

大豆鼓粒期非叶光合器官与粒重的关系^{*}

薛丽华 章建新

(新疆农业大学农学院, 乌鲁木齐 830052)

摘要 在田间条件下, R₆ 期采用铝箔遮光处理, 对三个早熟大豆材料中、上部节叶片、荚、叶柄进行遮光处理, 研究叶片、荚、叶柄对粒重的影响。结果表明, 叶片遮光节粒重下降幅度为 10.4%~33.3%; 叶柄遮光节粒重下降仅为 1.0%~8.9%; 荚遮光与叶片遮光粒重降幅相近为 27.3~40.0%。粒数比单粒重对遮光反应更敏感。荚的光合作用主要在鼓粒前期进行。

关键词 大豆; 非叶光合器官; 粒重

中图分类号 S565.1 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2006)04-0425-04

大豆产量中, 90%~95% 的物质来自光合作用产物。大豆光合器官除叶片外, 还有荚、叶柄等非叶光合器官。有关叶片光合作用与大豆产量关系的研究很多^[1-3], 而荚、叶柄等非叶器官的光合作用与籽粒生长发育的关系研究很少并且仅仅集中在荚与叶片形态解剖结构关系的研究上^[4, 5]。弄清荚等非叶光合器官对籽粒的贡献, 对进一步提高大豆产量潜力具有重要的意义。本文通过系统比较 R₅ 期遮光, 改变叶片、荚和叶柄光合作用对大豆粒数、粒重的影响, 探索它们与产量形成的关系, 以期为大豆高产育种和栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

黑河 95-750、黑河 23、9816-11 早熟大豆。

1.2 试验方法

本试验于 2005 年在新疆农业大学实验农场进行。实验地土壤为壤土, 有机质 68.96g/kg, 速效氮 96.96mg/kg, 速效磷 70.07mg/kg, 速效钾 170.62mg/kg。4 月 15 日等行距(40 cm)播种, 每品种种 15m², 保苗 34.5 万株/hm², 初花期追施尿素 150kg/hm², 整个生育期灌水 5 次, 8 月 5 日收获。鼓粒初期(6 月 29 日)选生长整齐一致植株进行挂

牌标记进行如下处理。

荚处理: 每品种选荚大小相一致中部(第 6 或 7 节, 简为中荚)和上部(第 9 或 10 节, 简为上荚)节的荚, 用铝箔包裹遮光处理^[6](铝箔上扎有若干 1mm 微孔, 以利于内外气体交换), 每节选 2 个大小相一致的荚, 其中 1 个遮光, 另一个不遮光作对照, 中部和上部节在不同植株上各处理 16 个荚。

叶片处理: 每品种选中部(第 6 或 7 节, 简为中叶)和上部(第 9 或 10 节, 简为上叶)荚数一致的植株, 分别用铝箔将上述节的叶片折叠后包裹, 以不遮光植株的对应节作对照。中部节和上部节各遮光 16 株, 以不遮光作对照。

叶柄处理: 处理方法同叶片, 中部节叶柄(简为中柄)和上部节叶柄(简为上柄)各处理 16 株, 以不遮光的对应节作对照。

成熟期分别收获不同处理的荚, 并分别称取荚重、荚壳重和粒重。分别计算各器官对粒重的相对贡献。

叶绿素测定采用丙酮乙醇^[5]提取叶法, 每 7d 分别测定一次第 10 节对应的叶片、荚皮、叶柄的叶绿素含量。

2 结果与分析

2.1 荚遮光对荚、粒重的影响

* 收稿日期: 2006-04-05

基金项目: 新疆高校科研基金项目(XJEDU2004G07)

作者简介: 薛丽华, (1978-), 女, 在读硕士研究生。

通讯作者: 章建新教授, 博士生导师, zjx@xjau.edu.cn

不同品种中、上部节遮光处理的最终单荚重均较 CK 降低, 为 CK 的 73.4%~98.0%; 粒数除 9816—11 中部荚遮光处理无变化外, 其它处理粒数均较 CK 降低, 为 CK 的 72.0%~97.0%; 单荚粒重均较 CK 降低, 为 CK 的 60.0%~72.7%; 荚壳重除 9816—11 中部荚遮光处理较 CK 减轻外, 其余处理均较 CK 增加, 为 CK 的 105.3%~123.8%; 所有处理的百粒重均降低, 为 CK 的 84.8%~98.6%; 不同品种中部节的荚和上部节荚的荚重、粒数和粒重

降低幅度表现不一致, 9816—11 上部节> 中部节, 黑河 97—750 上部节< 中部节, 黑河 23 的中部节和上部节下降幅度相近。荚遮光处理, 导致单荚重和单荚粒重的减少主要在于减少每荚粒数, 而对单粒重影响较小。粒数的减少, 导致同化产物相对过剩, 贮存在荚壳中, 增加单荚壳重。可见, 荚的光合产物对每荚粒数和单粒重都有影响, 并且对粒数的影响明显大于对单粒重的影响。

2.2 叶片遮光对荚、粒重的影响

表 1 荚遮光对荚重和粒重的影响(g)

Table 1 The effects of shading of pod on pod weight and seed weight (g)

材料	处理	荚重		粒数		粒重		荚壳重		粒/ 荚壳		百粒重
Material	Treatment	Pod weight	CK %	Number of seed	CK %	Seed weight	CK %	Pod husk weight	CK %	Seed/ pod husk		100 seed weight
9816—11	中英	0.96	98.0	3.8	100.0	0.70	98.6	0.26	96.3	2.7		20.8
	CK	0.98		3.8		0.71		0.27		2.6		21.1
	上荚	0.78	85.7	2.6	78.8	0.48	72.7	0.30	120.0	1.6		18.9
	CK	0.91		3.3		0.66		0.25		2.6		19.8
黑河 23	中英	0.76	95.0	3.2	97.0	0.52	86.7	0.24	120.0	2.2		16.4
	CK	0.80		3.3		0.60		0.20		3.0		18.4
Heihe 23	上荚	0.85	97.7	3.1	93.9	0.58	92.1	0.27	112.5	2.1		18.9
	CK	0.87		3.3		0.63		0.24		2.6		19.4
黑河 95—750	中英	0.47	73.4	1.8	72.0	0.27	60.0	0.20	105.3	1.4		15.1
	CK	0.64		2.5		0.45		0.19		2.4		17.8
Heihe 95—750	上荚	0.68	89.5	2.3	82.1	0.42	76.4	0.26	123.8	1.6		18.5
	CK	0.76		2.8		0.55		0.21		2.6		19.9

表 2 叶片遮光对荚重和粒重的影响(g)

Table 2 The effects of shading of leaves on pod weight and seed weight (g)

材料	处理	总荚重		总粒数		总粒重		荚壳重		粒/ 荚壳	百粒重	
		Total pod weight	CK %	Total number of seed	CK %	Total seed weight	CK %	Pod husk weight	CK %		100 seed weight	CK %
9816—11	中叶	19.5	87.4	72	85.7	12.9	89.6	6.6	83.5	2.0	17.9	104.7
	CK	22.3		84		14.4		7.9		1.8	17.1	
	上叶	16.2	76.8	62	80.5	9.9	75.5	6.3	79.7	1.6	16.0	93.6
	CK	21.1		77		13.2		7.9		1.7	17.1	
黑河 23	中叶	7.7	64.7	35	68.6	5.2	66.7	2.5	61.0	2.1	14.9	97.3
	CK	11.9		51		7.8		4.1		1.9	15.3	
Heihe 23	上叶	9.3	71.5	43	74.1	6.2	71.3	3.1	72.1	2.0	14.4	96.0
	CK	13.0		58		8.7		4.3		2.0	15.0	
黑河 95—750	中叶	15.1	77.4	55	80.9	8.9	74.1	6.2	82.7	1.4	16.2	92.0
	CK	19.5		68		12.0		7.5		1.6	17.6	
Heihe 95—750	上叶	13.0	75.6	49	77.0	7.9	72.5	5.0	79.3	1.6	16.1	94.7
	CK	17.2		64		10.9		6.3		1.7	17.0	

在鼓粒期间, 荚粒生长主要依靠本节的叶片供给光合产物。遮光处理的荚重、总粒数、总粒重、荚壳重均较 CK 明显降低, 分别为 CK 的 64.7%~87.4%、68.6%~85.7%、66.7%~89.6%、61.0%~83.5%, 百粒重变化较小, 为 CK 的 92.0%~104.7%; 不同品种中部节和上部节的总荚重、总粒数和总粒重降低幅度表现不一致, 9816—11 上部节> 中部节, 黑河 23 上部节< 中部节, 95—750 中部

节和上部节总荚重、总粒数和总粒重降低幅度相近(见表 2)。可见, 叶片遮光处理节总粒重的降低主要是由于粒数降低的缘故, 而不是单粒的重量。表明粒数比单粒重对光合产物不足的反应更敏感。荚皮重较 CK 大幅度降低, 一方面表明, 叶片遮光处理后, 该节位的光合产物供给不能满足籽粒生长的需要; 另一方面说明, 已进入荚壳中的同化产物比 CK 更充分地用于籽粒生长。

2.3 叶柄遮光对荚、粒重的影响

由表 3 可见, 叶柄遮光导致中部和上部节位的总荚重、总粒数、总粒重、荚皮重均较 CK 降低, 降低

幅度约 5% 左右, 而对百粒重无影响。叶柄遮光处理, 粒重较 CK 降低是粒数降低的结果。表明粒数的形成对该节的光合产物供给反应是非常敏感的。

表 3 叶柄遮光对荚重和粒重的影响(g)

Table 3 The effects of shading of petiole on pod weight and seed weight (g)												
材料	处理	总荚重		总粒数		总粒重		荚壳重		粒/ 荚壳		百粒重
Material	Treatment	Total pod weight	CK%	Total number of seed	CK%	Total seed weight	CK%	Pod husk weight	CK%	Seed/ pod husk	100-seed weight	CK%
9816-11	中柄	26.0	94.9	95	98.9	17.3	95.6	8.7	93.5	2.0	18.2	96.3
	CK	27.4		96		18.1		9.3		1.9	18.9	
	上柄	31.8	94.9	102	89.5	21.2	95.9	10.6	93.3	2.0	20.8	107.2
	CK	33.5		114		22.1		11.4		1.9	19.4	
黑河 23	中柄	27.3	91.9	107	92.2	18.5	91.1	8.8	93.6	2.1	17.3	98.9
	CK	29.7		116		20.3		9.4		2.2	17.5	
Heihe 23	上柄	28.5	93.4	103	91.2	19.1	92.3	9.4	95.9	2.0	18.5	100.1
	CK	30.5		113		20.7		9.8		2.1	18.3	
黑河 95-750	中柄	12.8	94.1	50	90.9	8.0	94.1	4.8	94.1	1.7	16.0	103.2
	CK	13.6		55		8.5		5.1		1.7	15.5	
Heihe 95-750	上柄	31.4	97.5	112	99.1	20.6	99.0	10.8	94.7	1.9	18.4	100.0
	CK	32.2		113		20.8		11.4		1.8	18.4	

2.4 叶绿素含量

叶绿素含量的高低是衡量光合器官衰老的一个重要指标。由表 4 可见, 在大豆鼓粒期间, 相同节位以叶片中的叶绿素含量最高, 其次是叶柄, 再次是幼荚, 随着籽粒的发育三种光合器官的叶绿素含量迅速下降, 荚的叶绿素含量下降早于叶片和叶柄。从荚和叶柄中的叶绿素含量动态变化可见, 它们的光合作用主要在鼓粒前期进行。

表 4 不同器官叶绿素含量动态(mg/ g. Fw)

Table 4 Dynamic of chlorophyll content in different organs (mg/ g. Fw)						
时间	Time	7.4	7.10	7.16	7.22	7.28
豆荚	Pods	0.26	0.25	0.34	0.19	0.08
叶柄	Petiole	0.51	0.33	0.35	0.32	0.10
叶片	Leaves	4.45	3.60	4.21	3.34	0.93

3 讨论

大豆籽粒形成期, 不同叶位同化物运转和分配具有明显“局部效应性”, 供应中心是本叶腋的籽粒^[8]。大豆籽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。豆荚本身光合作用很低, 一般幼荚仅为 0.65~0.93mgCO₂ · dm⁻² · h^[1]。在鼓粒期间不同光合器官对粒重的相对贡献还未见报道。本研究结果表明, 在鼓粒初期对荚、叶柄和叶片进行遮光处理, 其粒数和粒重均较 CK 降低; 其中, 以叶片遮光处理较 CK 降低幅度最大, 分别为 14.3%~31.4% (平均 23.3%)、10.4%~33.3% (平均 25.0%); 叶柄遮光较 CK 降幅最小,

分别 0.9~10.1% (平均 6.4%)、1.0%~8.9% (平均 5.3%); 荚遮光处理, 其粒数和粒重较 CK 明显降低, 分别为 CK 的 0~28.0% (平均 12.7%)、27.3%~40.0% (平均 18.9%)。可见, 鼓粒期叶片的光合作用对籽粒生长发育影响最大、其次是荚、再次是叶柄。从叶绿素含量的动态来看, 豆荚的叶绿素含量下降早于叶片和叶柄。可见, 荚对粒重的光合贡献主要在鼓粒前期。

叶片和荚遮光处理籽粒总重的降低主要是粒数大幅度减少, 而单粒重降低幅度较小; 叶柄遮光处理仅降低粒数, 并不降低单粒重。可见, 大豆粒数形成比粒重对光合产物供给更敏感。

豆荚内腔是籽粒着生的部位, 荚壳除对籽粒起保护和提供光合产物外, 也是叶片光合产物的临时贮存库。本试验中荚遮光处理使单粒重较 CK 降低 6.9% (叶遮光处理较 CK 仅降低 3.6%), 荚壳重较 CK 增加 13.0% (叶和叶柄遮光处理分别较 CK 减少 23.3%、5.9%), 表明荚遮光处理进入荚中的光合产物并未被籽粒充分利用, 而残存于荚中。荚遮光可能在某种程度上降低了籽粒的库活性, 导致进入荚中的同化产物不能被籽粒吸收利用。因此, 仅以粒重的降低来估算荚对粒重的光合贡献, 结果可能偏大。

参 考 文 献

1 贺观钦, 丁邦展, 蒋陵秋. 高光效大豆源库关系的研究[J]. 大豆科学, 1989, 8(2): 129-135.
2 杜维广, 王育民, 谭广辉. 大豆品种(系)间光合活性的差异及其与

产量的关系[J]. 作物学报, 1982(2): 130—134.

3 满为群, 杜维广, 张桂茹, 等. 大豆几项光合生理指标的研究[J]. 作物学报, 2003, 29(5): 697—700.

4 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.

5 李茫雪, 王学东, 崔琳, 等. 大豆豆荚与叶片形态[J]. 东北农业大学学报, 2004, 35(6): 651—655.

6 崔琳, 张鹏, 苍晶, 等. 大豆叶片与豆荚光合作用结构的比较[J]. 电子显微学报, 2004 23(4): 353.

7 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.

8 傅金民. 大豆籽粒形成期¹⁴C同化物的分配和源库调节效应的研究[J]. 作物学报, 1999, 25(2): 169—173.

RELATIONSHIP BETWEEN NON-LEAF PHOTOSYNTHETIC ORGANS
OF SOYBEAN AND SEED WEIGHT AT POD-FILLING DATE

Xue Lihua Zhang Jianxin

(College of Agronomy, Xinjiang Agricultural University, Urumchi 830052

Abstract Under the field condition, three precocious soybean varieties were used, the middle node and upper node of leaves, pods and petiole were shaded treatments with aluminium foil in order to study the influence of leaves, pods and petiole on soybean seed weight at R₅ (seed formation stage). The result showed that the shading treatments of leaves decreased seed weight for 10.4 % ~ 33.3 %; The petioles decreased 1.0 % ~ 8.9 %; There was a little difference on shading treatments of Pods and leaves, the pods decreased 27.3 % ~ 40.0 %. The reaction of shading was more sensitiver on soybean number of seed than per pod weight at R₅. It was important that photosynthesis of pods form per pod seed number of soybean, photosynthesis of pods came into being at early pod-filling stage. It was favourable that photosynthesis of pods was increased for high yield on soybean.

Key words Soybean; Non-leaf organs photosynthetic; Seed weight

《中国学术期刊文摘》中文版和英文版 2007 年征订启事

《中国学术期刊文摘》分中文版(简称 CSAC)和英文版(简称 CSAE)两种, 各自收录了我国高水平学术期刊中基础科学、医学、农业科学和工程技术领域约 40 个学科的论文文摘, 全景展现我国的科研成果与进展。

作为综合性科技类检索刊物,《中国学术期刊文摘》致力于将我国科学技术各领域的原创性学术成果全面、快速地向科技工作者交流、传播, 其中 CSAE 是我国第一份综合性英文版科技类学术检索刊物。

《中国学术期刊文摘》由中国科学技术协会主管, 科技导报社主办并负责编辑、出版、发行, 对科研单位、高等院校、图书馆以及广大科技工作者检索和了解我国的科技研究成果、学术研究动向具有重要的参考价值。

《中国学术期刊文摘(中文版)》刊号为 CN 11—3501/N, ISSN 1005—8923, 2007 年为半月刊, 大 16 开, 国内定价 38.00 元/册, 全年定价 912 元, 邮发代号: 82—707。

《中国学术期刊文摘(英文版)》刊号为 CN 11—5411/N, ISSN 1673—4084, 2007 年改为月刊, 大 16 开, 国内定价 15.00 元/册, 全年定价 180 元, 邮发代号: 80—487。

欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆订阅。
通讯地址: 北京市海港区学院南路 86 号科技导报社(邮编 100081)

联系电话: 010—62103122 联系人: 姚玉琴
征订信箱: wzbjb@cast.org.cn 单位主页: http://www.csac.org.cn
户名: 科技导报社 账号: 0200001409089017271
开户银行: 工商银行百万庄支行