或略大于叶面积,加上顶部光照条件好,更有利于荚的光合作用。

表 1 整株荚遮光对荚、粒重的影响

Table 1 The effect of shading pod of whole plant on pod husk and seed weight

序号—材料—处理 Number—Material—Treatment		总荚数(个) Overall pod number		粒数(个) Seed Number		瘪荚数(个) Empty pod number		瘪粒(个) Empty seed number		粒重(g) Seed Weight		相对光合 贡献(%) Photosynthesis service		荚壳重(g) Pod husk weight		百粒重(g) 100-seed weight	
1	黑河 17 早熟 Heihe17	Z ₁	18.0	37.0	2.0	9.8	6.82	16.62	3.25	18.43							
		CK ₁	16.0	44.2	1.2	3.6	8.18	—	4.33	18.50							
2	黑河 95—81 早熟 Heihe95—81	Z ₂	29.8	59.2	2.6	9.2	13.53	1.67	4.83	22.85							
		CK ₂	28.2	60.2	0.6	5.6	13.76	—	5.21	22.86							
3	比 97—24 早熟 Bi 97—24	Z ₃	24.6	56.2	2.6	12.6	10.82	3.31	4.70	19.25							
		CK ₃	24.6	56.2	0.4	4.4	11.19	—	5.59	19.91							
4	垦 18 早熟 Ken18	Z ₄	51.4	89.4	2.0	16.0	16.92	8.00	8.24	16.45							
		CK ₄	51.2	111.8	1.2	10.0	18.39	—	9.07	18.93							
5	W1 中熟 W1	Z ₅	23.8	52.4	2.4	14.6	7.96	8.00	3.67	15.19							
		CK ₅	21.6	50.2	0.8	10.0	8.65	—	4.22	17.23							
6	绥农 4 中熟 Suinong ⁴	Z ₆	19.4	38.0	0.4	9.8	9.03	7.10	3.63	23.77							
		CK ₆	19.4	43.0	0.4	7.2	9.72	—	3.83	22.60							
7	石豆 2 中熟 Shidou ²	Z ₇	46.2	111.6	0.2	7.2	20.58	10.24	8.80	18.44							
		CK ₇	47.4	112.2	0.2	5.0	22.93	—	9.80	20.43							
8	苏早 2 中熟 Suzao ²	Z ₈	46.2	74.6	8.0	21.0	21.56	8.84	8.62	28.90							
		CK ₈	47.8	75.4	6.2	28.0	23.65	—	9.53	31.37							
9	金碓大豆中熟 Jinque soybean	Z ₉	62.6	69.4	17.0	59.4	22.71	0.61	16.25	32.72							
		CK ₉	62.6	69.4	5.0	21.4	22.85	—	18.32	32.93							
10	哈 82—7851 中熟 Ha82—7851	Z ₁₀	34.8	82.4	0.6	18.8	15.99	7.41	8.30	19.40							
		CK ₁₀	35.4	87.2	1.6	10.0	17.27	—	9.57	19.80							
11	哈 91—701 晚熟 Ha ⁹¹ —701	Z ₁₁	23.6	59.6	1.0	4.4	11.22	14.94	6.10	18.82							
		CK ₁₁	25.2	67.2	0.0	1.2	13.19	—	7.56	19.62							
12	哈 91R3—232 晚熟 Ha ⁹¹ R3—232	Z ₁₂	30.6	66.4	2.4	10.8	11.72	10.40	5.60	17.65							
		CK ₁₂	31.4	71.8	1.0	4.6	13.08	—	5.68	18.22							
13	龙品 90—055 晚熟 Longpin ⁹⁰ —055	Z ₁₃	38.2	75.4	2.6	16.6	18.16	12.06	8.33	24.08							
		CK ₁₃	40.0	80.8	1.0	7.6	20.65	—	9.85	25.56							

注:Z 表示荚遮光处理,CK 表示荚未遮光处理。

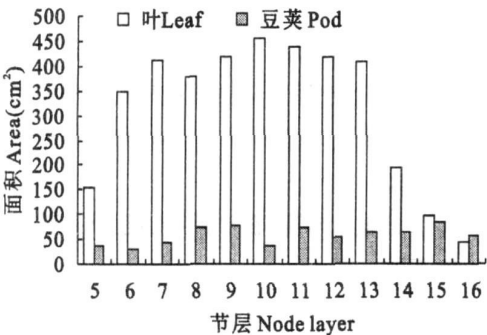


图 1 垦 18 豆荚面积与叶面积
Fig. 1 Ken18 of pod and leaf area

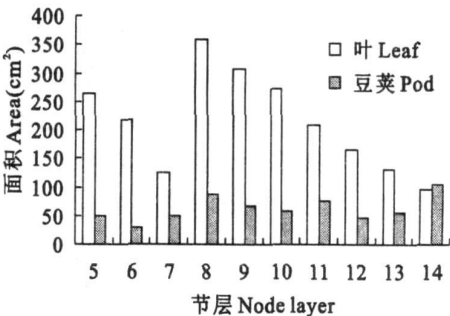


图 2 W1 豆荚面积与叶面积
Fig. 2 W1 of pod and leaf area

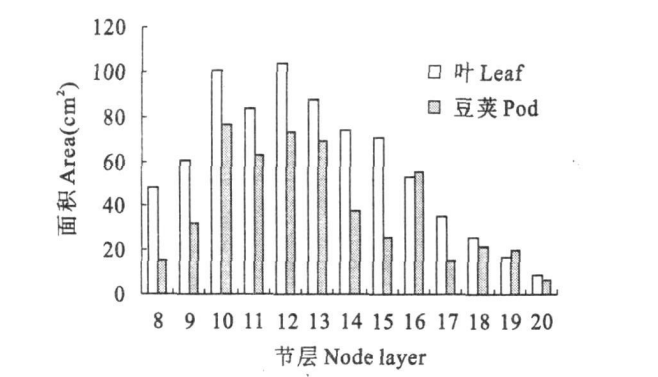


图 3 石豆 2 荚面积与叶面积

Fig.3 Shidou2 of pod and leaf area

大豆子粒的光合产物除主要来自叶片外,还来自荚、叶柄等非叶光合器官。由表 2 可见,龙品 90—055、石豆 2 叶面积与荚面积比值较小,分别为 1.64、1.50,荚对子粒的相对光合贡献较大,分别为

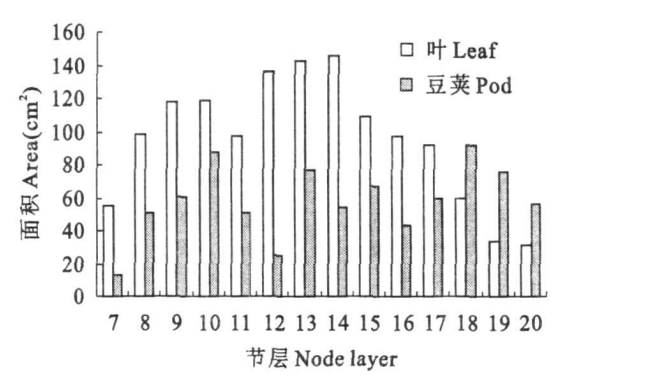


图 4 龙品 90—055 荚面积与叶面积

Fig.4 Longpin90—055 of pod and leaf area

12.06%、10.24%;W1、垦 18 叶面积与荚面积比值较大,分别为 3.45、5.45,荚对子粒的相对光合贡献较小,为 8%。

表 2 不同材料叶面积/荚面积比值与荚对粒重光合贡献

材 料 Material	W1	垦 18 Ken18	龙品 90—055 Longpin90—055	石豆 2 Shidou2
叶面积/荚面积 Leaf area/pod area	3.45	5.45	1.64	1.50
荚相对光合贡献(%) Relative photosynthesis service of pod	8.00	8.00	12.06	10.24

2.2.2 百粒重等因素 由表 3 可知,百粒重与荚对粒重的相对光合贡献呈负相关关系,相关系数为 -0.29;而荚壳重、荚数、粒数与荚对粒重的相对光

合贡献呈正相关,相关系数分别为 0.48、0.22、0.33,相关不显著。

表 3 荚对粒重的相对光合贡献与籽粒性状的相关系数

项 目 Item	百粒重 100—seed weight	荚壳重 Pod husk weight	荚数 Pod number	粒数 Seed number
荚相对光合贡献 Relative photosynthesis service of pod	-0.29	0.48	0.22	0.33

2.3 荚遮光粒重与荚壳重比值变化

由图 5 可见,成熟时粒重与荚壳重的比值因基因型而异,为 1.74~2.58。绥农 4 粒荚比最高,为 2.58,哈 91—701 最低,为 1.74,两者相差 0.84。整株豆荚遮光后,成熟期粒重与荚壳重的比值变化有三种类型。第一种为降低型:垦 18、哈 91R3—232、绥农 4 的粒重与荚壳重比值分别较 CK 降低 0.22、0.21、0.05;第二种不变型:石豆 2 号和苏早 2 号粒重与荚壳重比值无明显变化;第三种升高型:其余大多数基因型粒重与荚壳重比值较对照增加 0.04~0.30。表明垦 18、哈 91R3—232、绥农 4 荚遮光处

理对粒物质积累的抑制程度大于荚壳,石豆 2 号和苏早 2 号荚遮光处理对粒物质积累的抑制与荚壳相同,其余材料荚遮光处理对荚壳物质积累的抑制程度大于子粒。

2.4 荚遮光成熟期荚、粒中蔗糖、还原性糖、淀粉含量变化

各基因型整株荚遮光处理,子粒和荚壳中的蔗糖含量分别较 CK 降低 0.028%~2.658%、0.006%~0.452%,子粒中的蔗糖含量降低幅度明显大于荚壳(图 6~7)。

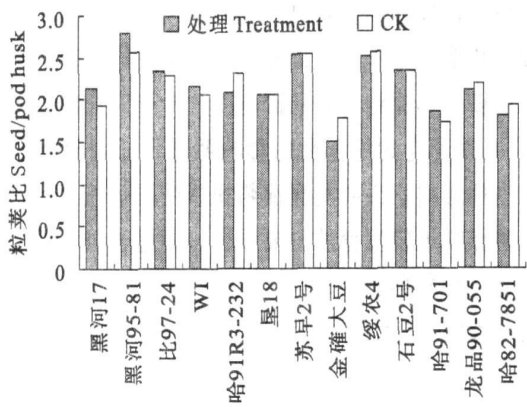


图5 粒重与荚壳重比值

Fig.5 The ratio of seed and pod husk weight

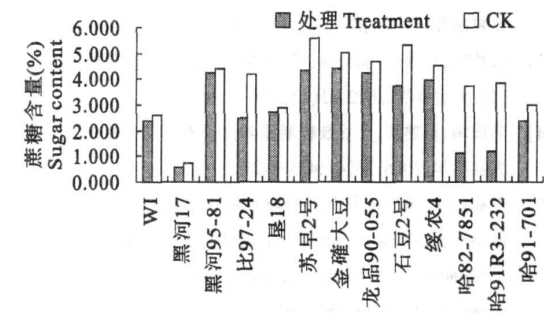


图6 子粒中蔗糖含量

Fig.6 The content of sugar in seed

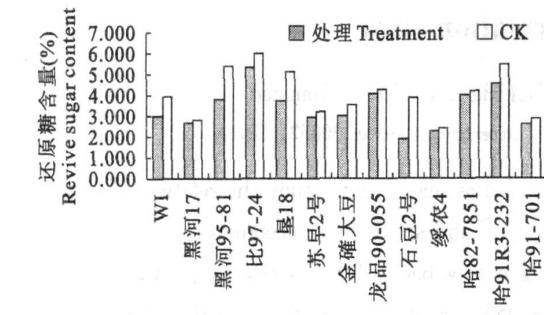


图8 子粒中还原糖含量

Fig.8 The content of revive sugar in seed

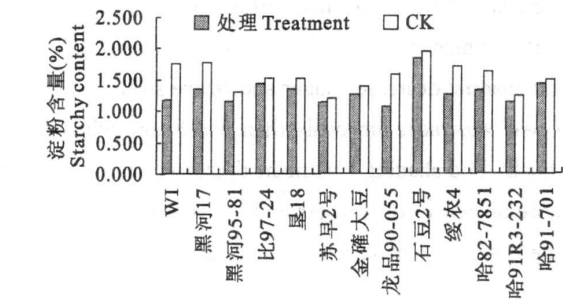


图10 子粒中淀粉含量

Fig.10 The content of starch in seed

各基因型荚遮光处理后子粒中还原性糖含量都较CK降低0.103%~1.556%;荚壳中还原糖含量较对照降低0.026%~0.486%。子粒中的还原糖含量降低幅度明显大于荚壳。(图8~9)。

各基因型整株荚遮光处理,子粒和荚壳中的淀粉含量分别较对照降低0.006%~0.575%、0.053%~0.814%。子粒中的淀粉含量降低幅度与荚壳相近(图10~11)。

荚遮光处理荚壳的淀粉的平均降幅(0.241%)明显大于蔗糖(0.226%)和还原糖(0.229%)的降幅(图7、9、11)。

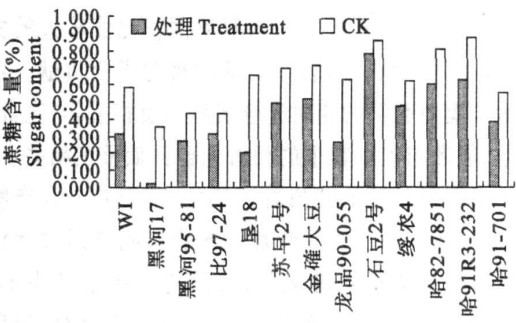


图7 荚壳中蔗糖含量

Fig.7 The content of sugar in pod husk

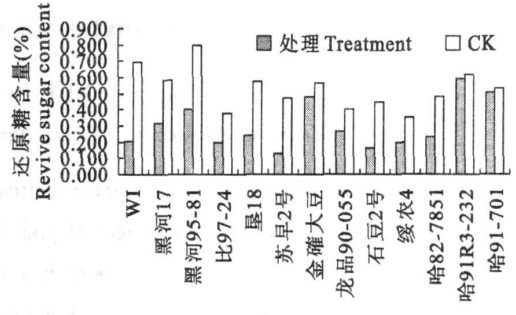


图9 荚壳中还原糖含量

Fig.9 The content of revive sugar in pod husk

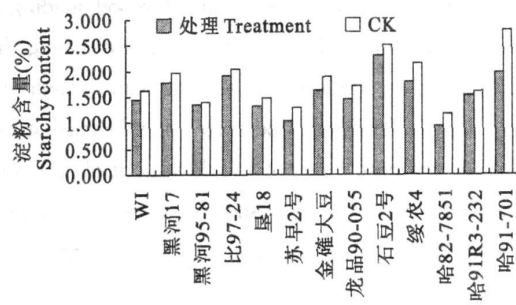


图11 荚壳中淀粉含量

Fig.11 The content of starch in pod husk

3 讨 论

以前以早熟大豆为材料,采用中上部荚遮光法的研究表明:荚对粒重的相对光合贡献为 27.3%~40.0%(平均 18.9%)^[4]。本试验采用整株荚遮光法研究与上述结果相近,各材料荚对粒重相对光合贡献变幅为 0.6%~16.6%,不同基因型之间差异明显。表明在大豆鼓粒期间,荚光合作用对粒重的形成起重要的作用。用整株荚遮光法估算荚对大豆粒重的相对光合贡献可克服部分节荚遮光因节位不同造成的误差,能更好地反映植株不同部位豆荚对粒重的相对光合贡献的整体情况。

叶面积与荚面积比值较小的材料“石豆 2 号”和“龙品 90—055”较叶面积与豆荚面积比值较大的材料“垦 18”和“W1”有较大的荚的相对光合贡献。百粒重与荚对粒重的相对光合贡献呈负相关,与壳重、荚数、粒数与荚对粒重的相对光合贡献呈正相关。

大豆豆荚是子粒的着生部位,荚壳是光合产物的临时“运转库”,大豆叶片的光合产物是通过叶柄→茎节→荚壳的运转途径,最终进入到子粒中的。已有的研究认为,豆荚的光合产物与叶片相似,以积

累淀粉为主,同时其积累量存在节位差异。豆荚中淀粉含量较叶片含量高,但豆荚中的蛋白质含量却较叶片低^[2]。本研究结果表明:荚遮光处理对子粒的蔗糖和还原糖含量的影响明显大于对淀粉含量的影响;对荚壳淀粉含量的影响明显大于对蔗糖和还原糖的影响。说明荚壳淀粉积累受阻可能是荚遮光处理影响子粒发育的主要原因。荚遮光处理使荚壳中的淀粉积累受阻,可能是由于荚本身的光合作用受到抑制,进入荚壳中的光合产物减少的缘故。

参 考 文 献:

- [1] 贺观钦,丁邦展,蒋陵秋.大豆源库关系的研究[J].大豆科学,1989,8(2):129—135.
- [2] 李茫雪,王学东,崔琳,等.大豆豆荚与叶片形态和生理特性比较研究[J].东北农业大学学报,2004,35(6):651—655.
- [3] 张桂茹,杜维广,满为群,等.高光效大豆品种豆荚解剖学特性[J].大豆科学,2002,21(1):14—17.
- [4] 薛丽华,章建新.大豆鼓粒期非叶光合器官与粒重的关系[J].大豆科学,2006,25(4):425—428.
- [5] Araus J L, Brown H R, Febrero A. Ear photosynthesis, carbon isotope discrimination and the contribution of respiratory CO₂ to differences in grain mass in durum wheat[J]. Plant, Cell and Environment, 1993, 16: 383—392.

Effect of pod shading on pod and seed matter accumulation at soybean seed formation stage

ZHANG Jian-xin, XUE Li-hua, YILI Ha-mu, KANG Jian-tao

(College of Agronomy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 30052, China)

Abstract: Heihe17 and other 12 soybean cultivars were used as materials to study the relative photosynthesis service of pod to seed weight and effect of pod shading to pod and seed matter accumulation by whole plant pod shading. The results indicated that the pods of different genotype had differently relative photosynthesis service rate, changing from 0.6% to 16.6%. For Longpin90—055 and Shidou2, with low ratio value of leaf area and pod area, the rate of pod relative photosynthesis service to seed weight is greater than that of W1 and Ken18 with higher ratio value of leaf area and pod area. Different genotypes had various effects on ratio value of seed weight and pod husk weight under the pod shading condition, and there were three sorts: decrease, changelessness and increase, with the sort of increase being the majority, which indicated that pod shading restrained pod husk matter accumulation more significantly than seeds. Pod shading decreased sugar and revive sugar content of seeds and pod husks at ripe stage, the decreasing range of seed was more obviously than pod husk, while there were approximate range of starch content of seed and pod husk. Pod shading treatment decreased starch content of pod husk at ripe stage, and the decreasing range was more obviously than sugar and revive sugar.

Keywords: soybean; pod shading; relative photosynthesis service; matter accumulation