

大豆源库关系的研究

贺观钦 丁邦展 蒋陵秋

(南京农业大学)

摘 要

研究表明:大豆植株中部籽粒较大与中部叶面积较大,叶片寿命长,光合势高密切有关。大豆鼓粒期各节叶片的比叶重与相应各节粒重高度相关,可以顶小叶比叶重作为源强指标。去顶部4节叶片,显著影响顶部4节籽粒总重,粒数对粒重影响大,库是限制产量的重要因素。

引 言

大豆的同化器官主要在叶部,豆荚本身很少有光合作用的功能。大豆荚的光合强度很低,一般幼荚仅为 $0.65-0.93 \text{ mgCO}_2/\text{dm}^2/\text{hr}$ 。不象一些禾本科作物的颖片和芒、豌豆、羽扇豆的豆荚有较高的光合强度。

大豆的成熟叶片是源。而正在展开的大豆幼叶则是同化产物的输入者。当大豆叶片的叶面积为本身最大叶面积的20%时,其输入同化物的速率达到最大值。此后,输入同化物量逐渐减少,一般当新生叶长到正常叶面积的60%时,才由输入器官变为输出器官。为研究方便起见,用定型叶来研究源、库关系比较适宜。

国内外对于大豆源、库关系已有不少论述。东北师大生物系(1981)对东农127,群选1号,6612-4等品种观察表明,大豆植株的中间叶片面积大,在产量形成中起的作用最大。董钻等(1986)指出,大豆群体各层的粒重与叶面积的相关极显著。B. R. Buttery等(1981)报导了鼓粒期光合强度与产量密切相关,但同时指出,大多数研究表明,叶部性状与产量间关系是含糊的。D. E. Green等(1981)认为,早期世代选择比叶重可能是有效的。苗以农等(1982)研究表明,60年代和70年代育成的新品种的比叶重,高于40年代育成的老品种的比叶重。D. G. Lugg等(1979)发现,比叶重受太阳辐射能的影响很大。开花盛期的平均比叶重,与取样前一周内的太阳辐射呈直线相关。王滔等(1983)采用去叶法表明,去叶节的粒重一般为有叶节粒重的60—75%。W. A. Brun等(1978)的去荚试验证明,去荚处理的成熟期干物质积累总量与对照的相当。总之,对于叶部性状与产量,源、库配比与产量还存在着不同的看法。

* 丁邦展,蒋陵秋参加了国内研究部分。

本文于1988年6月15日收到。

This paper was received on June 15, 1988

我们试图从时间效应, 部位优势等就叶面积与粒重, 群体生长调节与粒重, 比叶重与粒重, 源、库调节与粒重等方面进行试验研究, 以期进一步明确源库关系, 为大豆高产提供一些理论基础。

材 料 与 方 法

国外进行部分:

试验 1: 叶面积与粒重

大豆品种有 Amsoy, calland 等, 正常播种管理, 种植于海斯农场。叶面积用叶面积测定仪实测。植株以复叶的总节数等分成上、中、下三部分, 分别计算叶面积, 光合势, 与粒重。

试验 2: 群体生长调节为粒重

品种 Coles, ELF 等, 每隔半个月, 播种一期, 共三期。种植密度为每平方米 33, 63, 93 株, 又分别以行距 17, 34, 69cm 种植。植株仍以复叶的总节数等分成上、中、下三部分。分别计算粒重。

国内进行部分:

试验 1: 比叶重与粒重

供试品种为品种 73923, 苏协一号等。在南京田间生长条件下, 分别于鼓粒期 9 月 20 日, 9 月 29 日, 定时 (下午 4 时) 随机取样 30 株。逐节测定各小叶 (顶小叶、左小叶、右小叶) 的比叶重和粒重。比叶重是定位 (近主脉的中部) 定面积 (2×3 cm) 剪下叶片烘干称重计算求得。10 月 24 日成熟时逐节测定粒重。

试验 2: 源库调节与粒重

品种为泰兴黑豆。在田间生长条件下于结荚初期进行上部去叶或去荚 (去顶部 4 节), 下部去叶或去荚 (倒 5 节至倒 8 节)。设去上部叶, 去下部叶, 隔行处理以中间行未去叶为对照。去上部荚, 去下部荚, 隔行处理以中间行未去荚为对照。成熟时按常规考种。

结 果 与 分 析

1. 叶面积与粒重的关系: 无限结荚大豆种子百粒重以中部籽粒较重, 平均为 16.7g, 下部为 15.2g, 上部为 16.4g (有限结荚类型的 ELF, Hobbit 以上部籽粒较重); 不同部位籽粒总重占全株籽粒总重百分率也以中部籽粒为高, 下部、中部、上部分别为 11.5%, 58.5%, 30.0%。

植株中部籽粒较重。所占比例较大, 显然直接与中部叶片的生长状况有关。植株中部叶片的寿命较长, 以品种 Amsoy 为例, 中部叶片平均寿命为 67.7 天, 而下部、上部则分别为 39.8 天、45.9 天。植株中部的叶片不但寿命长, 而且叶面积也大, 同样以品种 Amsoy 为例, 植株中部叶片的总面积占全株总面积的 48.4%, 而下部, 上部分别为 30.1%,

21.5%，又如品种 Calland 下部、中部、上部分别为 25.5%，46.5%，28.0%。如以光合势（光合面积×光合时间）进行比较，则植株中部叶片的源强显著较大。品种 Amsoy 植株下、中、上部的的光合势分别为全株的 21.9%，60.0%，18.1%，品种 Calland 分别为 15.8%，55.0%，29.2%。

有限结荚类型品种植株各部位籽粒重占全株籽粒重%也以中部稍高，只是因该类型顶节荚较多，使上部籽粒重所占比例有较大的增加。因此，中部叶片的生长状况得到改善是增产的重要原因。

2. 群体生长调节与不同部位粒重的关系：不论种植密度多大，都随播种期推迟，单株粒重下降。以每平方米 33 株为例，第三期播种的上、中、下各部粒重分别占第一期播种的相应部位的粒重的 56.8%，60.6%，60.7%（表 1）。这与延迟播种主茎节数减少、生育天数缩短、不同部位的叶片功能期减少有关。

3. 大豆不同种植密度及方式，对植株各部位荚，粒分布的影响，随着密度增加，单株粒重下降，植株下部各节粒重下降尤甚。上部粒重下降相对较少。以品种 Coles 为例，行距为 17cm 的，密度为每平方米 63 株的植株上、中、下部的粒重分别为每平方米 33 株的 89.9%，74.3%，11.7%（表 1）。这显然与随着种植密度加大，植株中，下层光照减弱有关。

品种 ELF（有限结荚类型）也有类似趋势，行距 17cm 的，密度为每平方米 63 株的植株上，中，下部的粒重分别为每平方米 33 株的 87.6%，75.3%，1.5%。

表 1 大豆不同播种期、种植密度和方式对大豆植株各部粒重的影响（品种 Coles）
Table 1 Influence of different sowing date, planting density and pattern on seed weight of different parts of soybean plant (Variety Coles)

项 目 Item		密度 株/平方米 Planting density plants/m ²	克/株 g/plant	粒 重 (克) Seed weight (g)			每节平均粒重 (克) Mean seed weight each node (g)			粒重占全株 % Seed weight % (in whole plant)		
				上	中	下	上	中	下	上	中	下
				upper	middle	lower	upper	middle	lower	upper	middle	lower
播 期 Sowing date	1	33	18.80	5.01	10.23	3.56	0.71	1.46	0.44	26.6	54.4	19.0
	2	33	15.80	4.15	8.13	3.52	0.69	1.35	0.99	26.2	51.4	22.4
	3	33	11.20	2.84	6.20	2.16	0.47	1.03	0.36	25.3	55.3	19.4
行 距 (厘米) Row space (cm)	17	33	16.14	4.13	8.47	3.54	0.57	1.21	0.44	25.5	52.4	22.1
	17	63	10.42	3.71	6.30	0.41	0.53	0.70	0.08	35.6	60.5	3.9
	17	93	7.92	3.30	4.55	0.07	0.49	0.65	0.07	41.6	57.5	0.9
	34	33	16.41	4.37	8.48	3.56	0.62	1.21	0.49	26.7	51.3	22.0
	69	33	17.70	4.96	9.03	3.71	0.71	1.29	0.53	28.0	51.0	21.0

至于种植方式，无论在供试条件下的各种密度，宽行距 69cm 都有增加单株粒重的趋势，植株各部位的粒重也都较高。以每平方米 33 株为例：17、34、69cm 行距的单株

粒重分别为16.14g、16.41g、17.70g（表1）。看来，扩大行距，缩小株距，可改善株丛内的光照条件，使叶片较好地生长，植株荚、粒分布也较均匀。

4. 比叶重与粒重的关系，对73923品种的测定表明，大豆鼓粒期（9月20日）各节顶小叶的比叶重与当时相应各节的粒重间呈高度正相关， $r=0.7768$ 。且与以后相应各节的增重；乃至最后产量也都高度相关。相关系数分别为 $r=0.8354$ ； $r=0.8442$ 。9月29日对苏协一号观察表明，各节顶小叶的比叶重与相应各节粒重的关系也表现为高度正相关， $r=0.8745$ （表2）。

表2 大豆植株比叶重与粒重的关系

Table 2 Relationship between specific leaf weight on each node and seed weight of soybean plant

品 种 Variety	测定时间 月/日 Measurement date month/date	<div>节位(倒) Nodal position (in reverse order)</div> <div>项 目 Item</div>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
73923	9/20	比 叶 重 (克/平方 分米) SLW (g/dm ²)	顶小叶 Terminal leaflet	0.72	0.77	0.71	0.67	0.63	0.56	0.63	0.58	0.56	0.57	0.53	0.50
			左小叶 Left leaflet	0.68	0.66	0.63	0.59	0.59	0.50	0.53	0.48	0.54	0.51	0.47	0.47
			右小叶 Right leaflet	0.64	0.68	0.62	0.61	0.57	0.51	0.51	0.54	0.46	0.54	0.48	0.46
77923	9/27	比 叶 重 (克/平方 分米) SLW (g/dm ²)	顶小叶 Terminal leaflet	0.74	0.75	0.71	0.67	0.67	0.61	0.59	0.57	0.62	0.62	0.36	0.54
			左小叶 Left leaflet	0.77	0.74	0.63	0.64	0.59	0.56	0.57	0.56	0.57	0.56	0.32	0.49
			右小叶 Right leaflet	0.74	0.72	0.65	0.61	0.63	0.62	0.53	0.56	0.62	0.59	0.37	0.56
73923	9/20	粒 重 (克) Seed weight (g)		0.68	0.22	0.20	0.20	0.24	0.24	0.33	0.31	0.37	0.14	0.07	0.05
	9/27			1.01	0.45	0.45	0.38	0.41	0.50	0.55	0.70	0.62	0.33	0.21	0.03
	10/24			1.84	0.85	0.80	0.79	0.67	1.05	1.13	1.12	1.11	0.76	0.27	0.09
苏协1号 Suxie 1	9/29	比 叶 重 (克/平方 分米) SLW (g/dm ²)	顶小叶 Terminal leaflet	0.68	0.72	0.74	0.69	0.65	0.59	0.53	0.52	0.48			
			左小叶 Left leaflet	0.65	0.67	0.68	0.63	0.59	0.59	0.47	0.45	0.49			
			右小叶 Right leaflet	0.61	0.64	0.72	0.73	0.61	0.52	0.47	0.44	0.47			
		粒 重 (克) Seed weight (g)		1.31	0.59	0.49	0.52	0.54	0.88	0.74	0.31	0.07			

总之，比叶重似可作为源强的一个指标，它与库强有较密切的关系。还应指出大豆植株各节三出复叶的各小叶的比叶重间也呈高度正相关。例如，据9月20日测定，品种

73923 的植株各节三出复叶的顶小叶与左小叶间，右小叶间的相关系数分别高达 $r=0.9968$, $r=0.9972$ 。苏协一号为 0.9970, 0.9943。因此以顶小叶的比叶重作为源强，与相应各节的库强进行比较是适当的。同理，只要在大豆鼓粒期分别测定一次比叶重与粒重即可探讨源库关系。

5. 源库调节与粒重的关系：植株各节经去叶后，相应各节的粒重都比对照为低。显然这与大豆植株同化产物的局部利用和相互间也有转运有关。去上部叶后，上部节粒重减轻较多，仅相当于对照节粒重的 58.8%；下部节粒重减轻较少，为对照的 85.5%。由此，似可看出，有限结荚类型的泰兴黑豆，植株各节叶片的同化产物向下运输的能力要大于向上运输。去荚处理的也可说明这一点。当上部去荚时，下部节粒重剧增，达到对照的 210.2%。这是上部各节叶片的同化产物大量输入的结果。下部去荚，上部节粒重增加相对较少，仅为 136.2%（表 3）。

表 3 大豆去叶去荚对结粒的影响

Table 3 Influence of defoliation and depodding on soybean seed development

项目 处理 Item Treat	上部四节 Upper four nodes			下部四节 Lower four nodes			全株粒重 (克) Seed weight/ plant (g)
	粒重(克) Seed weight (g)	粒数 Number of seeds	百粒重(克) Weight/100 seeds	粒重(克) Seeds weight (g)	粒数 Number of seeds	百粒重(克) Weight/100 seeds	
去上部叶 Defoliation at upper part	16.63	96	17.3	30.42	168	18.2	47.50
去下部叶 Defoliation at lower part	22.40	132	16.5	26.24	154	17.0	48.64
未去叶对照 Control	28.23	156	18.1	30.57	166	18.6	58.80
去上部荚 Depodding at upper part				42.24	195	21.6	42.24
去下部荚 Depodding at lower part	31.11	137	22.8				31.11
未去荚对照 Control	22.68	118	19.5	20.04	107	18.7	42.72

我们对同化产物转运的测定结果与 R. A. stephenson 等 (1977) 用 ^{14}C 饲喂叶片的结果基本上是一致的。即：处理节以下 1、2 节荚中积累的 ^{14}C 比处理节以上 1、2 节荚为多。

进一步分析表明，去上部叶后上部各节粒重大减，主要是由于粒数大减所致；而去下部叶，下部节粒重减轻较少，则是由于粒数减少与粒重减轻共同影响的结果（表4）。

表4 大豆去叶致使粒重减轻的解析
Table 4 Analysis of seed weight reduction caused by defoliation in soybean

	单株粒重 Seed weight/plant	粒数 Number of seed	百粒重 Weight/100 sseds
去上部叶 Defoliation at upper part	16.63	96	17.3
对照 Control	28.23	156	18.1
比值 (R) Ratio	1.6975	1.6250	1.0482
LgR Logarithm R	0.2298	0.2108	0.0196
E Increment	11.60	10.61	1.0
E% Contribution %	100	91.6	8.5
去下部叶 Defoliation at lower part	26.24	154	17.0
对照 Control	30.57	166	18.4
比值 (R) Ratio	1.1650	1.0779	1.0823
LgR Logarithm R	0.0663	0.0325	0.0343
E Increment	4.33	2.12	2.24
E% Contribution %	100	49.0	51.0

同法分析去上部荚，与同节位的对照相比，下部各节粒重大增，主要是由于粒数增加，补偿作用大的结果。

去下部荚，上部各节粒重增加的幅度较小于去上部荚的，是由于粒数与粒重的补偿作用，然而这一补偿作用较小。

上述现象的实质尚待探明，可能与大豆有限结荚类型的开花顺序，养分的运输以及处理时间等有关。

结 语

1. 大豆植株中部的叶片占全株源强的大部对单株产量的形成极为重要。大豆开花结荚期的管理措施会影响中部叶片的生长，需加以注意。

2. 合理的群体生长在于调节好植株的叶层分布，使全株有较高的源强，播种期，种植密度及方式是合理群体生长的基础。

3. 大豆鼓粒期叶片的比叶重对子粒干物质积累乃至最后产量关系密切。使叶片有较高的比叶重；又能持续较长期是源强较高的表现。群体结构，肥水管理都会影响叶片的比叶重。

4. 去叶去荚试验表明：粒数对荚粒重影响大。实际上就单株粒重而言，粒数又成为数量确实的库。百粒重反映源的供应。可以认为库是限制粒重的重要因素。要多考虑增加粒数以增粒重。增加子粒大小来增粒重较困难。这点还待加以探明和验证。

参 考 文 献

- [1] 东北师范大学生物系, 1981, 大豆生理, 科学出版社
- [2] 苗以农等, 1982, 大豆光合生理生态的研究 第1报 大豆比叶重的变异性, 大豆科学 (1), 61—67
- [3] 王滔等, 1983, 大豆叶—荚关系与产量的研究初报, 大豆科学, (1), 67—74
- [4] 董钻等, 1986, 大豆株型、群体结构与产量关系的研究 第2报 大豆群体冠层的荚粒分布, 大豆科学, (2), 91—102.
- [5] W. A. Brun et al., 1978, Effect of pod removal on abscisic acid levels in soybean tissue. Crop Sci. 18: 776—779
- [6] B. R. Buttery et al., 1981, Relationships among photosynthetic rate, bean yield and other characters in field-grown cultivars of soybean can. J. Plant sci 61: 191—198
- [7] D. E. Green et al., 1981, Selection for apparent photosynthesis and related leaf traits in early generation of soybean. Crop sci 21: 969—973
- [8] D. E. Lugg et al., 1979, A survey of soybean cultivars for variability in specific leaf weight. Crop Sci 19: 887—892
- [9] R. A. Stephenson et al., 1977, Patterns of assimilate distribution in soybean at maturity 1. The influence of reproductive developmental stage and leaf position. Aust J. Agric Res 28: 203—209

STUDIES ON RELATIONSHIP BETWEEN SOURCE AND SINK OF SOYBEAN PLANT

G. Q. He B. Z. Ding L. Q. Jiang

(*Nanjing Agricultural University*)

Abstract

Results of the study on leaf area and yield, regulation of population growth and yield, specific leaf weight and yield, regulation of source-sink and yield in field grown soybean indicate that:

Larger seed size at the middle part of the soybean plant is related closely to the fact that the leaves growing at the middle part of the plant have the longest life duration, the largest leaf area, and the highest photosynthetic potential (photosynthetic area \times photosynthetic period).

There is a significant positive correlation between the specific leaf weight and seed weight at the same nodal position of main stem. The specific leaf weight of terminal leaflet can be regarded as source strength index.

Total seed weight at upper four nodes will be affected obviously by defoliation at upper four nodes. Seed weight is affected largely by seed number. Sink is an important factor on limiting yield.