

大豆叶—荚关系与产量的研究初报

王 滔 孙淑燕 陈存来

(山东省农业科学院)

提 要

叶片是光合作用的主要器官,豆荚是构成产量的因素之一,二者关系极其密切又比较复杂。本试验表明,去叶处理,有叶节叶片的光合产物并非只供给本节荚,还可以向去叶节荚输送,形成有叶节60%以上的产量。去叶处理,荚、粒数减少,粒重降低,叶是产量的限制因素。去荚处理,单株荚数、粒数、秕粒数减少,养分在叶片内“积累”,叶色较深,成熟期推迟,荚对产量起了限制作用。试验还表明,叶面积指数在3.7—4.8范围内与产量呈直线线性关系;通过整枝调整叶片在不同层次的分布,增加叶片厚度,又可获得增产。由此可见,协调叶(源)荚(库)关系是获得高产的关键。

叶片是光合作用的主要器官,豆荚是构成产量的主要因素之一,二者的关系极其密切,探索其间关系,逐步掌握其变化规律,对大豆生产至为重要。

И·别里科夫用 C^{14} 研究证明,大豆鼓粒期叶片的同化产物,供给叶腋间的豆荚;叶片的同化产物,在各成型叶片之间不能“分享”,即使在一片叶子的不同部分,同化的物质也不能“交流”;只有在叶腋豆荚死去的情况下,该叶的同化产物才向其它节间的豆荚输送。陈铨荣用 P^{32} 、 S^{35} 及 C^{14} 示踪也得出了类似的结果,认为P、S等营养物质靠植株同侧的输导组织上下运转。大豆结荚时叶片的营养物质首先供应本节位的豆荚;同时向下供应比向上供应为多。高金芳等的研究表明,在大豆生殖生长阶段,各节叶片的同化产物首先供应该叶腋下的豆粒,只有满足其需要后,才将多余的部分输往邻近节间的豆粒。叶片的同化产物有明显的“局部利用”性。实践证明,荚粒是构成产量的重要因素,而荚粒的生育状况又基本上由叶片所决定。基于上述观点,我们对大豆的荚与叶、叶与产量的关系进行了探索。

一、材料和方法

试验于1980、1981年在本院试验农场进行。试验地土壤含有机质1.79%、全氮

* 本文承赵经荣、李之琛同志审阅,特此致谢。

0.093%、全磷 0.137%、水解氮 5.08 毫克/100 克土，速效磷 57.0ppm，速效钾 113.2ppm。供试材料为推广品种丰收黄（无限结荚习性）和兗黄一号（有限结荚习性）。1980年设六个处理：

- 1、去 1/2 叶（隔一节去一节上叶）；
- 2、去 1/3 叶（隔二节去一节上叶）；
- 3、多次去 1/3 叶（分次隔二节去一节上叶）；
- 4、去 1/2 荚（隔一节去一节上荚）；
- 5、去 1/3 荚（隔二节去一节上荚）；
- 6、对照（不去叶不去荚）。

两个品种均设两次重复，采用随机排列，小区长 4 米，宽 3 米，6 行区。6 月 21 日播种，每亩留苗 1.2 万株。一次去叶处理，8 月 4 日（盛花前）去叶；多次去叶处理，自第三片复叶长起开始，一直到封顶结束；去荚处理，8 月 13 日—16 日去荚。9 月 25、26 日收获。1981 年也设六个处理：保留了 1980 年的 1、2、4、5、6 处理，去掉处理 3，换成打分枝处理。丰收黄：设四次重复，采用随机排列。小区长 6 米，宽 2 米，4 行区。6 月 18 日播种，每亩留苗 1.2 万。8 月 11 日去叶荚，7 月 18 日、27 日分两次去打分枝，9 月 23 日收一、二、三重，28 日收第四重复。兗黄一号：盆栽，除未设去打分枝处理外，其余处理同丰收黄，三次重复，每盆 5 株。6 月 20 日播种，8 月 6 日去叶、荚，10 月 2 日收获。同时还设有全株每节保留一荚、二荚、三荚和不去荚的辅助试验。

二、试验结果

（一）叶与荚的关系

1. 单节的经济性状

在各去叶处理中，去叶节可以结一定数量的荚粒，但所结荚粒的数量均少于有叶节。如 1980 年丰收黄去叶处理的去叶节所结的荚数占有叶节结荚的 77.53—82.56%，所结的粒数占有叶节的 64.12—72.35%，单节粒重占有叶节的 69.44—75.95%。1981 年大豆生育后期干旱，去 1/2 叶处理较其它处理受干旱影响较重，节上的荚数、粒数和粒重较其它处理都有所减少，其减少的幅度大于未受干旱的 1980 年。虽然如此，经方差分析，有叶节每节荚数、粒数、粒重均显著大于去叶节。百粒重未达到显著标准，1981 年去叶节上籽粒的百粒重低于有叶节，而 1980 年则无此规律（表 1）。

2. 单节的生产力

在全株每节保留一荚、二荚、三荚和对照的辅助试验中，单节生产力以每节留三荚者最高，此后的顺序是：对照 > 每节二荚 > 每节一荚。而每荚的粒数及百粒重与此相反，即随着每节保留荚数的增加而逐渐降低（表 2）。

表 1

去叶节、有叶节经济性状

(品种:丰收黄)

年份	处理	测定项目	每节荚数		每节粒数		每节粒重(克)		百粒重(克)
			数量(个)	占有叶节%	数量(个)	占有叶节%	重量	占有叶节%	
一九八〇年	去叶 1/2	有叶节	2.90	100	6.55	100	0.84	100	14.86
		去叶节	2.26	77.93	4.29	65.5	0.59	70.24	12.23
	去叶 1/3	有叶节	2.67	100	5.57	100	0.72	100	13.67
		去叶节	2.07	77.53	4.03	72.35	0.50	69.44	14.00
	多次去叶 1/3	有叶节	2.53	100	7.08	100	0.79	100	13.64
		去叶节	2.13	82.56	4.54	64.12	0.60	75.95	13.98
一九八一年	去叶 1/2	有叶节	3.43	100	8.13	100	1.11	100	13.65
		去叶节	2.70	78.72	5.60	68.88	0.66	59.50	11.85
	去叶 1/3	有叶节	3.27	100	7.80	100	1.00	100	12.78
		去叶节	2.87	87.77	6.60	84.62	0.84	84.00	12.73

注 ① 去叶节:该节上叶子去掉,保留荚。② 有叶节:该节上叶荚均未去掉。③ 取样时,在同一株上取有叶,去叶等量节数上的荚。

表 2

单节的经济性状

(1981年)

测定项目	每节粒重		每荚粒数		百粒重	
处理	重量(克)	占对照%	数量(个)	占对照%	重量(克)	占对照%
每节保留一荚	0.509	64.11	2.82	141.0	18.07	121.44
每节保留二荚	0.765	96.47	2.33	116.5	15.96	107.26
每节保留三荚	0.889	111.96	2.06	103.0	15.42	103.63
对 照	0.794	100	2.00	100	14.88	100

3、处理间的经济性状

各处理间经济性状变化的基本趋势是:去荚处理,单株荚数减少,秕粒数也相应减少,百粒重提高;去叶处理,单株荚数减少,单株粒重降低,百粒重也降低。经方差分析表明,对照单株的荚数和粒数大于去 1/2 叶、去 1/3 叶、去 1/2 荚和去 1/3 荚四个处理的荚数和粒数,而且均达到极显著标准。关于单株粒重,由于考种后混合脱粒,故无法进行方差分析。总之,去叶处理和去 1/2 荚处理的经济性状表现较差(表 3)。

4、处理间的叶片变化

去叶处理中其保留叶片的厚度增大;去荚处理的叶片厚度比对照稍有减少。如 1980 年去叶后半月,8 月 29 日对丰收黄调查,以对照叶片厚度(干叶重,用 mg/cm^2 表示)作为 100%,去 1/2 叶的叶片厚度为对照叶片厚度的 102.6%,去 1/3 叶为 110.3%,多次去 1/3 叶为 107.7%。去 1/2 荚、去 1/3 荚叶片的厚度均为对照的 97.4%。

去荚处理叶色较深,成熟期叶片落黄推迟 2—3 天,特别是丰收黄去 1/2 荚处理,至收获时去荚节上的叶仍不脱落,且呈绿色(见图 1)。但 1981 年由于大豆生育后期干

表 3 不同处理对大豆经济性状的影响 (1981年兗黄一号)

经济性状 处理	荚 数 (个/株)	粒 数 (个/株)	粒 重 (克/株)	百粒重 (克)	秕 荚 (个/株)	秕 粒 (个/株)	粒/茎 比 值
去1/2叶	47.0	94.7	10.14	11.15	1.5	13.0	1.00
去1/3叶	42.3	89.0	9.40	11.20	1.8	9.3	1.00
对 照	51.4	106.5	11.27	11.24	3.1	10.9	0.95
去1/2荚	41.9	90.8	10.42	12.25	0.9	7.5	0.94
去1/3荚	41.9	91.6	10.23	12.00	1.3	7.3	0.99

旱，这种现象表现不明显。

5、落花落荚

去叶处理落花落荚的绝对数和相对数均高于对照。同时，叶片干重占全株干重比例越大，落花落荚数和比率越小。

(二) 叶与产量的关系

1、叶面积指数与产量

决定产量的关键因素是叶面积指数，叶面积指数最大值期间以 4.6 和 4.8 单产最高，每亩产量在 400 斤以上 (表 5)。

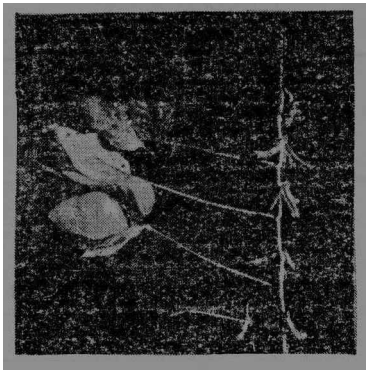


图 1 去 1/2 叶收获时的照片

表 4 不同处理对大豆落花落荚的影响 (品种：丰收黄)

处理	测定项目	单株落花落荚数 (个)	花荚脱落率 (%)	叶片干重占全株干重的%
去1/2叶		49	64.5	—
去1/3叶		67	69.4	30.36
对 照		45	50.0	37.63
去1/2荚		27	37.5	—
去1/3荚		47	50.0	39.25

叶面积指数与产量的关系虽然是曲线的线性关系，但在3.7—4.8范围内，与产量的关系是直线的线性关系，其回归方程如图 2。

表 5

叶面积指数与产量的关系

(1980年)

处理	项目	品种	丰 收 黄			尧 黄 一 号		
			叶面积指数	单产(斤/亩)	比对照 ±%	叶面积指数	单产(斤/亩)	比对照 ±%
	去1/2叶		3.7	379.08	-10	2.3	325.75	-5
	去1/3叶		3.9	385.75	-9	2.5	309.06	-10
	对 照		4.6	423.55		2.9	342.39	
	去1/2荚		4.0	397.98	-6	3.23	312.38	-9
	去1/3荚		4.8	415.76	-2	3.43	344.62	+1

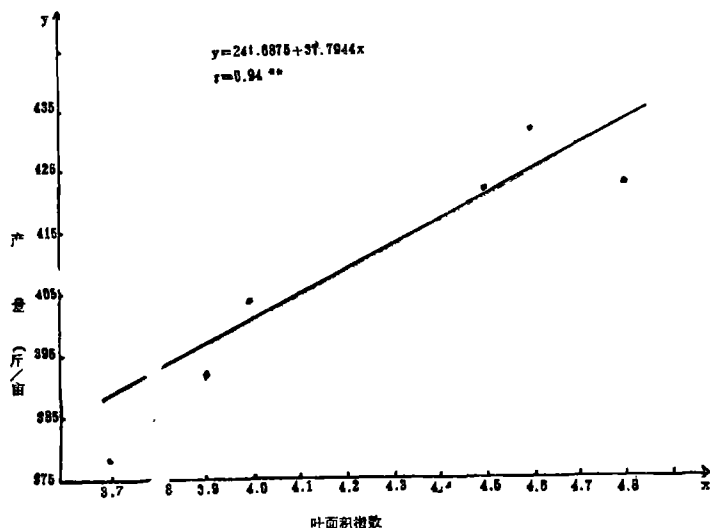


图 2 叶面积指数与产量关系图 (1980年)

这说明叶面积指数 4.8 并不是高产的上限；也间接地证明了我们的经验，叶面积指数在 4.5—5 左右时，亩产量可望达到 400 斤以上。

2、叶面积分布与产量

叶面积指数在 4.5—5 左右时，通过整枝（品种丰收黄）调整叶片在不同层次的分布，减少上层叶片，增加中下层叶片，利于冠层透光通风，促使每层次每节上的叶片均可截获较多的光能，并降低了消光系数，提高了净同化率，从而获得了增产（表 6）。

3、比叶重与产量

整枝处理去分枝之后，虽然叶面积指数有所减少，如 1981 年 9 月 7 日调查，整枝处理叶面积指数为 3，而对照的叶面积指数为 3.3，前者比后者减少 9.1%，但通过植株内部的调节作用，促使叶片厚度增加，单位面积干重增加，因此仍获得良好的增产效果（表 7）。

表 6

叶面积的分布与产量*

(1980年)

处 理		各层叶面积 占总叶面积的 %	各层叶重 占总叶重的 %	光 强 占 自然光强的 %	消光系数	产 量	
						斤/亩	整枝比未整 枝增产 %
整 枝	上 层	63.0	70.1	32.5	0.308	422.9	16.7
	中 层	23.3	22.5	8.1	0.503		
	下 层	13.7	7.4	3.7	0.597		
未 整 枝	上 层	69.9	75.4	17.5	0.435	362.5	—
	中 层	22.1	21.3	2.2	0.727		
	下 层	8.0	3.3	1.3	0.763		

* 株高分成三层, 每层各占三分之一。

表 7

比 叶 重 与 产 量

(1981年)

处 理	测定日期 测定项目	7月28日		8月17日		9月7日		产 量	
		重 量 (mg/cm ²)	比对照增加 %	重 量 (mg/cm ²)	比对照增加 %	重 量 (mg/cm ²)	比对照增加 %	斤/亩	比对照 ± %
打 分 枝		3.68	30.0	4.41	39.1	4.53	15.0	260.13	+3.5
对 照		2.83	—	3.17	—	3.91	—	251.46	—

三、分析与讨论

(一) 关于有机营养的制造与分配问题

据报导, 大豆生育后期叶片的同化产物仅供给该叶腋间的豆荚, 因此得出了“局部利用”的结论。本试验证明, 去叶后, 去叶节可以结荚、结粒, 其单节粒重一般为有叶节粒重的60—75%。分析其原因可能是此期去叶, 一方面保留下来的叶由于光照、矿质营养等条件的改善, 使叶片增厚, 单叶光合能力提高; 另一方面去叶节上豆荚需要大量有机营养, 这些有机营养主要由保留叶片的光合产物供给, 由于保留叶片任务的加重, 也可能促其增强光合能力, 制造较多的有机营养向去叶节上荚粒输送, 故形成一定产量。但是当有叶节叶片制造的有机营养满足不了大量去叶节上荚粒的要求, 营养出现“亏缺”, 或者是碳氮比例失调时, 去叶节单节的荚数、粒数、粒重均低于有叶节。

去叶节和有叶节的百粒重互有高低无明显差异。分析其原因可能是部分花荚脱落后, 叶片与未落豆荚之间产生了一个新的平衡关系, 使每一籽粒均可获得一定数量的有机营养, 故处理间百粒重的差异未达到显著标准, 但在鼓粒期迁旱的1981年, 外界条件恶化, 光合产物不足, 有叶节上荚粒获得有机营养可能占据优势, 故有叶节的百粒重略高于去叶节。

（二）关于叶片与荚粒的关系问题

去荚过多，如去 $1/2$ 荚，每节保留一荚或二荚均减产。其原因可能是大豆的产量构成因素中，荚数、粒数的变幅远远大于粒重的变幅。当大量去荚之后，籽粒的增重，弥补不上荚减少的损失。另一方面，由于光合产物在叶片中发生积累，可能造成叶片光合强度的降低，致使去 $1/2$ 荚等处理的大豆植株至成熟时叶片仍为绿色。

去荚不多，如去 $1/3$ 荚，每节保留三荚，产量与对照差异不大。其原因可能是粒重的提高弥补了荚粒减少的损失。另一方面，由于对照处理的个别节上荚数过多，有机营养不足，落花落荚增加，秕荚、秕粒增加，故二者产量相近。

（三）关于协调叶（源）荚（库）关系，夺取高产问题

协调叶荚关系是夺取高产的理论依据。试验证明，叶面积指数在 $3.7—4.8$ 范围内与产量的关系呈线性关系，叶面积指数最大值期间 4.6 和 4.8 亩产均达 400 斤以上。另据大豆节节着荚，片片叶是功能叶，叶片消光系数大，光饱和点低等特点，采取整枝，调整叶面积在不同层次的分布，减少上层叶面积，促使叶片增厚，使各层叶有可能充分而均衡的利用光能，保证植株生育健壮，可以获得显著的增产效果。

参 考 文 献

1. 陈铨荣（1963）：利用 C^{14} 研究大豆叶片光合产物的运转和分配，植物学报，第11卷，第2期。
2. 高金芳等（1963）：用 C^{14} 研究大豆光合作用的一些资料（1961年度），全国大豆生产区大豆增花保荚研究工作会议资料汇编，吉林省科学技术协会、中国农业科学院大豆研究所、吉林省农业科学研究所合编。
3. 郑广华（1980）：植物栽培生理，山东科技出版社。
4. И. 别里克夫（1957）：示踪原子和大豆的生理学，农业科学，1957，第7期。
5. 韩玉科译（1980）：作物群体的生产结构与太阳能利用生产限制要素——太阳能，农业科技译丛，浙江农业大学、浙江省农科院。

A PRELIMINARY STUDY ON LEAVES—PODS RELATION AND YIELD IN SOYBEAN

Wang Tao Sun Shu-yan Chen Cun-lai

(*Shandong Academy of Agricultural Sciences*)

Abstract

This experiment was carried out in the field of Shandong Academy of Agricultural Sciences in 1980—1981. Soybean plants were made of 1/3 and 1/2 leaf removal treatment, and 1/3 and 1/2 pod removal treatment, and also the soybean plants had been made training.

In defoliation treatment, photosynthate of remained leaves can transpot to pods of the defoliation nodes, which seed weight of single node is 59.5—84.4% of the node with leaves. Comparing with yield per mu of control, the seed yield of soybean cv. Feng Shou Huang is 85.5% at 1/2 defoliation, 94.0% at 1/3 defoliation, 90.0% at 1/2 pod removal, 98.0% at 1/3 pod removal, respectively.

In common condition, the important factor that determines the seed yield is leaves, but not pods. When leaf area index is within range 4.8, the relation between it and seed yeild is linear correlation. It would be favourable for high seed yield that leaf area is 63.0%, 23.3%, 13.7%, and coefficient extinction is 0.308, 0.503, 0.597 in the upper, middle, and lower leaves respectively. High leaf/shoot ratio is also helpful to the seed yield.