

# 亚有限大豆源库关系的研究\*

李新民 许忠仁 杜维广 胡立成

(黑龙江省农业科学院)

## 提 要

通过剪去不同部位叶片的研究表明,亚有限大豆植株冠层中存在着上部与中部、底部与分枝两个源库单位。不同层次的叶源变化,各种生理补偿作用主要发生在同一源库单位上。源库平衡的破坏,可通过内部调节在某一水平上建立新的平衡。产量库对光合源的生产有强烈的反馈调节作用,源库比既影响着光合强度又左右光合产物的运输和分配。

**关键词** 叶荚关系;生理补偿;源库单位;亚有限大豆

对营养生长或生殖生长阶段的大豆源库关系的研究表明,大豆叶片生产的干物质具有局部利用的特点<sup>[1,2]</sup>,而且不同生长习性的大豆源叶干物质在运输、分配利用上存在着很大的差异<sup>[9,12,14]</sup>。亚有限大豆是属于无限和有限间的中间类型,对它在生殖生长期源库关系的研究尚少。为此本文进行初步的研究。

## 材 料 与 方 法

亚有限大豆黑农 29 于田间种植成 10 株/m<sup>2</sup> 的群体。于结荚期选取生长一致的植株分别进行去下层叶(1~7 节叶)、去中层叶(8~14 节叶)、去上层叶(14 节叶以上)和去分枝叶,以不去叶为对照的处理(图 1)。

1. 去叶后每隔三天用日产 ASSA-1610 型植物 CO<sub>2</sub> 同化仪离体测定叶片光合速率。每层取三片叶,重复三次,平均值代表该层叶片的光合速率。2. 去叶后每隔二天,采用改良半叶法<sup>[3]</sup>(用 5% 三氯乙酸涂抹叶柄)和直接干重法测定每层叶光合产物的输去。每次取叶 15 张。3. 去叶后每晚 18:00 时和早 7:00 时定时取样,杀青烘至恒重。利用 HCl-铜

\* 本文于 1989 年 12 月 1 日收到。

This paper was received on Dec. 1, 1989.

还原—直接滴定法<sup>[4]</sup>测定叶片可溶性糖分含量。

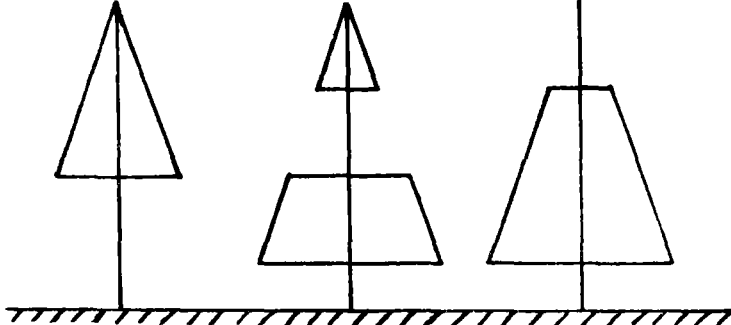


图 1 去叶处理示意图。去下层叶(左);去中层叶(中);去上层叶(右)。  
Fig. 1 The diagram of defoliation treatment: removing low leaves (left), removing middle leaves (middle), removing upper leaves (right)

结果分析

一、不同层次叶片光合速率的变化

去掉不同层次叶后,存留叶的光合速率比对照同层次叶的光合速率都有不同程度的提高(表 1)。显然处理后各层次的余留叶出现光合补偿作用,而这种补偿程度依处理叶和存留叶的位置不同而异。从图 2 光合速率发生显著变化的处理可见,随去后植株发育进程,各处理的余留叶光合补偿作用愈加强,去叶后一般在第四天至第十于达到最大程度的补偿,而后逐减弱。

表 1 不同处理的光合速度  
Table 1 Photosythetic rate of different treatment 单位:mg/dm<sup>2</sup>h

植株部位 Section	处 理 Treatment	去 叶 天 数 Days after defoliation						平 均 Average
		1	4	7	10	13	16	
上层叶片 Upper lcaves	去 中 层 叶	21.82	19.37	15.17	13.14	15.80	17.37	17.37*
	去 下 层 叶	21.63	14.23	14.84	13.27	12.50	13.56	14.93
	去 分 枝 叶	21.30	15.37	14.50	11.68	12.31	10.01	14.21
	对 照 Control	20.98	14.95	13.90	12.28	11.26	11.41	14.13
中层叶片 Middle lcaves	去 上 层 叶	25.94	16.82	19.74	16.08	12.76	14.96	17.38**
	去 下 层 叶	18.81	13.01	11.13	12.02	11.79	12.51	12.51
	去 分 枝 叶	18.06	13.09	12.50	11.62	10.71	10.96	12.82
	对 照 Control	18.24	14.71	13.28	12.02	10.90	13.33	13.75

下层叶片 Low leaves	去 上 层 叶	12.63	10.38	8.74	7.99	7.51	5.45	8.78
	去 中 层 叶	12.45	12.04	8.26	7.12	6.75	7.66	9.39
	去 分 枝 叶	16.10	12.84	11.21	10.05	5.71	7.08	10.50*
	对 照 Control	13.24	12.28	9.45	7.08	5.80	7.23	7.98
分枝叶片 Branch leaves	去 上 层 叶	15.60	17.23	11.56	11.18	13.07	12.65	13.54
	去 中 层 叶	15.22	13.02	11.13	12.02	11.79	12.52	12.62
	去 下 层 叶	17.04	14.18	12.96	12.91	11.79	14.75	14.04
	对 照 Control	14.59	12.37	11.02	10.85	12.50	13.57	12.43

“\*”“\*\*”分别表示 5%和 1%水平 “\*”“\*\*”Signifiant at 5% and 1% level respectively

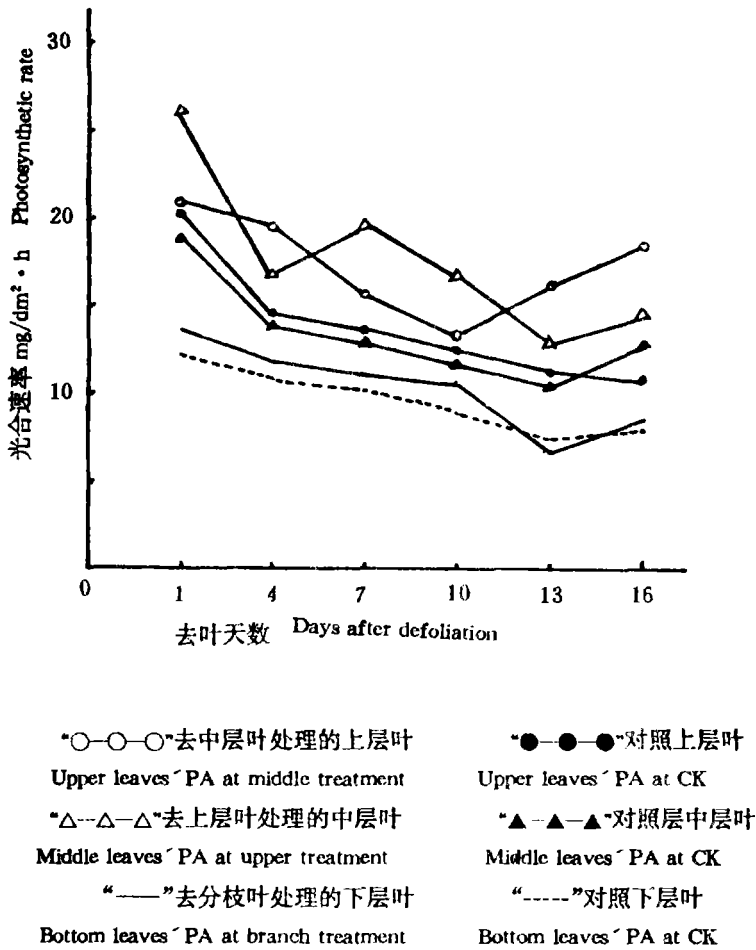


图 2 不同处理的叶片光合速率(PA)曲线

Fig. 2 The curves of photosynthetic rate (PA) at different treatment

二、不同层次叶片光合产物输出的变化

去叶处理后,都分别促进了存留叶光合产物的输出(表 2)。就整体而言,去上层或中

层叶的处理对整株存留叶产物输出影响大,而去下层或分枝叶的处理至始至终对冠层中、上部叶产物输出促进不大。就相对不同层次叶来说,去上层叶主要促进中层余留叶的光合产物输出、而去中层叶处理的促进作用又主要发生在上层存留叶上。同样,下层叶与分枝叶间主要发生相互促进作用,但去下层叶处理的作用较弱。这与正常情况下,下部叶片逐渐衰老,功能减退相似。相反,由于分枝发育的特点,去分枝叶后,加速了下层叶干物质输出,充分发挥了老叶的输出功能。

表 2 不同处理叶片光合产物的输出

Table 2 The output of photosynthate of different treatment

植株部位 Plant section	处 理 Treatment	去 叶 后 天 数 Days after defoliation							
		2		4		6		8	
		输出占光合 产物百分比 % of photo- synthate	净补偿率% Net compen- sation rate	输出占光合 产物百分比 % of photo- synthate	净补偿率% Net compen- sation rate	输出占光合 产物百分比 % of photo- synthate	净补偿率% Net compen- sation rate	输出占光合 产物百分比 % of photo- synthate	净补偿率% Net compen- sation rate
上层叶 Upper leaves	去中层叶	24.36	52.29	23.86	86.14	18.97	51.44	21.57	103.13
	去下层叶	16.67	5.1	15.38	9.45	16.36	32.37	18.37	
	去分枝叶	13.23	28.8	18.18	28.52	14.29	1.28	12.28	11.82
	对 照	17.04		14.29		14.52		10.71	
中层叶 Middle laves	去上层叶	27.91	81.57	21.95	75.86	26.00	52.55	24.01	125.77
	去下层叶	15.38	18.85	14.29	27.58	18.42	0.89	16.67	
	去分枝叶	16.00	13.01	12.39	0.94	18.67	1.67	9.76	6.8
	对 照	14.00		11.01		18.37		10.53	
下层叶 Low leaves	去上层叶	13.95	38.84	11.11	6.01	8.00	16.80	N. D.	N. D.
	去中层叶	14.63	52.21	18.36	63.1	5.56	0	N. D.	N. D.
	去分枝叶	17.07	63.39	18.75	52.93	11.76	32.94	N. D.	N. D.
	对 照	7.32		11.53		5.56		N. D.	
分枝叶 Branch leaves	去上层叶	18.33	17.87	13.43	1.47	18.91	6.13	14.29	27.36
	去中层叶	17.86	17.71	13.58	0.54	18.97	4.19	13.15	16.99
	去下层叶	17.91	34.56	23.94	89.32	18.61	10.43	13.51	
	对 照	15.38		13.64		18.02		11.36	

净补偿率(%)以处理的存留叶输出占产物的%与 CK 同层叶的输出占产物%之差占对照所存叶的输出的%

Net compensation rate(%)= 
$$\frac{(\% \text{ of photosynthate of remained leaves} - \% \text{ of photosynthate of the same leaves at ck})}{\% \text{ of photosynthate of remained leaves at ck}}$$

N. D. :未做 Not done

表 2 中去中层叶处理的上层存留叶和去上层叶处理的中层存留叶光合产物输出的净补偿率在去叶后第八天分别达到 103.13%和 125.77%,这同图 2 所示的存留叶光合补偿在第四到第十天达到最大程度相吻合。由此说明,去叶后光合作用的提高是同产物输出加快有关,而后者是同相对于源库的增加紧密相关,即库控制着光合产物的输出,从而进一步调节着叶片的光合作用。

### 三、不同层次叶片可溶性总糖运输的变化

大豆叶片一般在白天光合作用的同时,产物以淀粉形式积累,在夜间降解后输出<sup>[5,6]</sup>。摘叶后,由于叶源的减少,相对库对光合产物的需求量增加,在不考虑夜间呼吸消耗的前提下,存留叶都加速了夜间光合产物的输出。经统计分析,去上层叶处理的中层存留叶、去中层叶处理的上层存留叶,和去分枝叶处理的下层存留叶糖分输出变化都达到显著水平(表 3)。

表 3 不同处理对夜间叶片可溶性总糖输出(%)的影响

Table 3 Effect of different treatment on TWSS output from leaf during evening

植株部位 Section	处 理 Treatment	去 叶 天 数 Days after defoliation					平 均 Average	LSR 0.05
		1	2	3	4	5		
上层叶片 Upper leaves	去 中 层 叶	31.13	34.83	26.60	33.61	39.50	34.11	a
	去 下 层 叶	27.30	18.62	28.15	26.82	28.92	25.96	b
	去 分 枝 叶	26.39	17.75	15.59	18.94	22.10	20.15	b
	对 照	25.09	24.58	19.45	21.96	25.21	23.26	b
中层叶片 Middle leaves	去 上 层 叶	35.17	22.14	40.35	34.30	38.60	31.32	a
	去 下 层 叶	19.45	18.87	10.74	21.43	21.50	18.41	b
	去 分 枝 叶	17.44	14.37	15.05	21.64	19.91	17.68	b
	对 照	17.80	22.42	12.08	28.37	20.01	20.15	b
下层叶片 Low leaves	去 上 层 叶	15.52	18.69	13.39	23.27	12.15	16.61	a
	去 中 层 叶	21.20	36.03	18.88	23.42	20.25	22.16	a
	去 分 枝 叶	25.96	18.73	20.11	47.54	18.80	26.22	a
	对 照	19.16	11.09	24.06	11.28	16.70	16.46	a
分枝叶片 Branch leaves	去 上 层 叶	23.44	16.87	16.75	10.68	20.51	17.65	ac
	去 中 层 叶	24.91	18.74	28.14	19.52	17.80	21.82	a
	去 下 层 叶	42.88	50.45	22.32	33.18	30.50	35.87	b
	对 照	26.64	16.80	19.31	21.59	25.59	24.48	c

TWSS: Total Water Soluble Sugar

输出(%)以晚间 18:00 时与次日晨 7:00 时叶片可溶性糖分含量之差占晚 18:00 时含量的百分比计

$$\text{Output}(\%) = \frac{(\text{The content of TWSS at 18:00} - \text{The content of TWSS the next day at 7:00})}{\text{The content of TWSS at 18:00}} \times 100$$

### 四、不同部位源库比与干物质需求关系

植株不同部位的生殖库与光合源间的比例不同(表 4)。Egli 等<sup>[10]</sup>指出,大豆进入生殖生长阶段后,营养生长与生殖生长对光合产物的竞争要持续到 R<sub>5</sub> 期,并且与大豆生长习性无关。表 4 冠层上部的库源比低与营养生长顶端产生新叶有关,中层是产量的主要贡献者,其库/源最大为 0.5,而冠层底部的非光合器官占的比重为 0.78,但其分配系数仅为 0.06。一般认为大豆植株的分配系数在一定时间内保持相对稳定<sup>[9]</sup>。因此认为,大豆底冠层主要作为利用或暂时贮存同化产物的部位。

表 4 植株不同器官干重及指标  
Table 4 The index and dry weight of different plant organ

植株部位	叶	茎	荚(花)	总 计	库/源	茎/总	库/总
Section	Leaves	Stem	Pods	Total	Sink/Source	Stem/Total	Sink/Total
上 层	5.94	4.40	1.74	12.18	0.29	0.37	0.14
Upper							
中 层	7.74	10.30	3.84	21.88	0.50	0.47	0.18
Middle							
下 层	1.16	7.26	0.16	9.48	0.38	0.79	0.06
Bottom							
分 枝	5.82	8.89	2.05	16.16	0.35	0.52	0.13
Branches							

系 10 株平均值 Mean of 10 plants 生育阶段:鼓粒期(R4) Development stage: pod filling(R4)

表 5 去叶处理对产量构成因素的影响  
Table 5 Effect of defoliation on yield components 单位:

处 理		去上层叶	去中层叶	去下层叶	分 枝 叶	对 照
Treatment		Removing upper	Removing middle	Removing low	Removing branches	Conto
		leaves	leaves	leaves	leaves	
上	荚 数	10.5	15.3	16.4	16.4	16.3
	No. pods					
	粒 重	3.72*	5.43	8.52	6.92	8.91
	Seed weight					
中	百 粒 重	15.8	17.2	19.2	18.4	8.18
	100—seed weight					
	荚 数	27	17.8*	26.3	31	32.5
	No. pods					
下	粒 重	9.3*	5.9**	15.23	17.6	17.5
	Seed weight					
	百 粒 重	17.4	16.4	18.4	17.6	17.9
	100—seed weight					
分枝	荚 数	5.4	3.25	4.2	4.1	6.2
	No. pods					
	粒 重	1.61	1.2	1.3	1.31	1.9
	Seed weight					
Branch	百 粒 重	16.3	16.6	16.3	16.5	17.0
	100—seed weight					
分枝	荚 数	24.9	23.3	20.1	11.4*	31.0
	No. pods					
	粒 重	10.76	9.12	6.99	3.42*	11.2
	Seed weight					
Branch	百 粒 重	16.6	17.7	18.8	16.8	18.1
	100—seed weight					

系 20 株平均值 Mean of 20 plants

“\*”, “\*\*”分别达 5%和 1%水平 “\*”, “\*\*”Significant at 5% and 1% level respectively

植株上层在此生育期,既有不断产生新叶的营养库,也存在新荚发生和籽粒生长的生

殖库。去上层叶后,相对库负荷的增加,中层叶生产的物质既要供应本节荚发育所需,还要运输到上部供上部荚和营养生长所需。因而去上层叶后,不但本节荚籽粒产量降低,而且中层有叶节荚籽粒产量也显著的下降。去中层叶,虽然上层对中层荚具有一定程度的补偿,但不能完全弥补去叶的损失。去下层叶处理对籽粒产量影响不大(表 5)。从表 5 还可看出,去叶后产量降低的主要原因是株荚数和粒重减少所致。

## 讨 论

很早以前,人们就已观察到摘去玉米,小麦的果穗或麦穗,该穗位叶或旗叶光合能力显著下降,从而推测库对源的生产有促进作用。大豆生殖阶段去掉不同部位叶后,都分别不同程度地促进存留叶光合速率、光合产物的运输,充分证明了产量库容对叶源的光合生产有较强的反馈调节作用。

作物产量是“源、流、库”互相平衡的结果<sup>[7,16]</sup>。由于改变了源库比,不可避免地打破了源库间平衡,存留叶也随之出现各种补偿作用。本研究中,去叶后随植株的生育进程,存留叶的补偿作用经历了由弱到强再到弱的过程。Sander 等<sup>[15]</sup>在研究幼小大豆去叶后叶片  $\text{CO}_2$  交换率变化指出,去叶后 15 天,存留叶的  $\text{CO}_2$  交换率不再增加。Rao 等<sup>[13]</sup>和夏明忠<sup>[8]</sup>分别在高粱和蚕豆去叶处理研究中都得到了类似的结果。由此可见,源库间比例改变而打破的原有的源库间平衡,在动态发展中,通过内部调节,在某一水平上建立起新的平衡。作物育种工作者已注意到作物源库平衡的问题,人们试图通过育种程序,使源库关系由平衡到不平衡,再在高水平上建立新的平衡,达到提高产量目的。

由于大豆叶片的光合产物有局部利用的特性<sup>[1,2]</sup>,去掉不同层次叶片后,光合速率、产物运输及籽粒产量的补偿作用,似乎主要发生在相邻层次,中层与下层间虽存在补偿作用但不显著。因此,Kokubun 等<sup>[11]</sup>提出的有限型大豆存在两个源库单位的观点,同样在亚有限大豆植株中得到体现。这两个单位一是由上层与中层组成,二是由下层与分枝组成。因而本研究中,各去叶处理主要影响着与去叶层次同一源库单位的层次叶的生理功能,而且影响程度与它们所在的部位,当时的库强,以及对产量贡献大小有关。值得注意的是,去叶后对绿荚及植株绿茎部的光合作用的影响,是值得重视的问题。

## 参 考 文 献

- [1] 陈铨荣,1963,植物学报,11(2) 167~177
- [2] N. 别里克夫,1957,农业科学,№. 2
- [3] 沈允钢等,1980,植物生理学通讯 2 37~41
- [4] 中国土壤学会农业化学专业委员会编,1983,土壤农业化学常规分析法。科学出版社,304~310
- [5] 许大全等,1985,植物生理学通讯,6 34~37
- [6] 夏淑芳等,1981,植物生理学报,7(2) 135~141
- [7] 任正隆等,1981,中国农业科学,6 12~19
- [8] 夏明忠,1987,植物生理学通讯,1 12~17

- [9] BelikDv, L. F. et al. 1966. Plant Physiol. 13 361~364
- [10] Egli, D. B. et al. 1985. Agron Journal 77 917~922
- [11] Kokubun, M. et al. 1984. Japan J. Crop Sci. 53 455~462
- [12] Kokubun, M. et al. 1985. Japan J Crop Sci. 54 353~358
- [13] Rao, N. S. et al. 1982. Indian J Agric. 23 (1) 129~134
- [14] Stephenson R. A. et al, 1977 Aust. J. Agric. Res 28 203~209
- [15] Sander, F. H. et al. 1977. Crop Sci. 17 508~510
- [16] Welenket, P. J. et al. 1968, Ann, Bot. 32 79~95

## THE RELATIONSHIP OF SOURCE AND SINK IN SEMI—DETERMINATE SOYBEAN

Li Xinmin Xu Zhongren Du Weiguang Hu Lichen

(*Soybean Res. Institute, Heilongjiang Academy Agricultural Sciences*)

### Abstract

The relationship of source and sink of different plant sections (upper, middle, bottom and branches) was studied by using the methods of defoliation. The results indicated that there existed two main source—sink units in semi—determinate soybean during reproductive stage, one was upper and middle sections of main stem, the other was section bottom of main stem and branches. When removing leaves of different plant section, we found that all sorts of physiological compensation mainly appeared within the source—sink unit mentioned above. Moreover, the intensity of compensation changed from low to high with plant development. It seemed that when the Ioriginal balance of source—sink relation was brokem, mew balance shoud be established by its internal adjustment. The ratio of source anf sink influenced not only photosynthetic rate but also transportation and partition of the photosynthate.

**Key Words** Leaf—pod relation; Physiological compensation; Source—sink unit; Semi—determinate soybean