

麦业丰化控对大豆鼓粒期非叶光合器官与粒重关系的影响

章建新, 薛丽华, 李金霞

(新疆农业大学农学院, 新疆乌鲁木齐 830052)

摘要:化控是大豆一项重要的增产技术。为探明化控条件下大豆非叶光合器官对粒重相对光合贡献的变化规律,以黑农41和新早-1为材料,采用铝铂遮光法研究了花期麦业丰化控处理(CK、化控1次、化控2次)条件下,大豆鼓粒期间荚、叶柄、叶片对粒重相对光合贡献的变化。结果表明,荚对粒重相对光合贡献依次为4.84%、8.44%、17.58%;叶柄对粒重相对光合贡献依次为5.91%、3.34%、12.92%;叶片对粒重相对光合贡献分别为34.03%、26.29%、17.00%。麦业丰化控提高了荚、叶柄对粒重相对光合贡献,降低了叶片对粒重相对光合贡献。化控技术增产与叶片和豆荚光合性能的改变有关。

关键词:大豆;化控;非叶光合器官;粒重;麦业丰

Chemical Control Alternates the Contribution of Non-leaf Photosynthetic Organs to Seed Yield in Soybean

ZHANG Jian-xin, XUE Li-hua, and LI Jin-xia

(College of Agronomy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, Xinjiang, China)

Abstract: Chemical control is an important technology to increase soybean yield. The objective of current research was to investigate the contribution of non-leaf photosynthetic organs to seed weight under chemical control condition. Heinong 41 and Xinzao-1 were used as materials and aluminum foil shading method was adopted, three Maiyefeng chemical control treatments (CK, once chemical control, twice chemical control) were applied at blooming stage. The photosynthetic contribution of pod, petiole and leaf to seed weight were calculated on yield reducing basis when treated by aluminum foil shading method. Under each chemical control treatment, the relative photosynthetic contribution of pod to seed weight was 4.84%, 8.44% and 17.58%, respectively; petiole was 5.91%, 3.34% and 12.92%, respectively; leaf was 34.03%, 26.29% and 17.00%, respectively. The results suggest that Maiyefeng chemical control could improve relative photosynthetic contribution of pod and petiole to seed weight while decrease relative photosynthetic contribution of leaf. Hence, the yield-increasing effect of chemical control may relate with the alternation of photosynthetic contribution between leaf- and non-leaf organs to seed yield.

Key words: Soybean; Chemical control; Non-leaf photosynthetic organs; Seed weight; Maiyefeng

有目标地调节植物内源激素系统的化学调控技术,是保障品种优良遗传性状和抗逆潜能充分发挥的新技术资源(何钟佩等,2000)。在大豆生产上常用烯效唑(腾康开等,2002)、多效唑(王化源,1992)、壮丰安(许艳丽等,2002)、SHK-6(张明才等,2006)等植物生长调节剂来提高大豆的抗倒伏性而增产。烯效唑化控大豆增产在于改善了大豆株型结构(汪惠芳等,1997),增加根瘤数,提高叶片的叶绿素含量、比叶重、光合速率、过氧化物酶和硝酸

还原酶活性(肖琳,1998)。壮丰安拌种和叶面喷施可有效地控制大豆株高,并降低各节长度,增加各节单位重量,提高叶片中的叶绿素含量(许艳丽等,2002;薛丽华等,2006)。可见,以往对化控的增产机理研究几乎都集中在株型和叶片光合性能改善方面。大豆光合器官除叶片外,还有荚、叶柄等非叶光合器官,它们对大豆产量形成也起重要的作用(张桂茹等,2002;薛丽华等,2006)。因禾谷类作物种类和生长环境的不同,穗部的光合产物对籽粒的贡

收稿日期(Received):2007-06-29;接受日期(Accepted):2007-10-30

基金项目:国家自然科学基金项目(30660081);新疆主要农作物遗传与种质创新研究(XJEDU2004G06);新疆科技厅攻关项目(200631104)

作者简介:章建新(1962-),男,教授,博士,研究方向为作物生理。Tel:0991-8762261;Fax:09918762263;E-mail:zjxin401@126.com

献在 10%~44% 之间,如果在水分胁迫环境下,小麦穗部对籽粒的贡献比旗叶更为重要(Johnson et al., 1976)。在旗叶节以上器官光合物质对穗粒重的总贡献中,非叶器官光合的比例占 70%~80%,且随灌水量的减少而增大,节水高产群体开花后总绿色面积大,其中非叶绿色面积比例高,而单叶面积较小,叶层透光性好,群体光合速率高(张永平等,2003)。目前对化控条件下非叶光合器官与产量形成的关系未研究未见报道。本文研究麦业丰化控条件下,大豆 R5 期荚、叶柄和叶片对粒重相对光合贡献变化的影响,为大豆高产提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试大豆材料:黑农 41 和新早-1。化控药剂麦业丰由中国农业大学化控室提供。

1.2 方法

试验于 2005 年在新疆农业大学实验场进行。试验地壤土,有机质 68.96 g kg⁻¹,速效氮 96.96 mg kg⁻¹,速效磷 70.07 mg kg⁻¹,速效钾 170.62 mg kg⁻¹。株距 7.2 cm、行距 40 cm,保苗 34.5 万株 hm⁻²。试验设处理 1(清水)、处理 2(用麦业丰 20% 乳油 1:500 在大豆始花期喷施第一次)、处理 3(在处理 1 的基础上 7 d 后再喷一次)3 个处理。田间随

机区组排列,重复 3 次,小区面积 2 × 5 m²。鼓粒期选生长一致植株挂牌标记处理。

荚遮光处理:品种黑农 41 选荚大小相一致中部(第 6 或 7 节)和上部(第 9 或 10 节)节的荚用铝箔包裹遮光处理(铝箔上扎有若干 1 mm 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 个进行遮光,另一个不遮光作对照,中部和上部节在不同植株上各处理 10 个荚。

叶片、叶柄遮光处理:每品种选中部(第 6 或 7 节)和上部(第 9 或 10 节)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 10 株,以不遮光作对照。叶柄遮光处理方法同叶片,中部节和上部节各遮光 10 株,以不遮光作对照。新早-1 中部(第 9 或 10 节)、上部(第 12 或 13 节),处理同黑农 41。成熟期分别收获不同处理的荚,并分别称取荚重、荚皮重和粒重。分别计算各器官对粒重的相对贡献。

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 化控对荚遮光后荚壳重和粒重的影响

由表 1 可见,对不同化控处理后的植株,在 R5 期中部节和上部节豆荚遮光处理后,黑农 41 和新早-1

表 1 不同处理中、上部荚遮光对荚壳及籽粒重的影响

Table 1 The effect of pod-shading of middle and top on pod husk and seed weight

品种 Variety	处理 Treatment	中部荚数 Middle pod number	中部荚			上部荚			中部荚			上部荚		
			粒数 Seed number	荚壳重 Pod husk weight/g	CK%	粒重 Seed weight/g	CK%	粒数 Seed number	荚壳重 Pod husk weight/g	CK%	粒重 Seed weight/g	CK%		
黑农 41 Heinong 41	T1	5	16	2.32	96.19	3.20	97.26	5	15	1.09	86.51	3.30	95.65	
	CK1	5	16	2.51		3.29		5	17	1.26		3.45		
	T2	10	27	2.32	92.43	4.25	93.00	10	29	2.31	92.40	5.74	92.43	
	CK2	10	27	2.51		4.57		10	31	2.50		6.21		
	T3	7	20	1.43	89.37	3.44	84.73	10	25	2.12	82.81	4.84	81.62	
新早-1 Xinzhao-1	CK3	7	24	1.60		4.06		10	29	2.56		5.93		
	T1	5	16	0.95	92.23	5.60	96.05	5	15	2.25	93.36	3.64	91.69	
	CK1	5	16	1.03		5.83		5	16	2.41		3.97		
	T2	10	27	2.20	85.94	3.34	94.08	10	25	2.30	85.82	3.14	86.74	
	CK2	10	27	2.56		3.55		10	25	2.68		3.62		
	T3	7	20	1.30	82.28	4.25	79.59	10	17	1.03	75.74	4.89	83.73	
	CK3	7	24	1.58		5.34		10	17	1.36		5.84		

T1、T2、T3 分别表示对清水处理 1 次、麦业丰化控处理 1 次和麦业丰化控处理 2 次的植株进行荚遮光处理;CK1、CK2、CK3 分别表示荚未遮光处理。下同。

T1, T2, T3 indicate shading on the plants treated by water once, Maiyefeng once and Maiyefeng twice, respectively; CK1, CK2, CK3 indicate the three pod non-shading treatment. The same as below.

粒重分别降低 2.74%~18.38%、3.95%~20.41%；荚壳重分别降低 3.81%~17.19%、6.64%~24.26%。两材料遮光处理后的粒重和荚壳重降低相对幅度相接近。不同麦业丰化控处理之间荚遮光后,粒重的降低幅度两材料均表现为处理 3(平均 17.58%)>处理 2(平均 8.44%)>处理 1(平均 4.84%),表明化控处理能明显增加荚对粒重的相对光合贡献,并随着化控处理次数的增加,荚对粒重的相对光合贡献呈现增加的趋势。荚壳重的降低与粒重的降低呈现相近的趋势。

在同样条件下的荚遮光处理,上部荚粒重的降低幅度除新早-1 处理 2(上部 13.26%、中部 5.92%)和新早-1 处理 3(上部 16.27%、中部 20.41%)外,其余处理上部荚粒重的降幅略大于中部荚的降幅。结果表明:上部荚对粒重的光合贡献

有大于中部荚的趋势,这可能是由于上部荚光照条件普遍都明显优于中部荚,便于发挥荚的光合物质生产能力的缘故。

2.2 化控对叶柄遮光后荚壳重及粒重的影响

叶柄是绿色器官,能进行光合作用。由表 2 可见,对不同化控处理后的植株,在 R5 期中部节和上部节叶柄遮光处理后,黑农 41 和新早-1 对应节的粒重分别较 CK 降低 2.74%~15.28%、1.14%~16.53%;荚壳重分别较 CK 降低 2.52%~25.92%、0.54%~20.17%。在不同化控处理之间叶柄遮光后,对应节粒重降幅多数表现为处理 3(平均 12.92%)>处理 2(平均 3.34%)>处理 1(平均 5.91%)。表明麦业丰化控处理能明显增加叶柄对粒重的相对光合贡献,并随着化控处理次数的增加,叶柄对粒重的相对光合贡献呈现增加的趋势。

表 2 不同处理中、上部叶柄遮光对荚壳及籽粒重的影响

Table 2 The effect of petiole-shading of middle and top on pod husk and seed weight

品种 Variety	处理 Treatment	中部荚数 Middle pod number	粒重			荚壳重			粒重			荚壳重		
			粒数 Seed number	荚壳重 Pod husk weight/g	CK%	粒重 Seed weight/g	CK%	上部荚数 Top pod number	粒数 Seed number	荚壳重 Pod husk weight/g	CK%	粒重 Seed weight/g	CK%	
黑农 41 Heinong 41	T1	5	16	1.01	96.19	3.20	97.26	27	74	6.19	97.48	14.88	94.18	
	CK1	5	16	1.05		3.29		30	74	6.35		15.80		
	T2	15	35	3.03	74.08	5.61	95.90	31	75	7.20	96.13	16.82	96.67	
	CK2	20	35	4.09		5.85		32	77	7.49		17.40		
	T3	7	20	1.43	89.38	3.44	84.72	30	74	6.97	82.88	17.13	89.36	
新早-1 Xinzhao-1	CK3	7	24	1.60		4.06		34	78	8.41		19.17		
	T1	44	86	8.30	87.83	18.95	91.50	31	63	7.40	86.45	13.95	93.44	
	CK1	46	95	9.45		20.71		39	71	8.56		14.93		
	T2	17	40	3.71	99.46	8.48	98.83	21	48	7.57	95.70	13.24	95.25	
	CK2	17	40	3.73		8.58		21	48	7.91		13.90		
新早-1 Xinzhao-1	T3	17	40	3.52	94.37	8.96	90.78	35	80	8.39	79.83	17.82	83.47	
	CK3	17	45	3.49		9.87		43	97	10.51		21.35		

2.3 化控对叶片遮光后荚壳重及粒重的影响

由表 3 可见,对不同化控处理后的植株,在 R5 期中、上部叶片遮光处理后,黑农 41 和新早-1 粒重分别较 CK 降低 12.50%~39.97%、15.20%~45.52%;荚壳重分别较 CK 降低 11.04%~35.51%、12.16%~44.67%。两材料遮光处理后的粒重和荚壳重降低相对幅度相接近。不同麦业丰化控处理之间,叶片遮光后对应节粒重的降低幅度两材料均表现为处理 1(平均 34.03%)>处理 2(平均 26.29%)>处理 3(平均 17.00%),表明化控处理能明显降低叶片对粒重的相对光合贡献,并随着化

控处理次数的增加,叶片对粒重的相对光合贡献呈现降低的趋势。不同处理荚壳重的降低无规律。

在同样条件下的叶片遮光处理,两材料上部荚粒重的降低幅度大于或接近中部荚粒重的降低幅度。上述结果表明在鼓粒期间,上部叶片对其节粒重的相对光合贡献有大于中部叶片对其节的趋势,这可能是由于鼓粒期间上部叶片的光照条件普遍都明显优于中部叶片,便于其光合功能的发挥以及中部节子粒获得茎秆的贮藏物质等的补偿作用的缘故。

表 3 不同处理中、上部叶片遮光对荚壳及籽粒重的影响

Table 3 The effect of blades - shading of middle and top on pod husk and seed weight

品种 Variety	处理 Treatment	中部荚数 Middle pod number	粒数 Seed number	荚壳重 Pod husk weight/g	CK%	粒重 Seed weight/g	CK%	上部荚数 Top pod number	粒数 Seed number	荚壳重 Pod husk weight/g	CK%	粒重 Seed weight/g	CK%
黑农 41 Heinong 41	T1	18	43	3.68	78.63	8.04	76.28	21	48	3.65	64.49	7.84	60.03
	CK1	22	57	4.68		10.54		26	71	5.66		13.06	
	T2	19	46	4.13	85.68	6.48	77.98	22	56	4.99	83.72	9.86	75.56
	CK2	22	55	4.82		8.31		24	66	5.96		13.05	
	T3	22	45	4.03	88.96	6.27	84.16	24	55	4.86	84.37	10.36	87.50
	CK3	22	49	4.53		7.45		25	65	5.76		11.84	
新早-1 Xinzao-1	T1	32	55	5.72	87.46	7.67	63.09	20	44	4.06	83.71	5.71	54.48
	CK1	34	57	6.54		12.15		25	50	4.85		10.48	
	T2	27	58	5.85	87.84	12.16	84.80	16	34	3.58	55.33	6.81	56.51
	CK2	34	64	6.66		14.34		31	58	6.47		12.05	
	T3	29	58	6.07	86.34	11.46	79.36	21	32	3.55	86.17	6.56	80.99
	CK3	34	69	7.03		14.44		15	35	4.12		8.10	

3 讨论

大豆豆荚具有与叶片相似的一整套的光合作用结构系统,如气孔、叶绿体和发育完善的基粒片层及密布的维管束系统等,从而保证了光合作用的进行和光合产物的运输(张桂茹等,2002)。大豆非叶器官—荚果具有与叶片相似的化学特性,如光能的吸收、传递和转化等,但 C_4 途径酶活性却比叶片中相应酶活性高 2~3 倍,甚至更高(李卫华等,2000)。在大豆植株生长的后、晚期,叶片的光合作用能力逐渐减退,此时豆荚将起重要作用(李茫雪等,2004),在大豆鼓粒期,大豆功能叶片及豆荚面积均为整个生育期的最大值,此时豆荚面积/叶片面积值约为 1/5~1/6(崔琳等,2004)。荚对大豆籽粒的相对光合贡献仅次于叶片(薛丽华等,2006)。麦业丰化控将必然使大豆叶片与非叶的光合性能发生变化。

结果表明,荚对粒重的相对光合贡献的平均值由非化控的 4.84%,增加到化控 1 次处理的 8.44%,再增加到化控 2 次处理的 17.58%;叶柄对粒重的相对光合贡献的平均值由非化控的 5.91%增加到化控 2 次处理的 12.92%;与此相反,叶片对粒重的光合贡献的平均值由非化控的 34.03%降低到 1 次化控处理的 26.29%,再降低到 2 次化控处理的 17.00%。可见,化控措施在降低了叶片对粒重的相对光合贡献的同时,相反却增加非叶光合器官对粒重的相对光合贡献。这可能是麦业丰化控使大豆叶片变小,降低了叶面积指数,改善了荚的光照条件,荚的光合潜力得以发挥的缘故。可见,化控技

术除了增强大豆的抗倒伏性、改善株型结构和叶片的光合性能外,豆荚的光合潜力得以发挥可能也是化控增产的另一个重要原因。这一点在以往的研究中被忽视。如何在不同的栽培条件下,同时充分发挥叶片和非叶光合的潜势,进一步提高大豆产量,是需要进一步研究的问题。

4 结论

大豆豆荚和叶柄的光合作用对籽粒产量的贡献仅次于叶片。采用铝铂遮光法研究结果表明,麦业丰化控提高了大豆荚、叶柄对粒重相对光合贡献,降低了叶片对粒重相对光合贡献。化控技术增产与叶和豆荚光合性能的改变有关。

References

- Araus J L, Brown H R, Febrero A. 1999. Ear photosynthesis, carbon isotope discrimination and the contribution of respiratory CO_2 to differences in grain mass in durum wheat. *Plant, Cell and Environment*, 16:383-392
- He Z P, Li P M, Wang B M, Tian X L, and Duan L S. 2000. Strengthen the study on regulation of crop biological signal system and establish the technological complex with optimum combination of high yield and low risk. *Review of china agricultural science and technology*, 2(3):58-61 (何钟佩, 李丕民, 王保民, 田晓莉, 段留生. 2000. 加强农作物生物信息调控研究, 建立高产与低风险最佳结合的技术体系. *中国农业科技导报*, 2(3):58-61)
- Johnson R R, and Moss D N. 1976. Effect of water stress on $^{14}CO_2$ fixation and translocation in wheat during grain filling. *Crop Science*, 16: 697-701
- Li M X, Wang X D, Cui L, Hao Z B, Cang J, and Min L. 2004. Studies on some physiological and physiological characters of soybean pods and

- blades. *Journal of Tohoku Agricultural University*, 35(6):651-655 (李芒雪, 王学东, 崔琳, 郝再彬, 苍晶, 闵丽. 2004. 大豆豆荚与叶片形态和生理特性比较研究. *东北农业大学学报*, 35(6):651-655)
- Li W H. 2000. A detection on photosynthetic characteristics in non-leaf organs of soybean leaf. Dissertation for Ph D, Institute of Botany of Chinese Academy of Sciences, Supervisor: Hao N B(李卫华. 2000. 大豆叶片和非叶器官光合特性探讨, 博士学位论文, 中国科学院植物研究所, 导师: 郝乃斌)
- Liu R, Liu H M, Chen B, Liu B S, Cui L, and Wang X D. 2006. Physiological and ultrastructural differences between pods and mature leaves in soybean. *Journal of Chinese Electron Microscopy Society*, 25(2):156-161 (刘睿, 刘洪梅, 陈波, 刘宝圣, 崔琳, 王学东. 2006. 大豆叶片与豆荚光合作用结构的比较. *电子显微学报*, 23(4):156-161)
- Teng K K, Cai S F, and Wang W Z. 2002. Biological effect of applying pentefezo and yield increase of soybean. *Anhui Agricultural Sciences*, 30(5):694-696 (腾康开, 蔡士舫, 王五洲. 2002. 大豆喷施烯效唑的生物学效应及增产作用. *安徽农业科学*, 30(5):694-696)
- Wang H F, and Chen R X. 1997. The effect of S3307 on plant-form and yield of autumn soybean. *Plant Physiology Communication*, 33(3):181-183 (汪惠芳, 陈润兴. 1997. S3307 对秋大豆株型和产量的影响. *植物生理学通讯*, 33(3):181-183)
- Wang H Y. 1992. The recent clinical application and prospect of paclobutrazol on soybean cultivation in china. *Soybean Science*, 18(4):355-360 (王化源. 1992. 多效唑在我国大豆栽培上应用近况与前景. *大豆科学*, 18(4):355-360)
- Xiao L. 1998. Effect of compound chemical regulator on plant type, physiological character and yield of summer soybean. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 1998, 20(4):56-59 (肖琳. 1998. 化学调控对夏大豆株型生理特性和产量的影响. *中国油料作物学报*. 20(4):56-59)
- Xu Y L, Li Z L, Han X Z, Wang S Y, and He X Y. 1999. Study regulation of zhuangfenan upon the growth and yield of soybean. *Soybean Science*, 18(4):355-360 (许艳丽, 李兆林, 韩晓增, 王守宇, 何喜云. 1999. 壮丰安对大豆生长发育及产量的调控研究. *大豆科学*, 18(4):355-360)
- Xue L H, Wang S B, Li F, and Zhang J X. 2006. Effect of Mai yefeng chemical control on plant type and yield of soybean. *Journal of Xinjiang Agricultural University*, 29(2):47-50 (薛丽华, 王嵩柏, 李峰, 章建新. 2006. 麦业丰化控对大豆株型及产量的效应. *新疆农业大学学报*, 29(2):47-50)
- Xue L H, and Zhang J X. 2006. Relationship between noon-leaf photosynthetic organs of soybean and seed weight at pod-filling date. *Soybean Sciences*, 25(4):425-428 (薛丽华, 章建新. 2006. 大豆鼓粒期非叶光合器官与粒重的关系研究. *大豆科学*, 25(4):425-428)
- Zhang G R, Du W G, and Man W Q. 2002. Anatomy properties of pod walls of soybean varieties with high photosynthetic rate. *Soybean Sciences*, 21(1):14-17 (张桂茹, 杜维广, 满为群. 2002. 高光效大豆品种豆荚解剖学特性. *大豆科学*, 21(1):14-17)
- Zhang M C, Zhai Z X, He Z P, Duan L S, and Li Z H. 2006. Study on plant growth regulator SHK-6 on soybean yield and protein quality and its photosynthesis in different growth duration. *Soybean Science*, 25(4):399-403 (张明才, 翟志席, 何钟佩, 段留生, 李召虎. 2006. 不同时期喷施 SHK-6 对大豆光合生理及产量、品质形成效应的研究. *大豆科学*, 25(4):399-403)
- Zhang Y P, Wang Z M, Wang P, and Zhao M. 2003. Canopy photosynthetic characteristics of population of winter wheat in water-saving and high-yielding cultivation. *Scientia Agricultura Sinica*, 36(10):1143-1149 (张永平, 王志敏, 王璞, 赵明. 2003. 冬小麦节水高产栽培群体光合特征. *中国农业科学*, 36(10):1143-1149)